

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7369

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE PATURPAMPA

Departamento Huancavelica
Provincia Huancavelica
Distrito Huancavelica



EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO PATURPAMPA

Distrito Huancavelica, provincia Huancavelica, departamento Huancavelica

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

Equipo de investigación:

*Guisela Choquenaira Garate
Angel Gonzalo Luna Guillén*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligros geológicos en el campus universitario de Paturpampa. Distrito Huancavelica, provincia Huancavelica, departamento Huancavelica. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7369, 32 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Accesibilidad.....	7
1.3.3. Clima.....	7
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	10
3.1. Unidades Litoestratigráficas	10
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	14
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)	14
4.2. Pendientes del terreno	14
4.3. Unidades geomorfológicas	15
4.3.1. Unidad de montañas	15
4.3.2. Unidad de piedemonte.....	16
4.3.3. Unidad de Planicie.....	17
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	18
5.1. Peligros geológicos por deslizamiento	18
5.2. Análisis multitemporal.....	23
6. CONCLUSIONES	25
7. RECOMENDACIONES	26
8. BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXO 1: MAPAS	28

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos, realizado en el Campus Universitario de Paturpampa, perteneciente a la jurisdicción distrital de Huancavelica, en la provincia Huancavelica, departamento Huancavelica. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos, para los tres niveles de gobierno.

Los peligros geológicos activos e inactivos latentes identificados en la ladera sur del cerro Sillajasha se desarrollaron en calizas gris claras y areniscas cuarzosas de las formaciones Chunumayo y Chimú respectivamente, las cuales se presentan moderadamente meteorizadas y medianamente fracturados desprendiendo bloques con diámetros de hasta 0.5 m, dispuestos en la ladera; además de un depósito de travertino altamente meteorizada y muy deleznable al tacto, donde se evidencia surgencias de agua, que discurren en dirección de la infraestructura de la Facultad de Educación.

Los procesos por movimientos en masa, ocurren en las laderas que circundan el Campus Universitario de Paturpampa; las cuales presentan en relieve abrupto y escarpado, con pendientes medias a escarpadas (5° - 45°), este último posibilitó la reactivación del deslizamiento que afectó la Facultad de Educación.

Se considera que el principal factor en la reactivación del deslizamiento, es el substrato rocoso de regular calidad geotécnica de la ladera cubierta por depósitos coluvio-deluviales con matriz arcillo-limosa, que, al perder su resistencia al corte por la saturación del terreno, se desplazó cuesta abajo; coadyuvado por la actividad antrópica de corte de talud, realizado para la construcción de la Facultad, inestabilizando las laderas que corresponden a depósitos de eventos antiguos.

El análisis multitemporal de imágenes Google Earth, muestra que en el 2018 el deslizamiento presentaba un ancho promedio de 46 m y la distancia entre la escarpa y pie del evento de 112 m. Para el 2020 muestra un avance retrogresivo de la escarpa hasta en 7 m y un ensanchamiento de 16 m, especialmente en el flanco izquierdo. Mientras que para 2022, se observó un avance retrogresivo de 18 m y se mantiene el ancho en referencia al año 2020.

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa, la ladera sur del cerro Sillajasha, donde se ubica la Facultad de Educación del campus universitario de Paturpampa, se considera como **Zona de Peligro Alto por** deslizamientos y derrumbes, que podrían reactivarse ante la ocurrencia de sismos y lluvias intensas y/o prolongadas.

Finalmente, se recomienda realizar estudio de riesgos – EVAR, complementando con sistemas de drenaje tipo espina de pescado revestido y promover planes de reforestación en la ladera sur del cerro Sillajasha.

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

En respuesta al Oficio N°336-2022-UNH/R, enviado por la Universidad Nacional de Huancavelica, en el marco de nuestras competencias se realiza una evaluación técnica para la identificación y cartografía de peligros geológicos en el Campus Universitario de Paturpampa en el distrito, provincia y departamento de Huancavelica. Dicha evaluación se llevó a cabo del 16 de octubre del 2022.

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

Este informe se pone a consideración de la Universidad Nacional de Huancavelica y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar y tipificar los peligros geológicos por movimientos en masa en campus Universitario de Paturpampa, que compromete la Facultad de Educación.
- b) Describir la geología y geomorfología, como factores condicionantes en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel regional en el distrito de Huancavelica, se tiene los siguientes informes técnicos y boletines:

- A. Boletín N° 69, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológicos en la Región Huancavelica” (Vílchez et al., 2019). Contiene el inventario de peligros geológicos en la región Huancavelica, donde se registra un total de 1 740 ocurrencias. El estudio también realiza un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa presentado en un mapa a escala 1: 250 000, donde el campus Universitario de Paturpampa, se encuentran en zona de susceptibilidad Alta a Muy Alta (figura 1). Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.
- B. Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huancavelica (26-n), Escala 1: 50 000 (Romero, D., Torres, V., 2003); Este estudio fue realizado

dentro del Proyecto de Revisión y Actualización de la Carta Geológica Nacional, contempla la descripción actualizada de la geología de la zona de estudio, que corresponde rocas sedimentarias de las formaciones Chunumayo, Chimú, Carhuaz, Farrat, Chayllacatana, Chulec y depósitos cuaternarios del Holoceno.

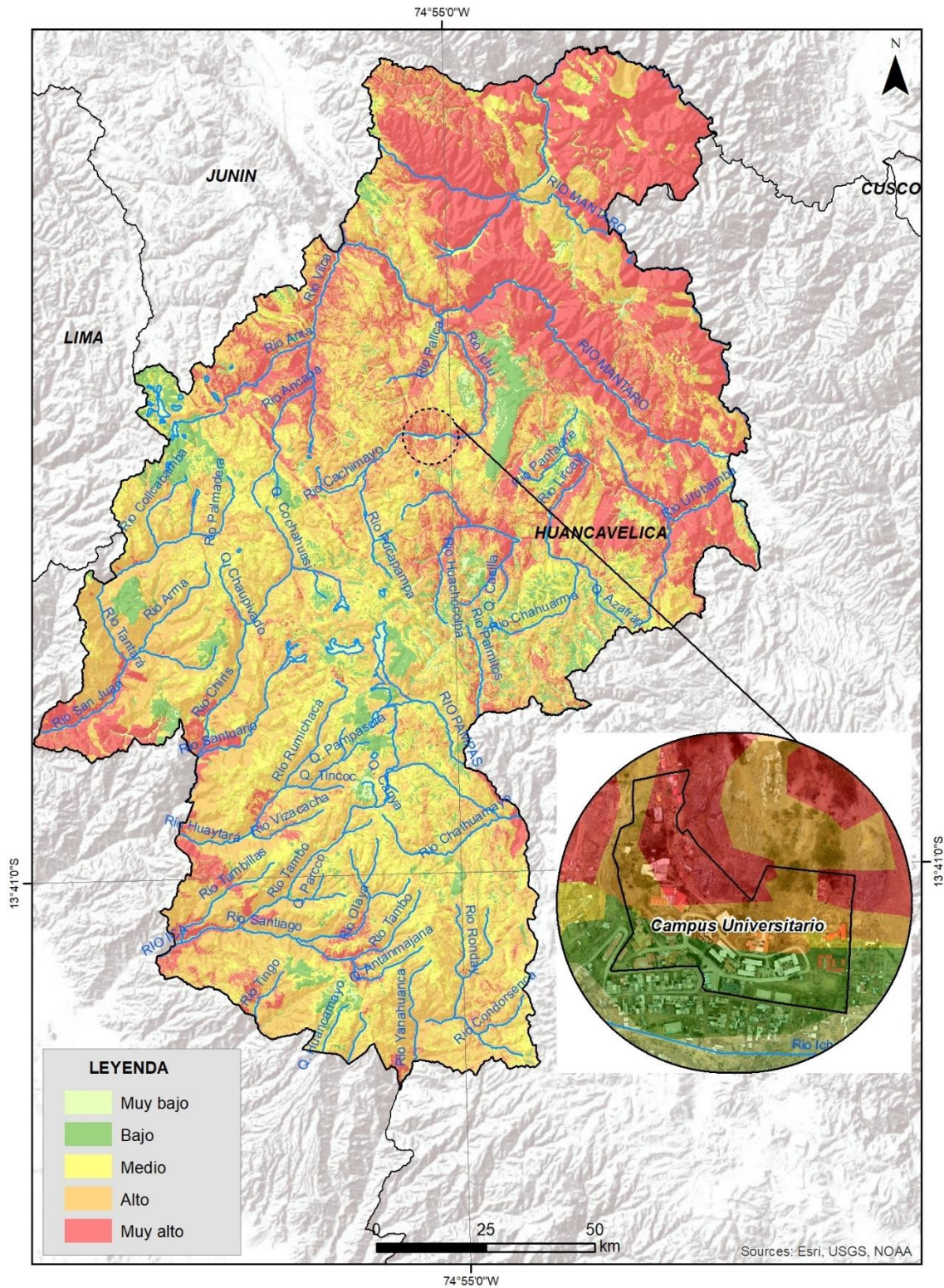


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de Huancavelica. Fuente. Vilchez, 2019.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

La zona de estudio se encuentra asentada sobre depósitos coluvio-deluviales, disectada por los ríos Ichu (margen derecha) y Sasacha (margen izquierda); a 2.6 km al noreste de la ciudad de Huancavelica. Políticamente pertenece al distrito, provincia y departamento de Huancavelica (figura 2).

En el cuadro 1 se referencia las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) de la zona de estudio:

Cuadro 1. Coordenadas del área evaluada

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	503423	8588584	12°46'2.71"S	74°58'6.47"O
2	505416	8588548	12°46'3.87"S	74°57'0.37"O
3	505200	8586701	12°47'4.00"S	74°57'7.52"O
4	503499	8586706	12°47'3.85"S	74°58'3.94"O
<i>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</i>				
C	504520	8587523	12°46'37.25"S	74°57'30.08"O

1.3.2. Accesibilidad

Se accede por vía terrestre desde la ciudad de Lima (Ingemmet-sede central), mediante la siguiente ruta (cuadro 2):

Cuadro 2. Rutas y accesos al área evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Huancavelica	Carretera asfaltada	427	8h 42 minutos
Huancavelica – Campus Universitario	Carretera asfaltada	2.6	8 minutos

1.3.3. Clima

El clima en el distrito de Huancavelica de acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020) B(o,i) C1H3: es caracterizado especialmente por tener un tipo lluvioso y semifrío, seco en invierno y humedad relativa comprendida entre 65% y 84%.

Localmente, está formado por punas altoandinas, con temperaturas bajas durante todo el año que varían entre -5 °C y 20°C, descendiendo en ocasiones a valores de -12 °C. La temperatura máxima anual oscila entre máxima de 20°C en verano y mínima de 8°C en invierno.

Según fuente de datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos rasters y de satélite), la precipitación acumulada registrada en el último periodo 2021-2022, fue de 245 mm en el mes de marzo. Este tipo de precipitaciones puede conllevar a la saturación de suelos, y posteriores movimientos en masa.

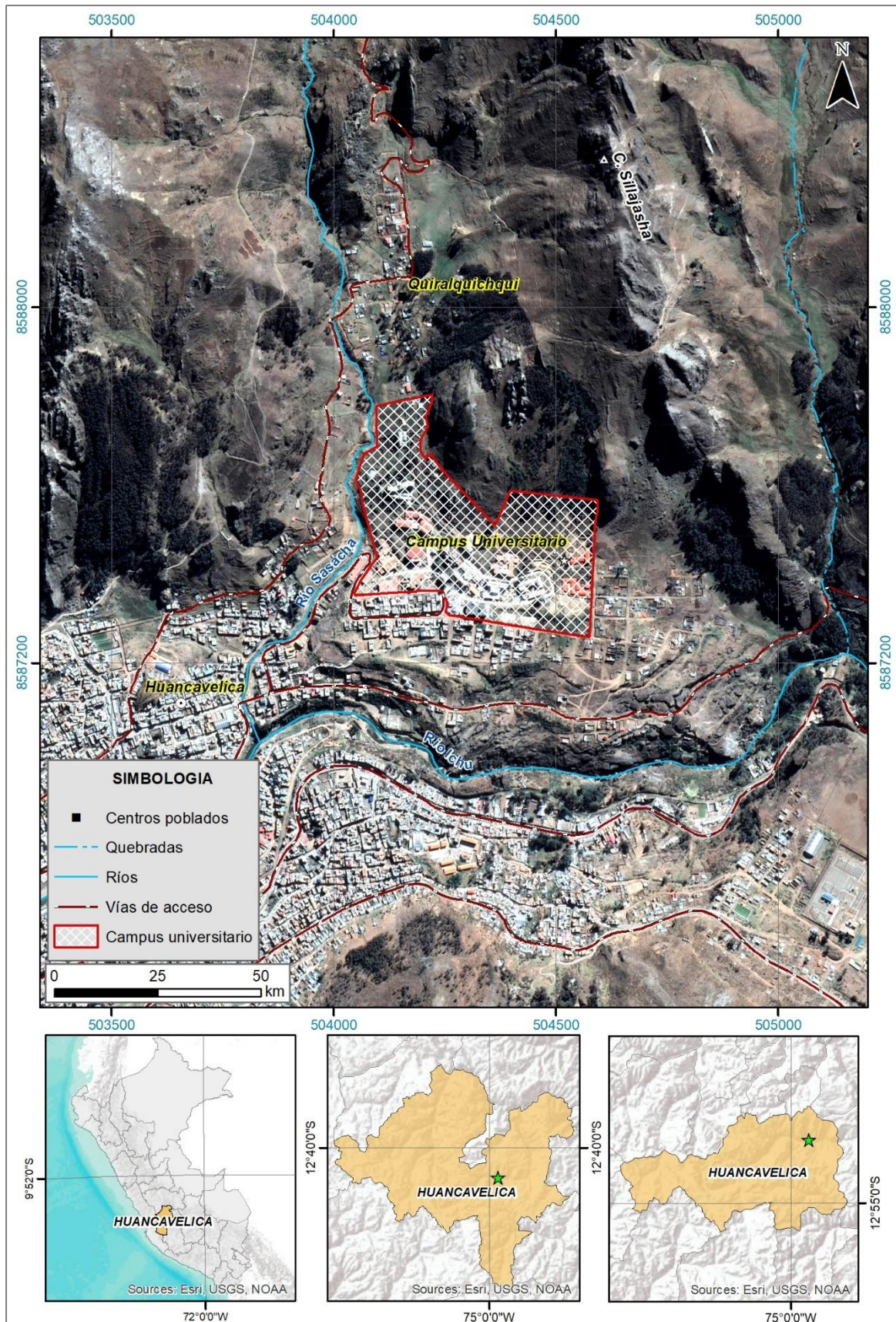


Figura 2. Ubicación del área evaluada, distrito de Huancavelica, provincia de Huancavelica, departamento Huancavelica.

2. DEFINICIONES

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

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

CORONA (crown). Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

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 una 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.

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

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).

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).

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

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

La geología se desarrolla en base a los mapas geológicos a escalas 1: 100,000 del cuadrángulo de Huancavelica 26-n, (Morche, W & Larico, W., 1996) y la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huancavelica 26n-4” (Romero D, 2003) publicados por Ingemmet.

Esta información se complementa con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, vuelos de dron y observaciones de campo.

3.1. Unidades Litoestratigráficas

Las principales unidades litoestratigráficas que afloran en la ladera sureste del cerro Sillajasha y son afectadas por procesos de movimientos en masa, corresponden a rocas de origen sedimentario de las formaciones Chunumayo (Jm-ch), Chimú (Ki-chi) y Carhuaz – Farrat (Ki-s-ca). En la parte baja de la ladera, se encuentran los depósitos Químico – travertino; así como también por suelos coluviales, deluviales y residuales, que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad.

3.1.1. Formación Chunumayo (Ki-Ch)

Aflora ampliamente en la ladera sur - oeste que circunda al Campus Universitario de Huancavelica, compuesto por una intercalación de calizas con limo-arcillitas y limos areniscosos (figura 3). Las calizas son grises claros, algunas micríticas, se presentan en estratos delgados. Las limoarcillitas y limolitas areniscosos son grises y amarillentos (Fernández et al.,2003).

Esta unidad está controlada por estructuras geológicas regionales (fallas y pliegues) en dirección noroeste – sureste, lo que condiciona el grado de fracturamiento del macizo rocoso (cuadro 3) (moderada a fracturada en zonas puntuales).

De acuerdo a sus características ingeniero – geológicas, se considera como roca de regular calidad geotécnica, con altas probabilidades de generar caída de rocas, derrumbes y deslizamientos.

Cuadro 3. Clasificación del grado de fracturamiento de los afloramientos de la Formación Chimú.

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO		
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN
F1	>3 m	Fracturas espaciadas entre si (más de 3)
F2	3 -1 m	Fracturadas espaciadas a veces no distinguidas
F3	1.0 - 0.3 m	Espaciamiento regular entre fracturas
F4	0.30 - 0.05 m	Fracturas muy próximas entre sí. Se separan en bloques tabulares
F5	< 0.05 m	La roca se muestra astillosa y se separan lajas con facilidad

Fuente: ISRM,1981



Figura 3. Intercalación de calizas con limo-arcillitas. Las calizas son grises claros, algunas micríticas, se presentan de moderada a fracturadas en zonas puntuales. Son rocas muy susceptibles a producir movimientos en masa.

3.1.2. Formación Chimú (Ki-chi)

Litológicamente, la base de la Formación Chimú está compuesta por bancos medianos a gruesos de areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio, intercaladas con limoarcillitas carbonosas. Hacia la parte superior está compuesta por bancos gruesos de areniscas cuarzosas de grano medio a grueso.

Localmente, estas rocas se presentan medianamente fracturados, desprendiendo bloques con diámetros de hasta 0.5 m, los cuales se encuentran dispuestos en la ladera sur. Además, se encuentran moderadamente meteorizados.

3.1.3. Formación Carhuaz (Ki-ca)

De acuerdo con Valdivia & Mamani (2003), consiste en bancos delgados a medianos de areniscas cuarzosas de grano medio a fino, que se intercalan con limoarcillitas grises, negras, verdes y rojas. Hacia la parte superior resalta una secuencia de areniscas blancas con laminaciones oblicuas curvas y horizontales. Presenta un grosor que puede alcanzar los 500 m.

3.1.4. Depósito químico - travertino (Q-cd):

Formados por la acumulación de costras de material de precipitación química (travertinos y sinters) asociados a aguas termales. Sobre los travertinos se podría decir que son un tipo de roca sedimentaria, formada por las precipitaciones de carbonato de calcio (calcita) de aguas altamente saturadas de calcio, se encuentran consolidadas; por lo tanto, son menos porosas.

Cuando las aguas están saturadas de sílice coloidal da lugar a la formación de un sinter silíceo.

Estos depósitos afloran al pie del cerro Sillajasha, ladera norte que delimita el campus Universitario de Huancavelica y a lo largo del valle del río Ichu; formando grandes terrazas de travertino. Parte de la ciudad de Huancavelica se encuentran asentadas sobre estos depósitos.

A la altura de la Facultad de Educación los travertinos se hallan altamente meteorizados y deleznable al tacto (figura 4).



Figura 4. A) Vista del afloramiento de travertino a la altura de la Facultad de Enfermería. B y C) Depósito de travertino altamente meteorizado, deleznable al tacto, presenta óxidos a la altura de la Facultad de Educación.

a. Depósito coluvial - deluvial (Q-cd):

Son depósitos inconsolidados, se localizan al pie de ladera del cerro Sillajasha, movilizadas por acción de la gravedad y escorrentía pluvial. Están compuestas por

fragmentos de roca sedimentaria de formas angulosos a subangulosos, con diámetros que varían de 0.1 a 0.8 m inmersos en una matriz de arenas medias a finas con contenidos de limos y arcillas (fotografía 1). Son producto de la meteorización de rocas sedimentarias de las formaciones Chunumayo y Carhuaz, presentan malas características geotécnicas y se consideran suelos no competentes, susceptibles a la generación de movimientos en masa. Por las evidencias que presenta este depósito se le cataloga como zona inestable.

b. Depósito coluvial (Q-cl):

Se localizan en forma caótica al pie de ladera del cerro Sillajasha compuestos por bloques y gravas no consolidadas, heterométricas angulosas de origen sedimentario (areniscas cuarzosas, limoarcillitas y calizas), dentro de matriz limo arcillosa, con escasa cohesión, plasticidad media e inestables, removidos por procesos de movimientos en masa.

c. Depósito aluvial (Q-al)

Corresponden a los depósitos de conos aluviales y algunas terrazas, en las márgenes de los ríos principales, están conformados por bloques de roca y gravas subangulosas a subredondeadas, medianamente consolidado, envueltos en una matriz areno-limosa, se observan adyacentes al río Ichu, formando terrazas bajas, que se encuentran en proceso de socavamiento. Su granulometría está compuesta principalmente por bolos (1%), cantos (5%), gravas (40%), gránulos (20%) arenas (14%) y limos (20%).



Fotografía 1. Material de depósito coluvio-deluvial (Q-cd) compuestos por fragmentos de roca angulosos a subangulosos de tamaños variables, envueltos en una matriz limo-arcillosos.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

En la figura 5, se presenta el mapa de alturas, clasificados en tres niveles altitudinales, con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de elevaciones. El deslizamiento reactivado en la ladera sur del cerro Sillajasha inicia a una altura de 3782 m s.n.m. y finaliza en la cota 3744 m s.n.m.

4.2. Pendientes del terreno

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

En la figura 5, se presenta el mapa de pendientes del actual relieve de la ladera sur del cerro Sillajasha y el campus Universitario Paturpampa, elaborado en base al modelo de elevación digital de 0.30 m de resolución, obtenido a través de fotogrametría (Dron).

Se consideraron 5 rangos de pendientes como son: de 0°-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 (cuadro 4).

Cuadro 4. Rangos de pendiente identificados en el área evaluada.

RANGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
0°-1°	Terreno Llano	Se diferencian pequeños sectores con esta pendiente (< 1 km ²), esporádicamente en los depósitos fluviales y aluviales adyacentes al cauce del río Ichu.	Terraza Aluvial.
5°-15°	Pendiente moderada	Se presenta en el Campus Universitario de Paturpampa y sobre la superficie donde se encuentra asentada parte de las viviendas de Huancavelica. Además, se presenta en el cuerpo del deslizamiento reactivado.	Terraza de travertino. Vertiente coluvio deluvial
15°-25°	Pendiente fuerte	Se presenta en la ladera sur del cerro Sillajasha (vertientes coluvio deluviales)	Ladera sur del cerro Sillajasha y vertientes coluvio-deluviales
25°-45°	Pendiente muy fuerte o escarpada	Se presenta en la parte alta del cerro Sillajasha, donde afloran las areniscas y calizas de las formaciones Chunumayo y Carhuaz.	Parte alta de las laderas del cerro Sillajasha
>45°	Terreno muy escarpado	En las laderas del cerro Sillajasha, sectores de afloramientos rocosos y zonas de escarpes de deslizamientos y derrumbes.	Laderas del cerro Sillajasha

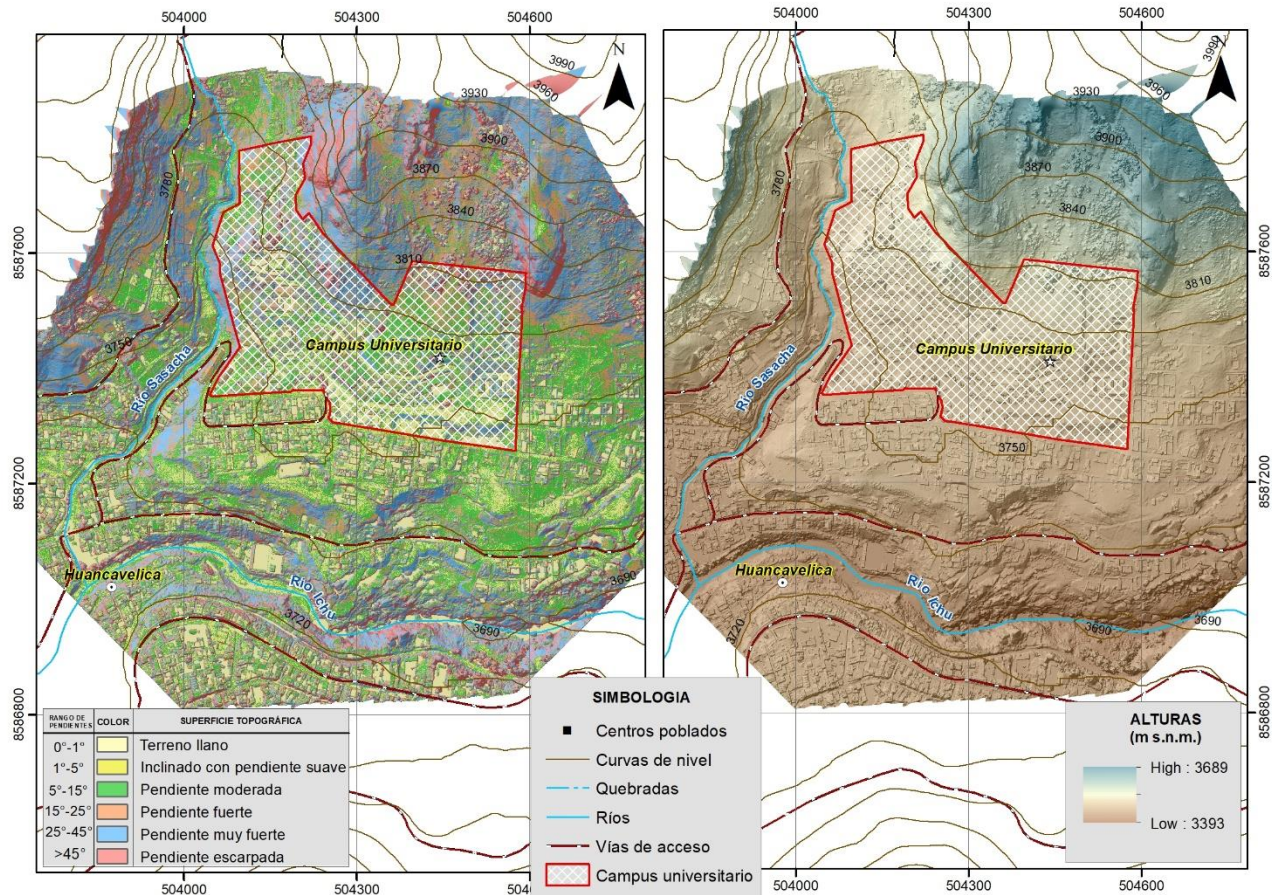


Figura 5. A) Mapa de pendientes. B) Mapa de elevaciones.

4.3. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se realizó utilizando 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), y figura 6 se presentan las subunidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio.

4.3.1. Unidad de montañas

Las montañas, presentan la mayor distribución en la zona evaluada; son geoformas 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. Se encuentran conformadas por alineamientos constituidos principalmente de rocas sedimentarias y disectadas por ríos y quebradas.

Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

Montaña estructural en roca sedimentaria (ME-rs): Su asociación litológica es principalmente sedimentaria, en su mayoría areniscas cuarzosas intercaladas con limoarcillitas negras de las formaciones Chimú, Carhuaz y Farrat.

En el contexto regional todas estas secuencias de rocas sedimentarias se encuentran fuertemente fracturadas y plegadas formando anticlinales y sinclinales de dirección NO-SE. Estas condiciones geológicas, favorecen la ocurrencia de deslizamientos. Las pendientes varían desde moderadas hasta muy escarpadas (5°-45°) (figura 6).

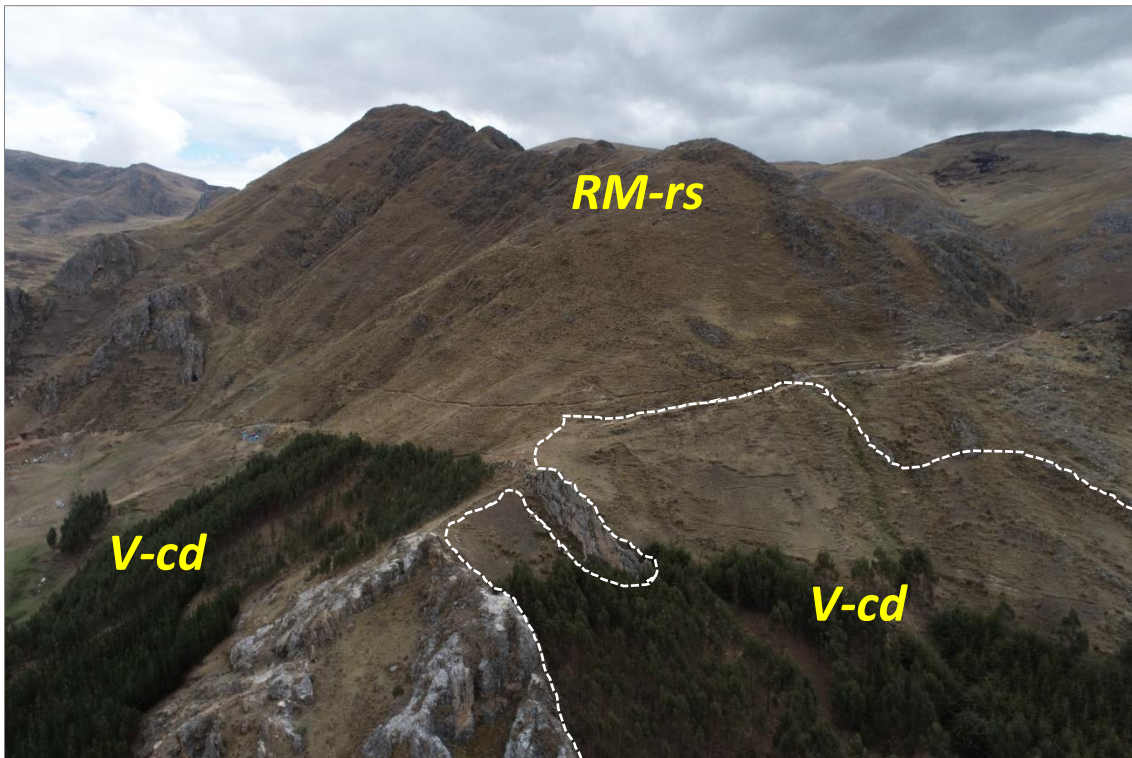


Figura 6. Vista con dirección al noreste, se observa subunidades geomorfológicas conformadas por montaña estructural en roca sedimentaria (ME-rs) y Vertiente coluvio deluvial.

4.3.2. Unidad de piedemonte

Corresponde a la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afecta las unidades de montaña, generalmente se encuentran en las laderas y piedemonte, aquí se tienen:

Vertiente coluvio-deluvial (V-cd): Corresponde a los paisajes originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, probablemente detonados por lluvias excepcionales y/o prolongadas.

Agrupar depósitos de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente los afloramientos de las formaciones Chimú, Chunumayo y Carhuaz.

Las acumulaciones en la ladera sur del cerro Sillajasha son originadas por procesos de movimientos en masa recientes, se componen de depósitos inconsolidados a medianamente consolidado; muestran una composición litológica homogénea, tratándose de depósitos con corto a mediano recorrido, relacionados a laderas superiores adyacentes.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd): Corresponde a zonas de acumulaciones en laderas originadas por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamientos antiguos y recientes. Generalmente su composición litológica es heterogénea; con materiales poco consolidados de corto a mediano recorrido; su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular (fotografía 2).

Estas geoformas se observaron como cuerpos de deslizamientos antiguos y recientes en ladera sur del cerro Sillajasha,



Fotografía 2. Vista con dirección al oeste, donde se puede observar la subunidad geomorfológica conformada por Vertiente coluvio-deluvial (V-cd).

4.3.3. Unidad de Planicie

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, ya que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, determinado por una acción prolongada de los procesos denudacionales.

Terraza aluvial (T-a): En el área de estudio, esta subunidad corresponde principalmente a terrenos ubicados encima del cauce del río Ichu, con planicies de anchos variables, limitados a los valles, muestran pendientes entre 1° y 5°, es común que se produzcan en sus márgenes procesos de erosión fluvial.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

El principal peligro geológico identificado en el Campus Universitario de Paturpampa, corresponde a movimientos en masa tipo deslizamiento (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). Evento favorecido por las condiciones intrínsecas del terreno, como la presencia de depósitos coluvio – deluviales, de baja compactación, saturados y húmedos, así como, secuencias de rocas sedimentarias fracturadas y plegadas, controlados por anticlinales y sinclinales de extensión regional con dirección NO-SE.

5.1. Peligros geológicos por deslizamiento

El año 2017, en la ladera sur del cerro Sillajasha, se produjo la reactivación de un deslizamiento con plano de falla rotacional debido a las intensas y/o prolongadas precipitaciones pluviales registradas días antes del evento (tres horas continuas de precipitación). Posee una corona semicircular de 60 m aproximadamente, un ancho promedio de 40 m y una distancia entre la corona y pie del evento de 122 m (figura 7). La masa desplazada afectó la nueva infraestructura de la Facultad de Educación en el campus universitario de Paturpampa y las banquetas empleadas para estabilizar la ladera (figura 8).

Parte de la ladera está conformado por bloques (8%), cantos (10%), gravas y gravillas (25%), en matriz areno arcillo limoso (57%) y una capa de material orgánico de 60 cm de espesor (fotografía 3); de compactación compacta y medianamente plástico, estos suelos al entrar en contacto con el agua se humedecen, sobresaturan y pierden resistencia al corte. Estas condiciones geológicas, sumado a la pendiente empinada de la ladera (25°) y el corte de talud realizado para la construcción de la Facultad favorecieron la reactivación del deslizamiento.

Así también, al noreste del Campus Universitario afloran areniscas cuarzosas poco fracturadas, limoarcillitas y ligero contenido de carbón de la Formación Chimú. Sobre esta unidad se tienen depósitos de travertinos color beige, con alto grado de meteorización y deleznable al tacto, lo que facilitó la filtración y acumulación de agua al pie de la ladera (figura 9A), parte de estas aguas se canalizaron y discurrieron en dirección sur, inundando la infraestructura de la Facultad de Educación (fotografía 4), aguas abajo de este se infiltra sobre el terreno (figura 9 B). Según mencionan los pobladores, a partir de un movimiento sísmico, acontecido el año 2017, se evidenció la surgencia del manantial ubicado en las coordenadas 504615 E, 8587471 N.

Mientras que, las calizas gris claras, intercaladas con estratos de limos arenosos que afloran al noreste de la Facultad de Educación se presentan moderadamente meteorizadas, con grado de fracturamiento media a muy fracturada, este último generó fragmentos de roca con diámetros de hasta 0.2 m. También se tienen bloques de hasta 1 m dispuestos en la ladera coluvio - deluvial de forma dispersa, los cuales muestran un ligero desplazamiento respecto al suelo (fotografía 5), lo que evidencia la dinámica activa de la ladera, muy susceptible a la ocurrencia de nuevos eventos.

En la parte alta del cerro Sillajasha, se evidencia reptación de suelos, terracetos denominados “pisada de vaca”, desplazamientos y agrietamientos transversales y longitudinales con aperturas centimétricas y árboles inclinados a favor de la pendiente, estos procesos son evidencia de futuros movimientos en masa.

El 2017 se observó la inestabilidad de la ladera, evidenciado por el colapso de la estructura del muro de contención de concreto ciclópeo, ubicado a espaldas de la Facultad de Enfermería, perjudicando la transitabilidad vehicular y peatonal de la población estudiantil y funcionarios de la Universidad Nacional de Huancavelica (fuente: Expediente técnico de la reparación de muro de contención; en la Universidad Nacional de Huancavelica).

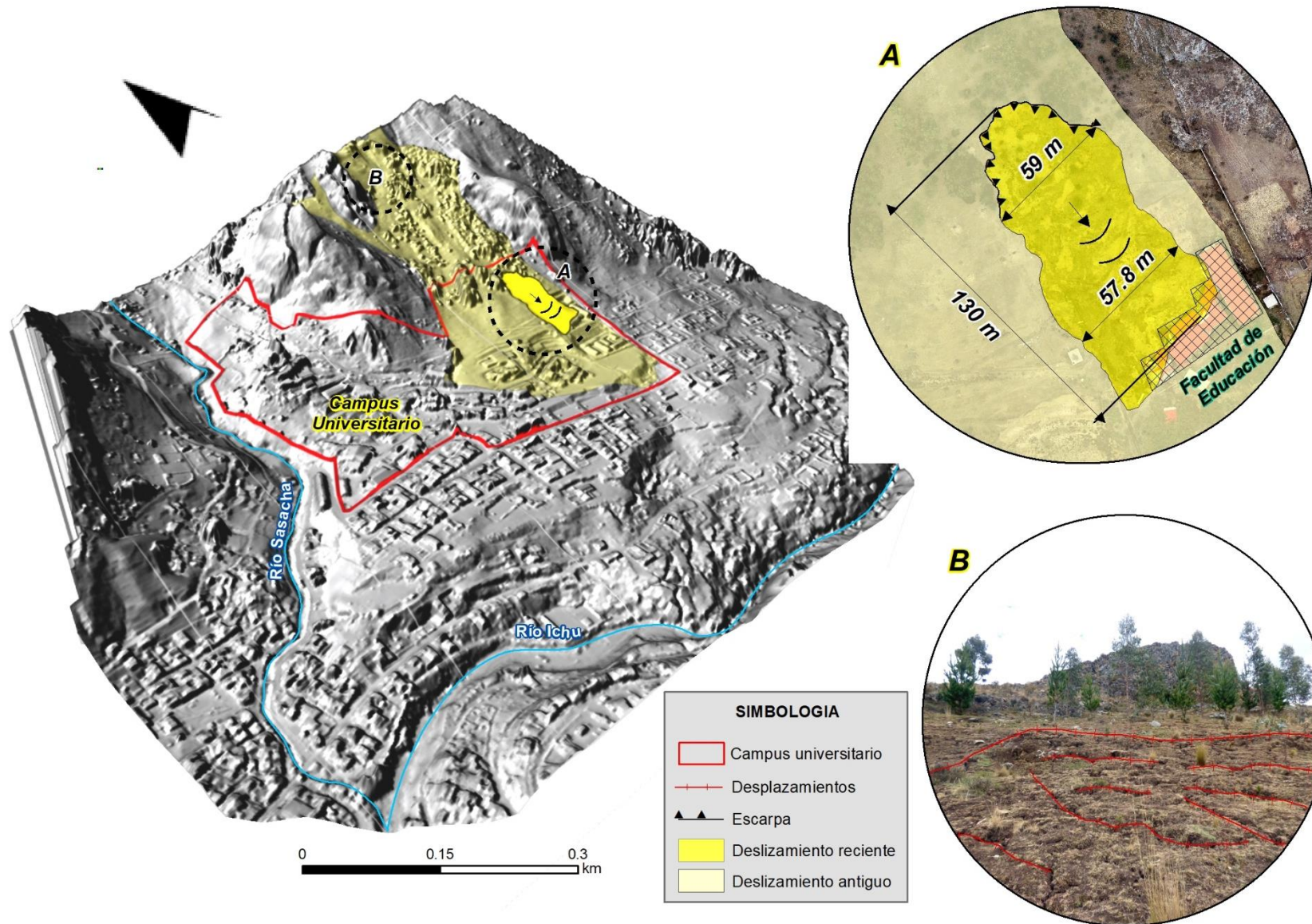


Figura 7. Peligros geológicos en la ladera sur del cerro Sillajasha.



Figura 8. Suelo conformado por bloques, cantos, gravas y gravillas, en matriz areno arcillo limoso y una capa de suelo orgánico.



Fotografía 3. Suelo conformado por bloques, cantos, gravas y gravillas, en matriz areno arcillo limoso y una capa de suelo orgánico con 60 cm de espesor, de compactación compacta y medianamente plástica.



Figura 9. Vista de la acumulación de agua al pie de la ladera, parte de estas aguas se canalizaron y discurrieron en dirección sur, inundando la infraestructura de la Facultad de Educación, aguas abajo de este se infiltra sobre el terreno. Según mencionan los pobladores, a partir de un movimiento sísmico, acontecido el año 2017, se evidenció la surgencia del manantial ubicado en las coordenadas 504615, 8587471.



Fotografía 4. Vista de la Facultad de Educación inundada debido a la presencia de manantiales cercanos.



Fotografía 5. Ladera susceptible a movimientos en masa, evidenciado por el desplazamiento del suelo respecto a los bloques de suelo.

En el cuerpo del deslizamiento y alrededores se observó árboles inclinados en contra de la pendiente, evidencia típica de laderas de montaña que desarrollan movimientos en masa con planos de falla rotacional (figura 10).



Figura 10. Vista de árboles inclinados en contra de la pendiente.

Por otro lado, hacia el noreste de la Facultad de Zootecnia, se observó surgencias de agua que descienden de la ladera norte del cerro Sillajasha, la cual discurre en dirección suroeste, hacia el río Sasacha (figura 10), debilitando el terreno, y por ende las paredes que delimitan la Universidad de Paturpampa, muestra de ello son las grietas que se observan en las paredes (figura 11) que delimita el Campus Universitario.



Figura 11. Vista de la Facultad de Educación inundada.



Figura 12. Vista de la Facultad de Educación inundada.

5.2. Análisis multitemporal

El análisis multitemporal de imágenes Google Earth, muestra que en el 2018 el deslizamiento presentaba un ancho promedio de 46 m y la distancia entre la escarpa y pie del evento de 112

m. Sin embargo, para el 2020, el deslizamiento muestra un avance retrogresivo de 7 m y un incremento de ancho de 16 m, especialmente en el flanco izquierdo (figura 12).

En el 2022, el deslizamiento de 0.68 ha, muestra un avance retrogresivo de 18 m y se mantiene el ancho en referencia al año 2020.



Figura 13. El análisis multitemporal a través de imágenes multitemporales del Google Earth.

6. CONCLUSIONES

1. Los peligros geológicos activos e inactivos latentes, identificados en la ladera sur del cerro Sillajasha se desarrollan sobre calizas gris claras de la Formación Chunumayo y areniscas cuarzosas de la Formación Chimú, moderadamente meteorizadas y medianamente fracturados. Además, se observa la presencia de un travertino altamente meteorizado y deleznable al tacto a la altura de la Facultad de Educación. Estas condiciones geológicas, sumado a la corte de talud realizado para la construcción de la Facultad favorecieron la reactivación del deslizamiento.
2. La ocurrencia de procesos por movimientos en masa, como deslizamientos y derrumbes en las laderas que circundan las laderas del Campus Universitario de Paturpampa han modelado el actual relieve abrupto y escarpado con laderas de pendientes medias a escarpadas, este último facilitó la reactivación del deslizamiento que afectó la Facultad de Educación.
3. El año 2017, en la ladera sur del cerro Sillajasha, se produjo la reactivación de un deslizamiento con una corona semicircular de 60 m aproximadamente. La masa desplazada, compuesta por bloques, cantos, gravas y gravillas, en matriz areno arcillo limoso y una capa de material orgánico de 60 cm de espesor; afectó la nueva infraestructura de la Facultad de Educación y las banquetas empleadas para estabilizar la ladera.
4. Según el análisis multitemporal de imágenes Google Earth, para el 2020 muestra un avance retrogresivo de la escarpa hasta en 7 m y un ensanchamiento de 16 m, especialmente en el flanco izquierdo. Mientras que para 2022, muestra un avance retrogresivo de 18 m y se mantiene el ancho en referencia al año 2020.
5. Se considera que el principal factor coadyuvante en la reactivación del deslizamiento es el corte de talud realizado para la construcción de la Facultad de Educación, que estabilizó la ladera conformada por depósito de deslizamientos antiguos.
6. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa, se determina a la ladera sur del cerro Sillajasha donde se ubica la Facultad de Educación del Campus Universitario de Paturpampa como **Zonas de Peligro Alto** por movimientos en masa, tipo deslizamientos y derrumbes.

7. RECOMENDACIONES

NO ESTRUCTURALES

NO ESTRUCTURALES

1. Implementar planes de forestación en la ladera sur del cerro Sillajasha, de preferencia con plantaciones nativa.
2. Realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR), para evaluar los elementos expuestos en el Campus Universitario de Paturpampa.
3. Realizar limpieza periódicamente del cauce del río Sasacha,
4. A las autoridades se recomienda, difundir a todo el personal de la Universidad de Paturpampa, sobre la identificación de peligros geológicos a fin de hacerles participe con planes de preparación, evacuación y acción ante la ocurrencia de nuevos eventos.

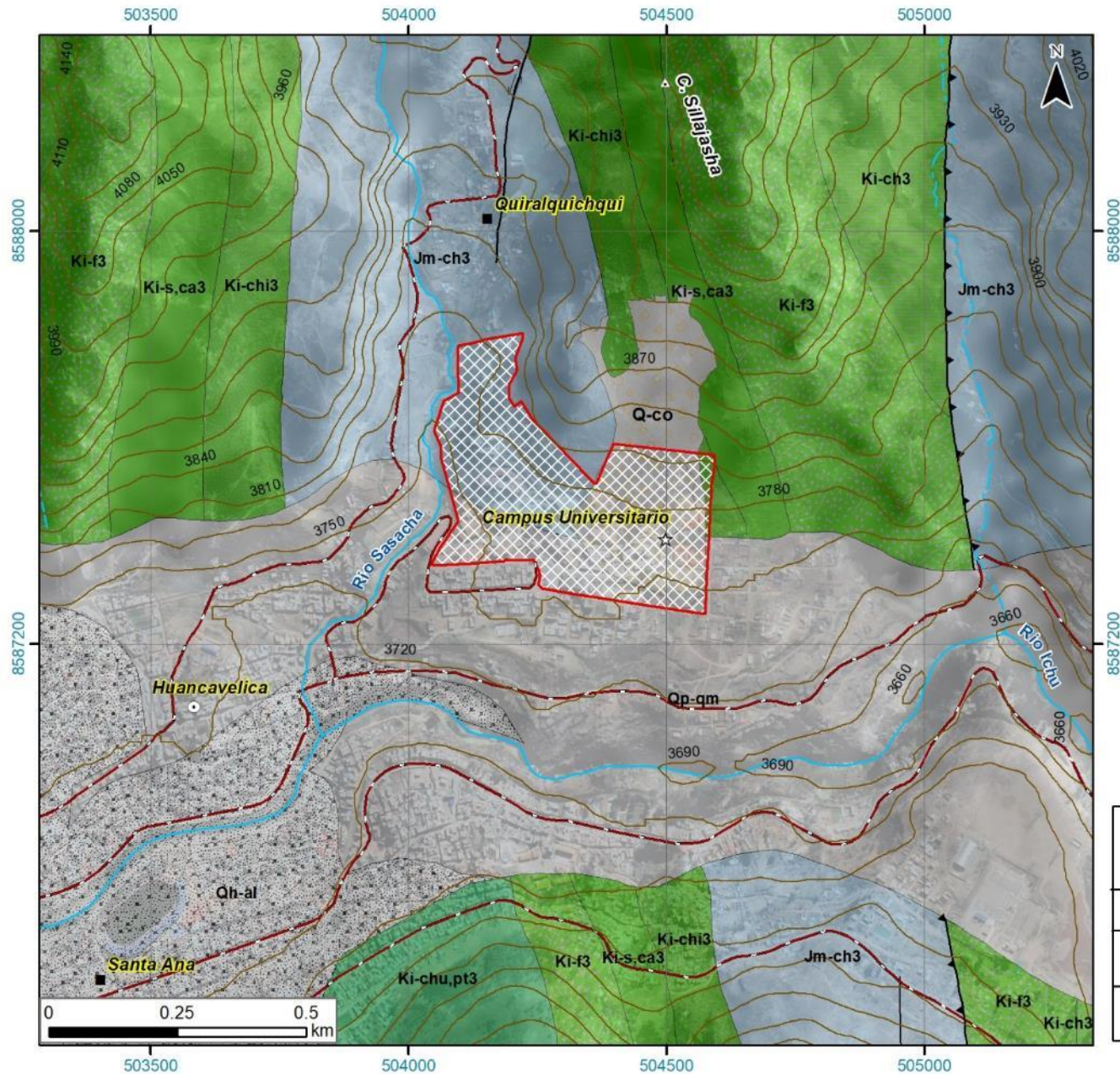
ESTRUCTURALES

1. Implementar sistemas de drenajes impermeabilizados que recolecten las aguas de lluvias en la vertiente coluvio- deluvial, para evitar la infiltración de aguas al suelo (que incrementan las presiones intersticiales), derivando las aguas a los ríos Ichu y Sasacha.
2. Realizar estudios geotécnicos para determinar el factor de seguridad de la ladera sur del cerro Sillajasha y plantear la posibilidad de realizar banquetas con drenes.
3. Realizar un estudio hidrogeológico para determinar la presencia se ojos de agua a la altura de la Facultad de Educación. Además, se recomienda captar las surgencias de aguas subterráneas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Köppen, W. (2010). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Clasificación de climas según temperatura, precipitación y ciclo estacional.). Petermanns Geogr. Mitt., 64, 193-203, 243-248.
- 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 Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
-
- Romero. D; Torres. V. (2003) Revisión y actualización del cuadrángulo de Huancavelica (26-n). Escala 1:50 000 <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2118>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Guía climática turística (en línea). Lima: SENAMHI, 216 p. (consulta: 03 junio 2015). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Suárez, J. (1996) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos, 282 p.
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. In: SCHUSTER, L. & KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.
- Vílchez, M.; Ochoa, M. & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Huancavelica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 69, 225 p., 9 mapas <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2479>.

ANEXO 1: MAPAS



SIMBOLOGIA

- Centros poblados
- Curvas de nivel
- - - Quebradas
- Ríos
- - - Vías de acceso
- ↕ Pliegues
- ▲ Falla inversa
- Falla de rumbo sinistral
- ▨ Campus universitario

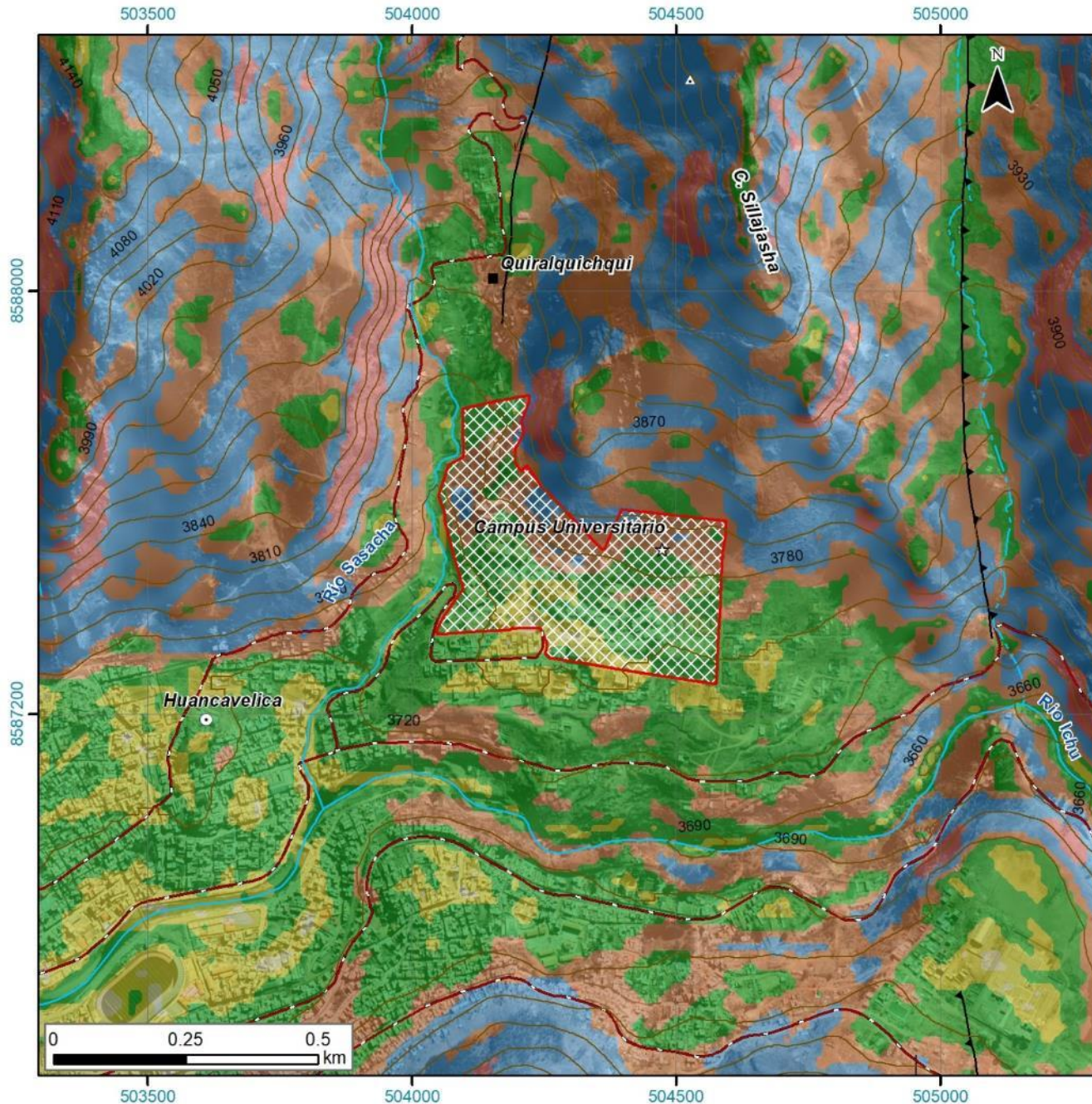
LEYENDA

- Q-co Depósito coluvial
- Q-al Depósito aluvial
- Qp-qm Depósito químico - travertino
- Ki-chu Formación Chúlec
- Jm-ch3 Formación Chayllacatana
- Ki-fi Formación Farrat
- Ki-s-ca Formación Carhuaz, Farrat
- Ki-chi Formación Chimú
- Ki-ch3 Formación Chunumayo

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

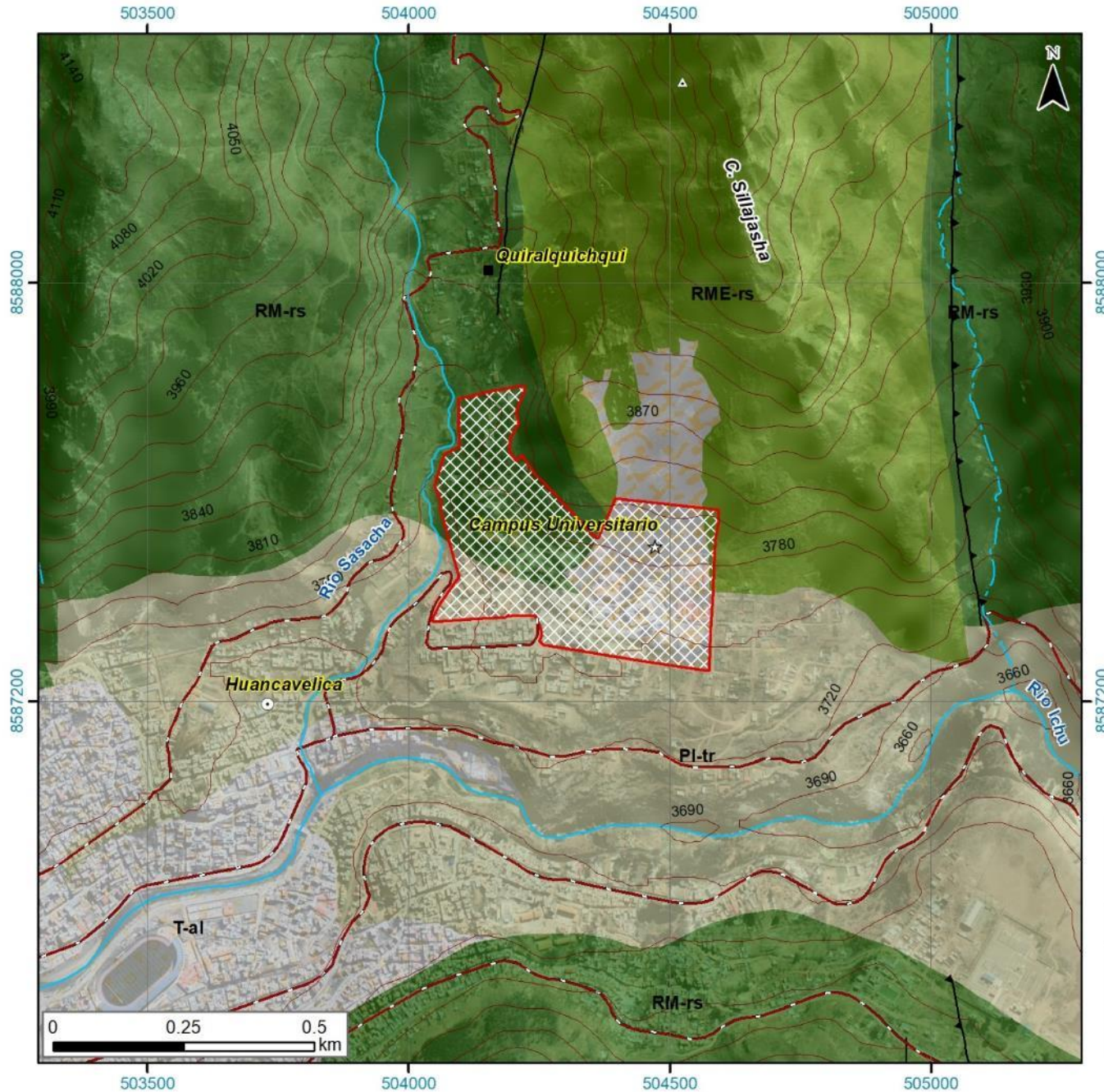
GEOLOGIA DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DE PATURPAMPA	MAPA
Escala 1:10 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: octubre 2022	1



SIMBOLOGIA	
■	Centros poblados
—	Curvas de nivel
---	Quebradas
—	Ríos
—	Vías de acceso
+	Pliegues
▲▲	Falla inversa
—	Falla de rumbo sinistral
▤	Campus universitario

LEYENDA	
Rango de pendientes	
0°-1°	Terreno llano
1°-5°	Inclinado con pendiente suave
5°-15°	Pendiente moderada
15°-25°	Pendiente fuerte
25°-45°	Pendiente muy fuerte
>45°	Pendiente escarpada

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
PENDIENTES DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DE PATURPAMPA	MAPA 2
Escala 1:10 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: octubre 2022	



SIMBOLOGIA

- Centros poblados
- Curvas de nivel
- Quebradas
- Ríos
- - - Vías de acceso
- + Pliegues
- ▲ Falla inversa
- ↔ Falla de rumbo sinistral
- ▤ Campus universitario

LEYENDA

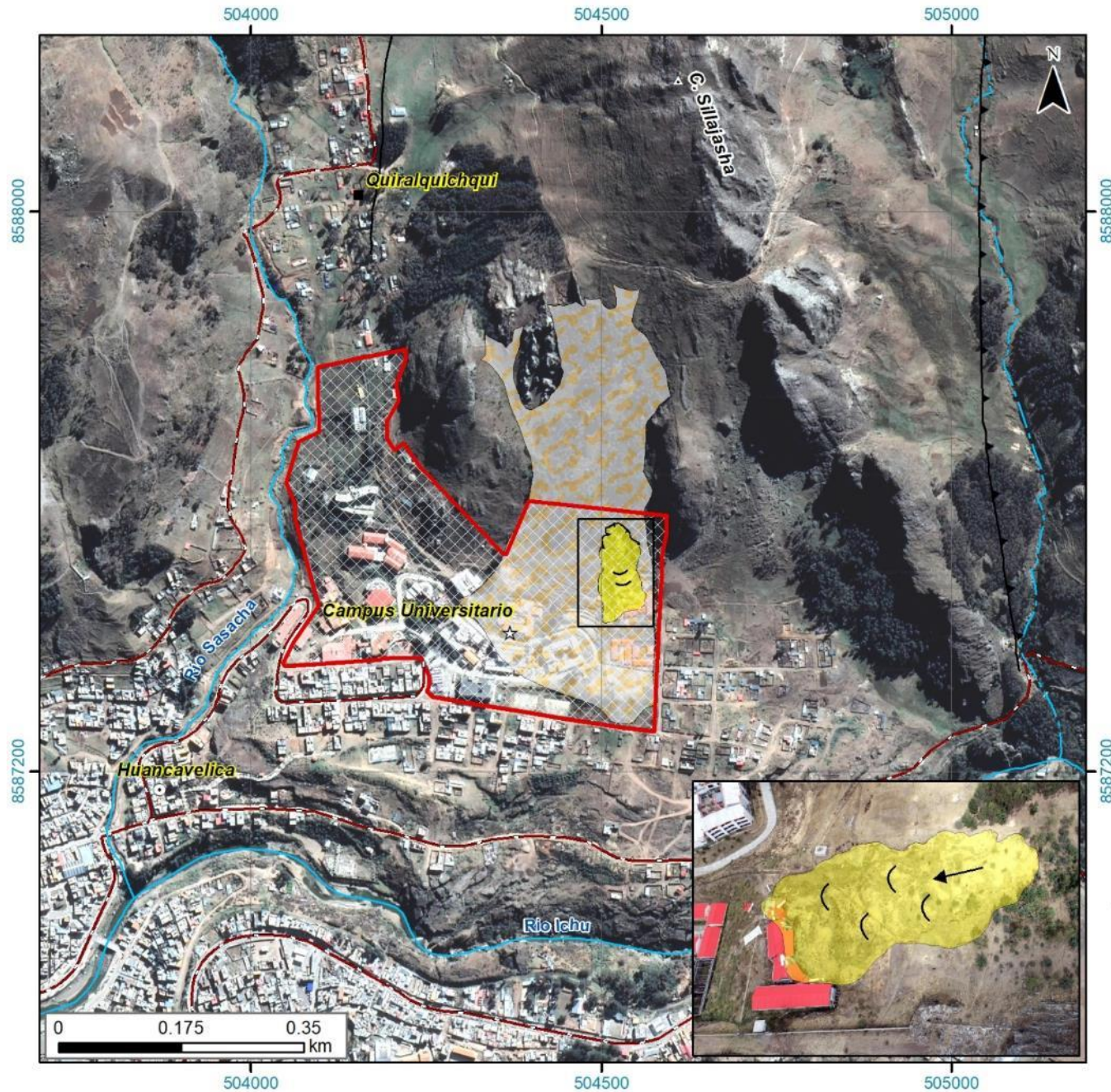
Unidades geomorfológicas

- V-dd Vertiente con depósito de deslizamiento
- T-al Terraza aluvial
- PI-tr Planicie de travertino
- RM-rs Montaña en roca sedimentaria
- RME-rs Montaña estructural en roca sedimentaria

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

GEOMORFOLOGIA DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DE PATURPAMPA	MAPA
Escala 1:10 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: octubre 2022	3



SIMBOLOGIA

- Centros poblados
- Escarpa
- Quebradas
- Ríos
- - - Vías de acceso
- + Pliegues
- ▲ Falla inversa
- ↔ Falla de rumbo sinistral
- Campus universitario

LEYENDA

Peligros geológicos y otros peligros

- Deslizamiento reactivado
- Depósito antiguo

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
PELIGROS GEOLÓGICOS DEL CAMPUS UNIVERSITARIO DE PATURPAMPA	MAPA 4
Escala 1:7 500 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: octubre 2022	