

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

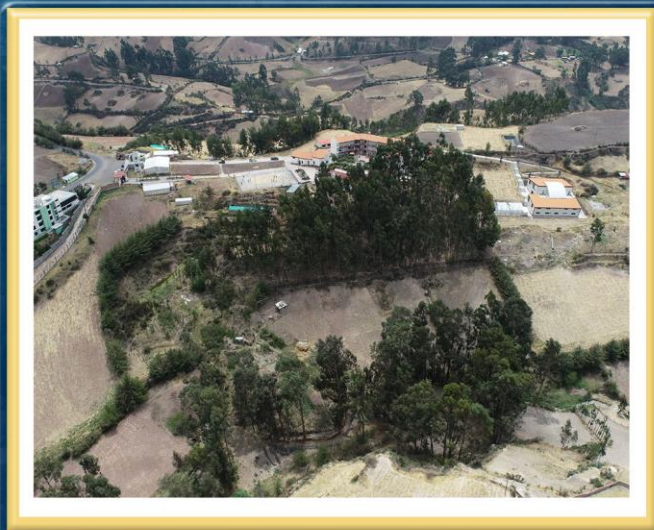
Informe Técnico N° A7401

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

Departamento Huancavelica

Provincia Acobamba

Distrito Acobamba



JULIO
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

Distrito Acobamba, provincia de Acobamba, departamento Huancavelica

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

Equipo de investigación:

*Guisela Choquenaira Garate
Gonzalo Luna Guillen*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación de peligros geológicos en el campus universitario de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Huancavelica. Distrito de Acobamba, provincia Acobamba; departamento Huancavelica*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7401, 30 p.

INDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Alcances.....	5
1.3. Antecedentes y trabajos anteriores	6
1.4. Aspectos generales.....	7
1.4.2. Accesibilidad	7
1.4.1. Clima	7
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	10
3.1. Pendientes del terreno.....	10
3.2. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	10
3.3. Unidades geomorfológicas.....	11
3.1.1. Unidad de colina y lomada	11
3.1.2. Unidad de piedemonte	11
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	12
4.1. Unidades Litoestratigráficas.....	12
4.2. Depósitos superficiales.....	12
4.2.1. Deposito coluvial.....	12
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	15
5.1. Movimientos en masa	15
5.2. Factores condicionantes.....	21
5.3. Factores desencadenantes.....	21
5.4. Factores Antrópicos	22
6. CONCLUSIONES.....	23
7. RECOMENDACIONES.....	24
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	25
ANEXO 1	26

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en el área del campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la jurisdicción distrital de Acobamba; en la provincia Acobamba, 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.

En el área evaluada afloran limo - arcillitas abigarradas intercaladas con areniscas grises medianamente fracturadas. Hacia el tope, se tiene una toba dacítica moderadamente meteorizada y muy fracturada. Parte de estos afloramientos se encuentran cubiertos por depósitos Cuaternarios de estructura masiva y textura arenosa, inconsolidados. Estas, presentan malas características ingeniero geológicas y se consideran poco competentes, susceptibles a la generación de movimientos en masa.

El actual relieve de la zona está modelado sobre colinas y lomadas de cimas subredondeadas y alargadas, con laderas de pendientes medias (5° - 15°), sobre la cual se encuentra la Facultad de Ciencias Agrarias. Sin embargo, en la ladera noroeste, en dirección a la quebrada Chillcahuayco, se tienen pendientes fuertes a muy fuertes (18° y 30°), lo que condiciona la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos.

En el pabellón C del campus Común Era Facultad de Ciencias Agrarias se muestran rajaduras en dirección norte - sur y noreste – suroeste, con aperturas 1.2 cm en promedio, los cuales según mencionan los pobladores incrementaron a partir del sismo ocurrido el 2007. Del mismo modo, nuevas rajaduras empezaron a producirse el 2022, debido a las lluvias intensa y/o prolongadas.

En la ladera suroeste del campus universitario se observaron movimientos de ladera; y derrumbes antiguos (inactivos latentes) y activos que abarcan un área aproximada de 1.50 ha, evidenciado por arboles inclinados en contra de la pendiente. Por otro lado, en el lado noroeste, el año 2007 se produjo un deslizamiento con un volumen de ~11 mil m^3 , que destruyó una infraestructura metálica. Este evento fue condicionado por la presencia de un manantial, ubicado en la zona posterior a la corona, el cual está saturando y humedeciendo el terreno.

Si bien es cierto, en el terreno no se evidencia agrietamientos, se considera que las condiciones geológicas propias del terreno, así como la presencia de depósitos superficiales inestables podrían contribuir a la presencia de agrietamientos de las paredes y piso de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas e ingeniero geológicas que se presentan en el área del campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias, se determina que el Pabellón C presenta **Peligro Medio - Alto** a derrumbes y deslizamientos. Es necesario realizar estudios geotécnicos (mecánica de suelos – cimentaciones) para determinar las causas de los agrietamientos y rajaduras en la infraestructura.

Se recomienda realizar sistemas de drenaje revestidos por encima de la corona del deslizamiento y derrumbe activo, así mismo, captar las aguas de manantial, y derivarlas al cauce de la quebrada Chillcahuayco. Finalmente, se recomienda consultar con el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres – CISMID, para el análisis de las construcciones realizadas.

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 en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Universidad Nacional de Huancavelica, según Oficio N°336-2022-UNH/R, en el marco de nuestras competencias se realizó una evaluación de peligros geológicos en el campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias, en cuya infraestructura se presentan rajaduras y fallas estructurales.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Guisela Choquenaira Garate y Gonzalo Luna Guillen, realizar la evaluación de peligros geológicos, el 14 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

- a) Identificar, evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que pueden afectar la infraestructura del campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias.
- b) Determinar los factores condicionantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Alcances

El informe permitirá conocer las características geológicas del macizo rocoso y depósitos cuaternarios sobre el cual se encuentra la infraestructura de la Universidad, sus implicancias en la generación de movimientos en masa que afecta la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agrarias; para lo cual se desarrolla las siguientes evaluaciones:

1.2.1. Investigaciones básicas

- Caracterización e identificación de los peligros geológicos que afectan la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agrarias, así mismo caracterizar la masa rocosa y depósitos cuaternarios involucrados, en base a un mapeo detallado.
- Evaluación de los factores detonantes que influyen sobre la estabilidad de la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agrarias (precipitaciones pluviales, sismos, actividad antrópica, entre otros).

1.4. Aspectos generales

1.4.1. Ubicación

El área evaluada se encuentra a la margen izquierda de la quebrada Chillcahuayco, al suroeste de la localidad de Acobamba, y 90 km al suroeste de Huancavelica. Políticamente, pertenece al distrito de Acobamba, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica (figura 2); en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) (tabla 1):

Tabla 1. Coordenadas del área evaluada.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	547194	8580330	12°50'30.13"	74°33'54.27"
2	547453	8580410	12°50'27.51"	74°33'45.68"
3	547633	8580043	12°50'39.44"	74°33'39.69"
4	547336	8579962	12°50'42.10"	74°33'49.54"
<i>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</i>				
C	547439	8580223	12°50'33.59"	74°33'46.14"

1.4.2. Accesibilidad

Se accede por vía terrestre desde la ciudad de Lima (Ingemmet-sede central), mediante la siguiente ruta (cuadro 1):

Cuadro 1. Rutas y accesos al área evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Huancavelica	Carretera asfaltada	427	8h 42 minutos
Huancavelica – Acobamba	Carretera asfaltada	89	2h 32 minutos
Acobamba – Campus universitario de Acobamba	Carretera asfaltada	1.5 km	5 minutos

1.4.1. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el distrito de Acobamba presenta un clima semiseco, frío, con deficiencias de lluvias en invierno y humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia, según 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 raster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo 2019-2022 fue de 30.2 mm. Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de noviembre a abril.

La temperatura anual oscila entre un máximo de 19.0°C en verano y un mínimo de 2.0°C en invierno. En ocasiones desciende a temperaturas ^{bajo} cero.

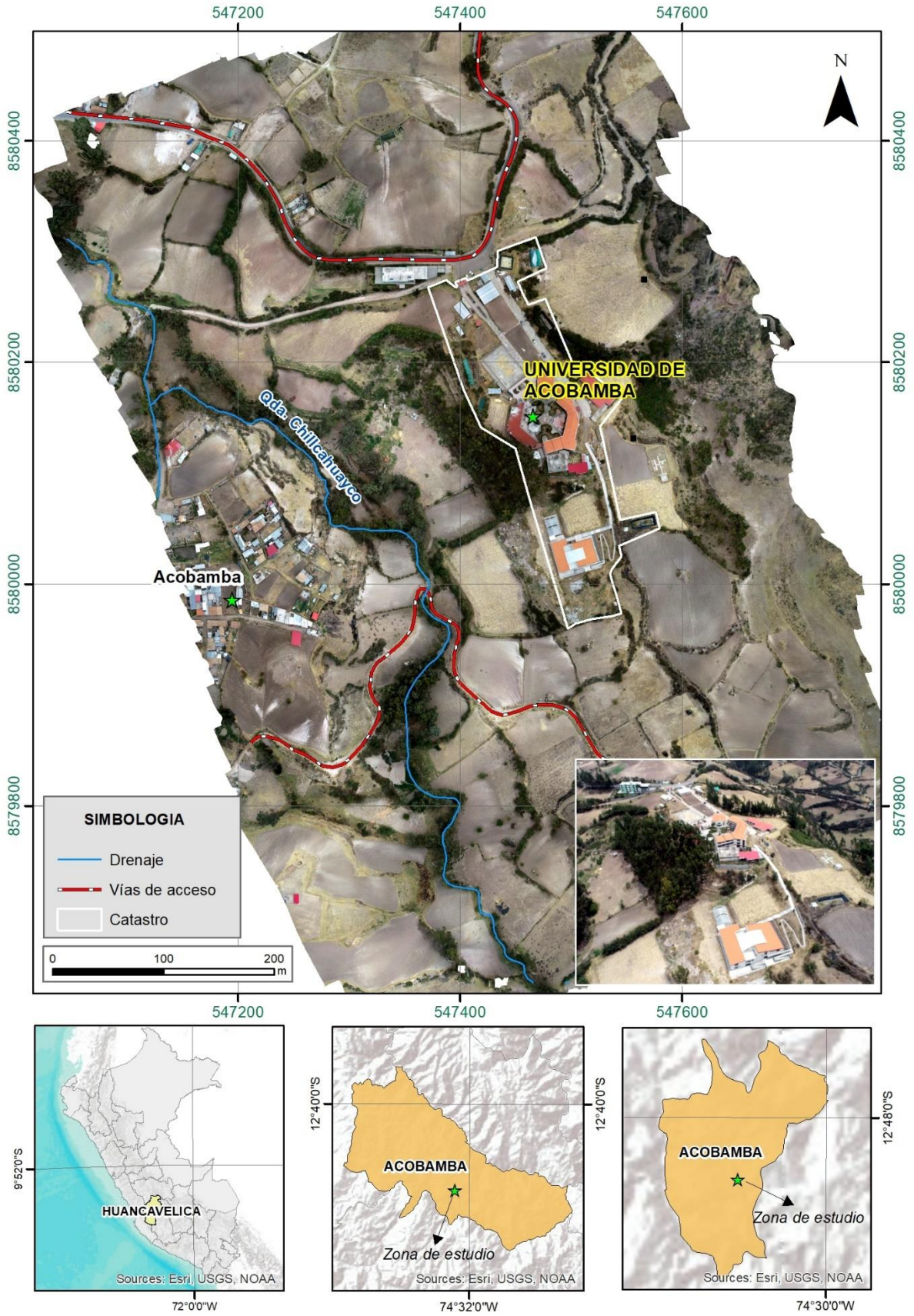


Figura 2. Mapa de ubicación del área evaluada.

2. DEFINICIONES

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

COLUVIAL Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

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).

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.

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

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 (Co, Ar), proceso de remoción en masa (Ar), remoción en masa (Ch), fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimiento ladero abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

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.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

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

Se consideraron seis rangos de pendientes que van de 0°-1° considerados como muy baja; 1°a 5° baja; 5°a 15° pendiente media; 15°a 25° pendiente fuerte; 25°a 45°pendiente muy fuerte; finalmente, mayor a 45° terreno abrupto.

En la figura 3A, se muestra el mapa de pendientes del actual relieve del campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias, elaborado en base al modelo de elevación digital de 0.07 m de resolución, obtenido a través de fotogrametría (Dron); donde se muestra que la cima donde se emplaza la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agrarias presenta pendiente media (5°-15°), con un cambio de pendiente fuerte (15°-25°) en la ladera suroeste, lo que condicionó la ocurrencia de movimientos en masa.

3.2. Modelo digital de elevaciones (MDE)

En la figura 3B, se presenta el mapa de alturas del área de estudio, que incluye el campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias, clasificados en tres niveles altitudinales, con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de elevaciones. Se observa que el deslizamiento desarrollado en la ladera suroeste de la Facultad inicia a una altura de 3200. Mientras que, la Facultad de Ciencias Agrarias de Acobamba de encuentra a 3220 m.

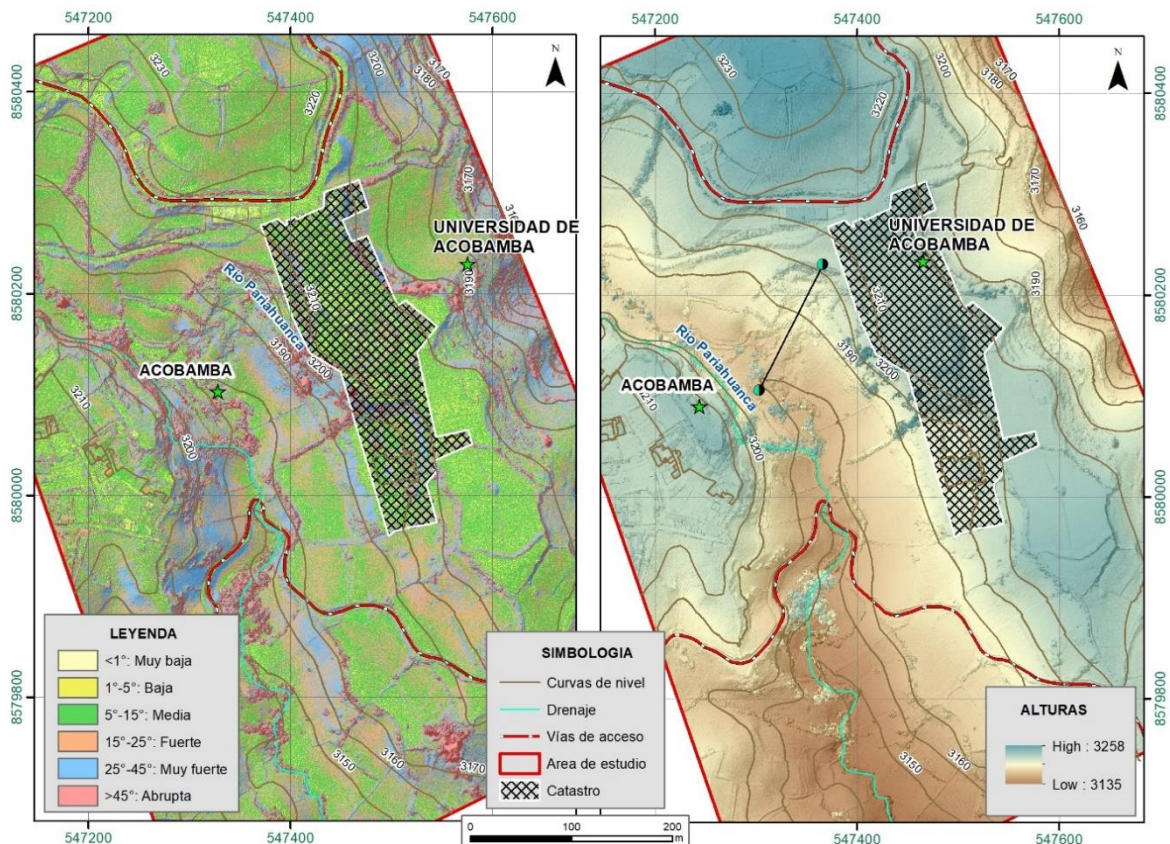


Figura 3. A) Mapa de pendientes de la Facultad de Ciencias Agrarias. B) Mapa de elevaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias

3.3. 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. De forma muy local, con vista hacia el noreste se aprecia en la figura 4.

3.1.1. Unidad de colina y lomada

Colina lomada en roca vulcano sedimentaria (CL-rvs): Relieve modelado sobre rocas vulcano - sedimentaria, de morfología variable, debido a la ocurrencia de movimientos en masa antiguos. Su composición litológica es limoarcillitas verdes, rojas y amarillentas intercaladas con areniscas grises y algunos estratos de tobas de la Formación Acobamba, de cimas subredondeadas a alargadas y laderas de pendientes que varían de medias (5°-15°) a fuertes (15°-25°).

3.1.2. Unidad de piedemonte

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

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

Estas geoformas se evidencian en la ladera suroeste (en dirección a la quebrada Chillcahuayco) que limita la cima donde se encuentra el campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias. Así mismo, se observa en la ladera noroeste.

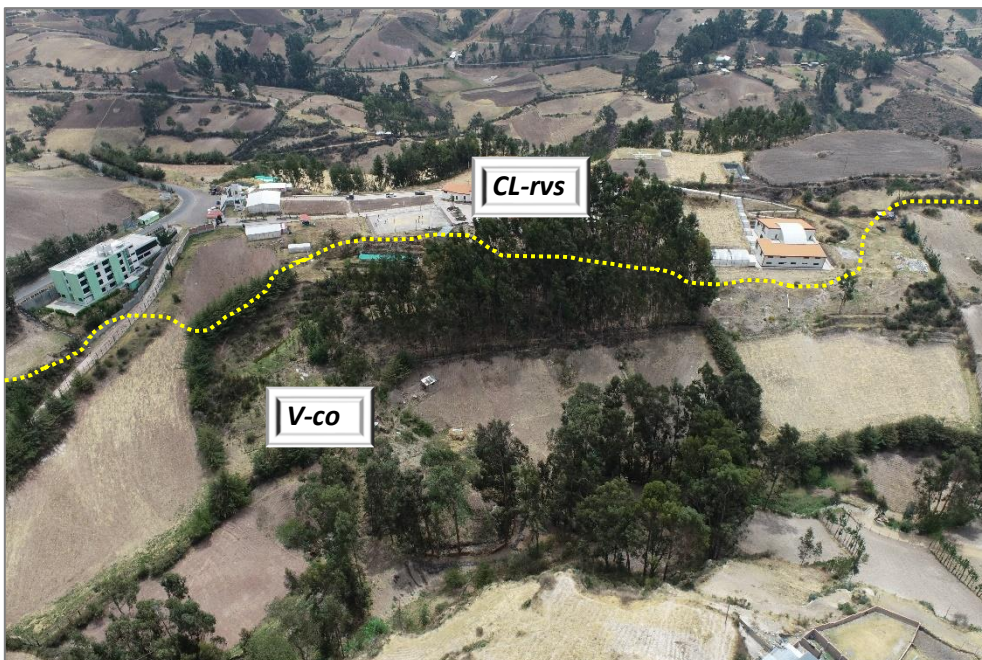


Figura 4. Subunidades geomorfológicas del área de estudio. CV-rvs: Colina y lomada en roca vulcano – sedimentaria. V-co: Vertiente coluvial.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología se desarrolló en base a la información obtenida en campo, apoyada en la carta Geológica 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, a escala 1/100 000, donde se presentan rocas vulcano - sedimentarias del Cenozoico y depósitos Cuaternarios, estos materiales a través de la cartografía y en base a la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas se completa en el mapa geológico, presentado en el mapa 1: Anexo 1.

4.1. Unidades Litoestratigráficas

La principal unidad litoestratigráfica que aflora en la zona de estudio corresponde a la Formación Acobamba; también se tiene depósitos coluviales, que han sido acumulados recientemente por acción de la gravedad.

4.1.1. Formación Acobamba (Ki-ca)

En el contexto regional, aflora como relleno sedimentario de las capas rojas en los alrededores de Acobamba. Además, esta unidad sobreyace en discordancia a los grupos Mitu y Pucará, y está cubierta en discordancia por las ignimbritas de la Formación Rumihuasi.

Está constituida esencialmente por areniscas, lutitas y conglomerados de color rojo ladrillo y a veces naranja, que adoptan buzamientos leves de menos de 30°, además se incluye dentro de esta Formación en la parte superior unos horizontes de cenizas volcánicas blancas.

De forma local, está conformada por limoarcillas verdes, rojas y amarillentas intercaladas con areniscas grises y algunos estratos de tobas, se presentan medianamente fracturadas a muy fracturadas y altamente meteorizadas (fotografía 1). Hacia el tope se encuentra el miembro superior, compuesta por toba dacítica, moderadamente meteorizada, denominada toba Rumihuasi (figura 5).

4.2. Depósitos superficiales

4.2.1. Deposito coluvial

Parte de los afloramientos se encuentran cubiertos por depósitos no consolidados de estructura masiva y textura arenoso, compuesto por bloques (5%), cantos (15%), grava - gravilla (25%) de formas subredondeadas a subangulosas, arenas de grano medio (35%), y limos (20%); de consistencia medio compacto, no plástico (fotografía 2).

Son suelos inconsolidados, presentan malas características geotécnicas y se consideran poco competentes, susceptibles a la generación de movimientos en masa, en particular deslizamientos y derrumbes (fotografía 3).



Fotografía 1: Vista de limoarcillitas verdes, rojas y amarillentas intercaladas con areniscas grises. Hacia el tope se tiene una toba dacítica, ligeramente meteorizada.



Figura 5. Vista de toba dacítica, moderadamente meteorizada corresponde al Miembro medio de la Formación Acobamba.



Fotografía 2. Depósito compuesto por bloques, cantos, grava - gravilla de formas subredondeadas a subangulosas, arenas de grano medio, presentan matriz areno-limosa (20%), de consistencia medio compacto, no plástico.



Fotografía 3. Presenta estructura masiva y textura arenoso. Son suelos inestables, presentan malas características geotécnicas y se consideran no competentes, susceptibles a la generación de movimientos en masa.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias, corresponden a movimientos en masa de tipo derrumbes, y deslizamiento antiguo y recientes (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). Estos peligros son resultado del proceso de modelamiento del terreno, condicionado por el contexto geológico (limoarcillitas verdes, rojas y amarillentas intercaladas con areniscas grises y algunos estratos de tobas medianamente fracturadas a muy fracturadas y altamente meteorizadas) y geomorfológico (ladera de colinas y lomadas empinada); así como la presencia de depósitos de eventos antiguos y la intervención antrópica (cultivo en el cuerpo de derrumbes antiguos), que conllevó a la reactivación y/o ocurrencia de derrumbes y deslizamientos (Anexo 1: Mapa 4).

5.1. Movimientos en masa

En la ladera suroeste del campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias se observó derrumbes inactivo latentes y activos que abarcan un área aproximada de 1.50 ha (figura 6), las cuales se han desarrollado sobre rocas vulcano – sedimentarias, conformado por limoarcillitas verdes, rojas y amarillentas intercaladas con areniscas grises y algunos estratos de calizas. Hacia el tope se tiene una toba dacítica, color blanquecino, en algunos sectores se aprecia amarillenta debido a la alteración de la roca; todas estas condiciones geológicas estarían facilitando las rajaduras en la infraestructura de la universidad y desplazamiento centimétrico a favor de la pendiente.

Según mencionan los pobladores, a partir del sismo ocurrido el 2007, las paredes y pisos del pabellón C de la Facultad de Ciencias Agrarias empezaron a evidenciar mayor agrietamiento, en dirección norte - sur y noreste – suroeste, con aperturas 1.2 cm en promedio (figura 7). Del mismo modo, nuevos agrietamientos empezaron a producirse el 2022, a partir de las lluvias intensa y/o prolongadas (fotografía 4). Además, en esta ladera, se empiezan a presentar árboles inclinados en contra de la pendiente, lo que nos infiere el movimiento de la ladera. Así también, se tiene terrenos de cultivo, el riego en exceso podría contribuir en acelerar la reactivación de estos movimientos (figura 8).

Adyacente a este derrumbe, en dirección al noroeste se presenta un deslizamiento tipo rotacional, con reactivación igualmente en el 2007 (figura 9), el cuerpo de dicho movimiento movilizo material con un volumen ~11 mil m³, compuesto por bloques (5%), cantos (15%), grava - gravilla (25%) de formas subredondeadas a subangulosas, inmersas en arenas de grano medio (35%), y limos (20%); de consistencia medio compacto, no plástico. Las dimensiones de este evento, presentan un salto de 1.50 m, 40 m de ancho en la zona media y aproximadamente 110 m entre la corona y pie del evento, que destruyó una infraestructura metálica (fotografía 5). Es importante mencionar que, en este sector se observa la presencia de un manantial, hacia la parte posterior (corona), el mismo que se determina como un almacenador de agua, que ha formado una pequeña laguna con un ancho aproximado de 3.5 m y una longitud de 18 m (figura 10).

Las graderías de la nueva construcción del Laboratorio, localizado al sureste de la Facultad de Ciencias Agrarias, que presenta como base de cimentación depósitos coluviales, recientemente empezaron a mostrar desplazamientos, con aperturas centimétricas a favor de la pendiente muy empinada (30°), lo que estaría favoreciendo las rajaduras de la infraestructura; y algunos asentamientos del terreno.

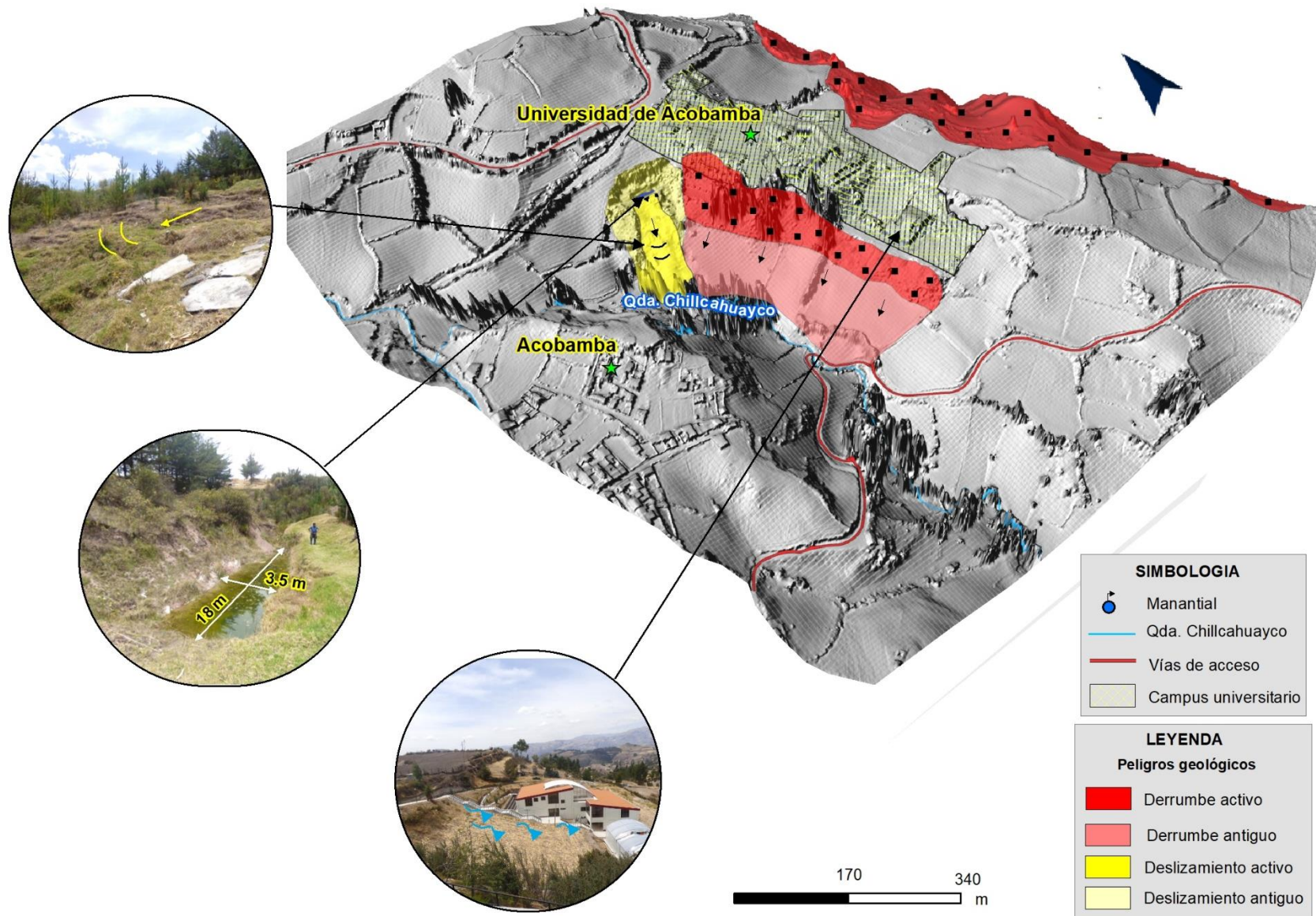


Figura 6. Peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el campus de la Facultad de Ciencias Agrarias de Acobamba.

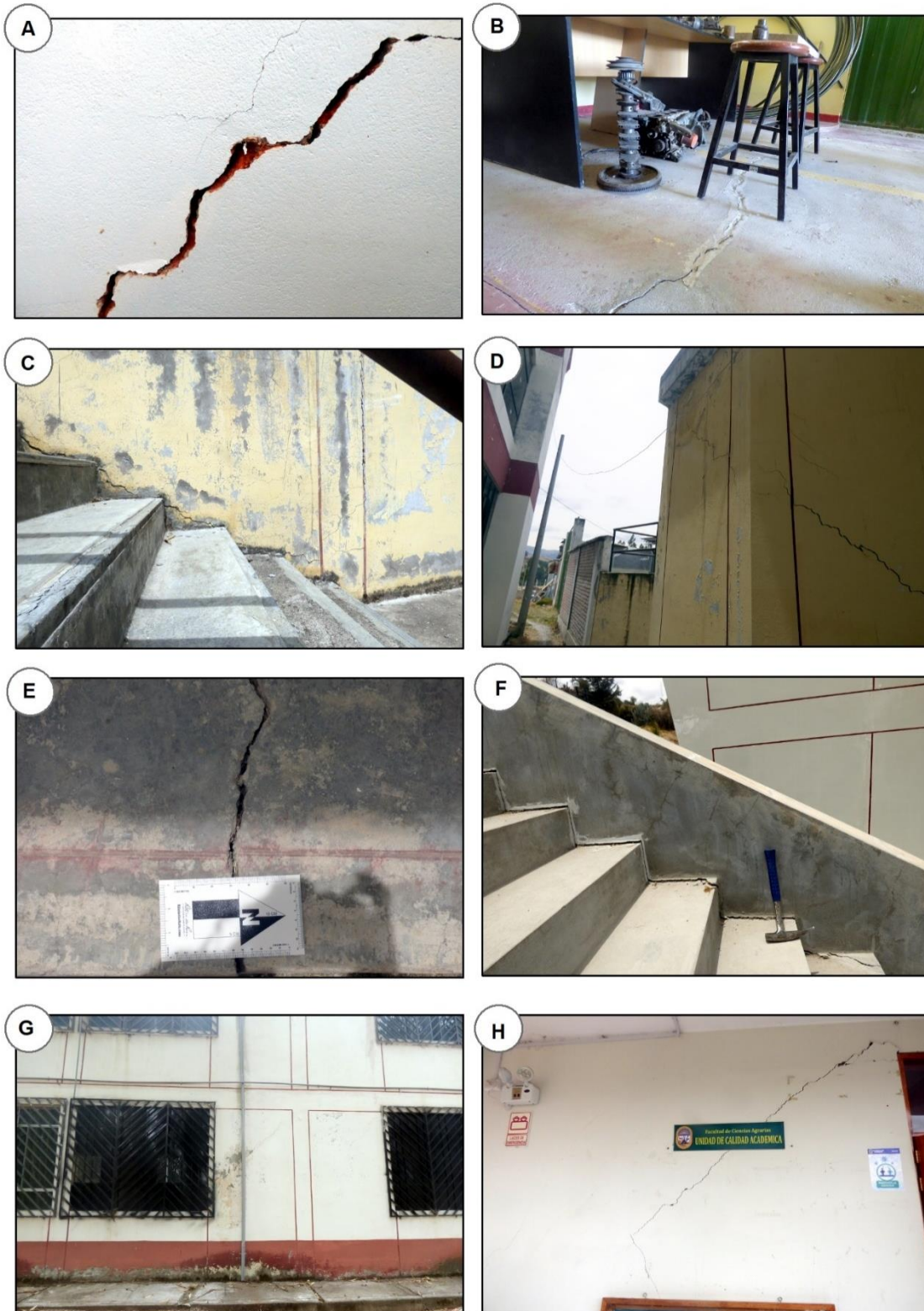


Figura 7. Vista de la infraestructura de Ciencias Agrarias con fallas: a y d). Pared agrietada en dirección noreste. b y e) Piso agrietado con apertura milimétrica. c) Gradas de laboratorio con evidencia de rajaduras f) Gradas de la nueva construcción agrietada a favor de la pendiente (30°). g) Paredes resanadas de agrietamientos antiguos. h) Nuevos agrietamientos en el Pabellón de la Unidad de Calidad Académica, los cuales empezaron a producirse el 2022, a partir de las lluvias intensa y/o prolongadas.



Fotografía 4. Denlazamiento de aproximadamente 3 cm, en la infraestructura del Pabellón de Ciencias Agrarias, a favor de la pendiente.



Figura 8. a, b, Arboles inclinado en contra de la pendiente (15° - 35°) considerado de medía a fuerte, ello evidencia la actividad del evento.

Por otro lado, el inadecuado sistema de drenaje de agua pluvial, podría ocasionar la ocurrencia de nuevos movimientos en masa, ya que el agua que discurre por la ladera suroeste del campus universitario, está generando erosión, formando un canal de 0.50 m de profundidad y un ancho promedio de 0.60 m (figura 11) y cuyas aguas drenadas sobre dicho canal son vertidas al terreno, generando de esa manera mayor saturación y humedecimientos del suelo.



Figura 9. Vista del deslizamiento reactivado el año 2007, presenta un salto de 1.50 m, 40 m de ancho en la zona media y aproximadamente 110 m entre la corona y pie del evento, que destruyó una infraestructura metálica.



Fotografía 5. Deslizamiento que afectó la infraestructura metálica.



Figura 10. Vista de manantial, ubicado en la zona posterior a la corona, con un ancho aproximado de 3.5 m y una longitud de 18 m.



Figura 11. Formación de carcavamiento, a partir de la erosión que genera el agua de escorrentía pluvial.

5.2. Factores condicionantes

Se detalla los principales factores que podrían condicionar la ocurrencia de peligros geológicos, así como, las manifestaciones de estos eventos a través de las paredes agrietadas en la infraestructura de la Facultad de Ciencias Agrarias de Acobamba.

5.2.1. Litología del substrato y tipo de suelo

Las características del macizo rocoso, conformada por limoarcillitas verdes, rojas y amarillentas intercaladas con areniscas grises y algunos estratos de tobas dacítica, ligeramente meteorizada, denominada toba Rumihuasi, que en conjunto se presentan de medianamente fracturadas a muy fracturadas y altamente meteorizadas, facilitan la ocurrencia de movimientos en masa, como derrumbes y deslizamientos. Todas estas características del macizo rocoso, son consideradas como calidad geotécnica de regular a mala.

La presencia de depósitos no consolidados (compuesto por bloques, cantos, grava - gravilla, arenas de grano medio, y limos) en la ladera suroeste, de estructura masiva, textura arenosa; de consistencia medio compacto y no plástico; ha permitido la reactivación del deslizamiento.

Además, estos son suelos inestables, presentan malas características geotécnicas y se consideran no competentes, no adecuados para cimentación; y por evidencias de campo se cataloga este depósito, como una zona inestable.

5.2.2. Pendiente del terreno

La ladera suroeste presenta pendientes que varían de media (5°-15°) a muy fuerte (25°-45°), ello podría contribuir en la ocurrencia de nuevos movimientos en masa, y por ende mayor afectación de la infraestructura.

5.2.3. Aguas subterráneas

En la ladera suroeste y por encima del deslizamiento reactivado se tiene tres puntos de surgencia de agua visibles, los cuales están alimentando al ojo de agua de aproximadamente 1 m de profundidad visible. La infiltración de estas aguas sobre el terreno podría saturar y acelerar la reactivación de futuros eventos

5.3. Factores desencadenantes

5.3.1. Precipitaciones pluviales

Índices altos de pluviosidad (estacional) o regímenes excepcionales. Saturan los suelos y/o rocas, aumentan las presiones del terreno al infiltrarse por discontinuidades, grietas y la sobrecarga debido a su propio peso. Absorción de agua por minerales arcillosos en suelos adhesivos, produciendo saturación de los mismos.

5.3.2. Sismos

Según mencionan los pobladores, a partir del sismo ocurrido el 2007, las paredes y pisos del pabellón C de la Facultad de Ciencias Agrarias empezaron a evidenciar mayor agrietamiento, en dirección norte - sur y noreste – suroeste, con aperturas 1.2 cm en promedio.

Es importante mencionar que, según el Reglamento Nacional de Edificaciones D.S. N° 003-2016-VIVIENDA, la región Huancavelica se encuentra en una zona sísmica alta.

5.4. Factores Antrópicos

En la ladera suroeste se tiene corte de talud, para el trabajo de plantaciones de los estudiantes con fines investigativos, modificando la ladera, todas estas modificaciones deben ser realizadas previo estudio geotécnicos, ya que nos encontramos con suelos inestables, fácilmente removibles.

Así también, en el cuerpo de derrumbe antiguo se tiene terrenos de cultivo, el riego en exceso podría saturar y humedecer el terreno, lo que conllevaría a la reactivación de un evento de mayor magnitud, considerando que en esa zona se tiene suelos inestables.

6. CONCLUSIONES

1. El área de estudio se encuentra sobre rocas vulcano sedimentarias conformado por limo - arcillitas abirragadas intercaladas con areniscas grises. Hacia el tope se tiene una toba dacítica, moderadamente meteorizada y muy fracturada. Así también parte de estos afloramientos se encuentran cubiertos por depósitos inconsolidados, constituidos por bloques, cantos, grava - gravilla, arenas de grano medio, y limos. Según sus características ingeniero geológica, son suelos incompetentes, susceptibles a la generación de movimientos en masa.
2. En el contexto morfológico, se asienta sobre terrenos de colina y lomadas, de cimas subredondeadas y alargadas, de pendiente media (5° - 15°), con cambio a pendientes fuertes a muy fuertes (18° a 30°) en la ladera noroeste, lo que favorece la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos.
3. En la ladera suroeste del campus universitario se observaron movimientos de ladera; y derrumbes antiguos (inactivos latentes) y activos que abarcan un área aproximada de 1.50 ha, evidenciado por árboles inclinados en contra de la pendiente. Por otro lado, en el lado noroeste, el año 2007 se produjo un deslizamiento con un volumen de ~11 mil m^3 , que destruyó una infraestructura metálica. Se considera que ambos procesos de movimiento en masa son condicionados por las características intrínsecas del terreno, como el fracturamiento y meteorización del macizo rocoso, así como la presencia de depósitos inestables y agua subterránea.
4. En específico, en el pabellón C de la Facultad de Ciencias Agrarias, se presentan rajaduras de dirección norte - sur y noreste – suroeste, las mismas que según versión de los pobladores, han ido creciendo e incrementándose a raíz del sismo ocurrido en agosto del 2007. De igual forma, nuevas rajaduras presentadas en el 2022, empezaron a producirse con los episodios de lluvias intensa y/o prolongadas. Todas estas rajaduras se presentan en la infraestructura y construcción, aún no presentes en la superficie del terreno como agrietamientos; pero las condiciones geológicas propias del terreno podrían contribuir a la presencia de agrietamientos de las paredes y piso de la Facultad de Ciencias Agrarias.
5. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa que se configuran en el campus universitario Común Era Facultad de Ciencias Agrarias se determina que principalmente el Pabellón C presenta **Peligro Medio - Alto** a derrumbes y deslizamientos. Es necesario realizar estudios geotécnicos (mecánica de suelos – cimentaciones) para determinar las causas de los agrietamientos y rajaduras en la infraestructura.

7. RECOMENDACIONES

NO ESTRUCTURALES

1. Realizar un estudio geotécnico-estructural (mecánica de suelos y cimentaciones) de la infraestructura del Pabellón C de la Facultad de Ciencias Agrarias, con el propósito de verificar la resistencia de la estructura. Para este estudio se recomienda consultar con el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres – CISMID.
2. Realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR), para evaluar los elementos vulnerables de la Facultad de Ciencias Agrarias en el Campus Universitario de Acobamba.
3. Reforestar las laderas desprovistas de vegetación con plantaciones nativas de la zona de estudio, con el fin de atenuar la erosión de las laderas.
4. A las autoridades se recomienda, difundir a la comunidad en general, sobre la identificación de las zonas de peligro alto en sus jurisdicciones, a fin de hacerles participe en los planes de preparación, evacuación y acción ante la ocurrencia de estos eventos.

ESTRUCTURALES

1. Mejorar el sistema de drenaje pluvial, este debe ser canalizado y derivado hacia la quebrada Chillcahuayco.
2. Se recomienda implementar sistemas de drenajes impermeabilizados por encima de la corona del deslizamiento y derrumbe, el cual cumplen la función de recolectar las aguas de lluvias, de esa manera se podrá evitar la infiltración de aguas al suelo (que incrementan las presiones intersticiales). Estas obras de mitigación pueden ser complementadas con canales de entrega, es decir, que deriven las aguas del canal de zanja de coronación hacia ríos o quebradas próximas, en este caso hacia la quebrada Chillcahuayco.



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



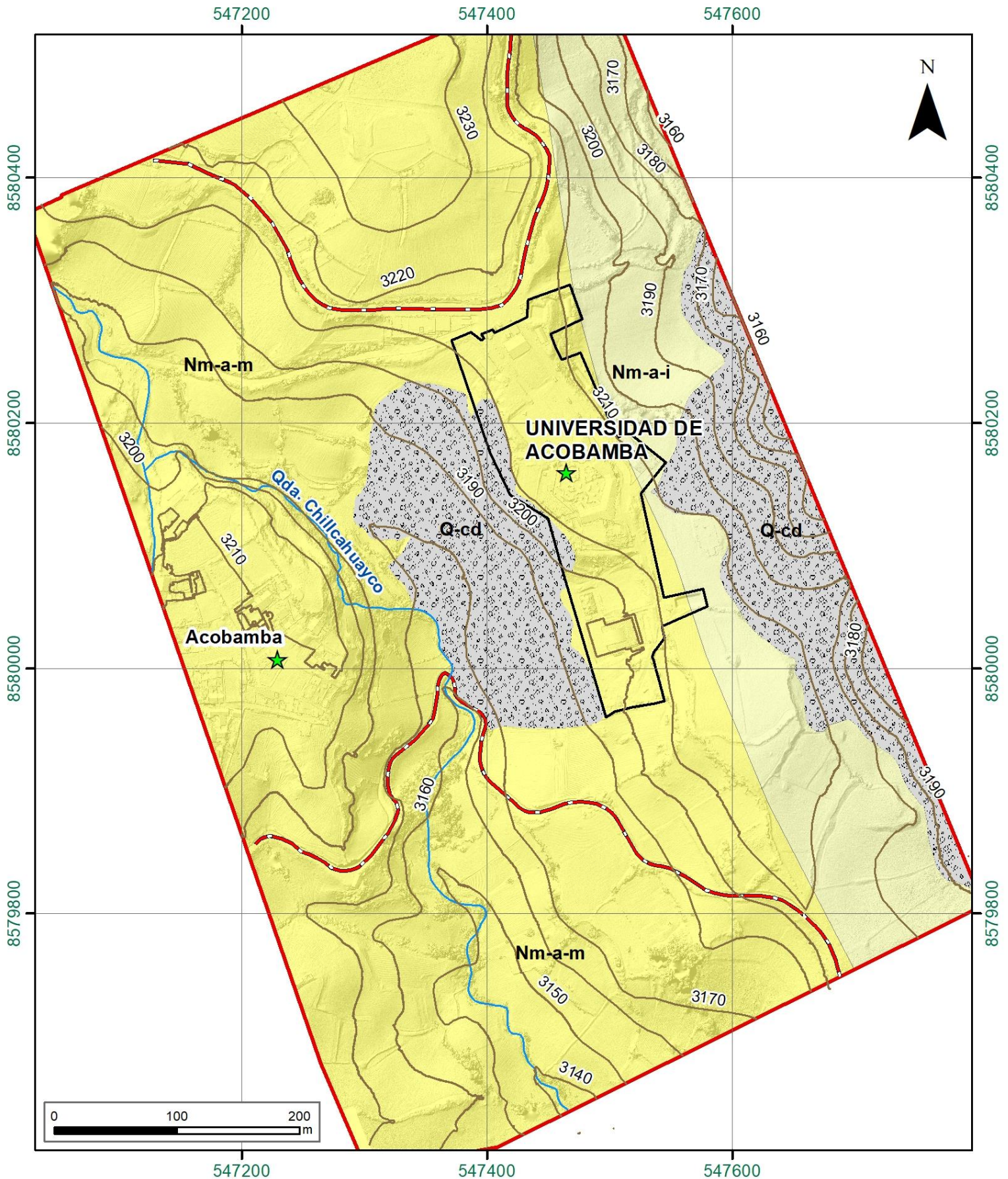
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Cobbing, E.J.; Sánchez, A.; Martínez, W. & Zárate, H. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j. Ingemmet, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 76, 297 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/199>.
- 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, Transportati3n 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


ANEXO 1

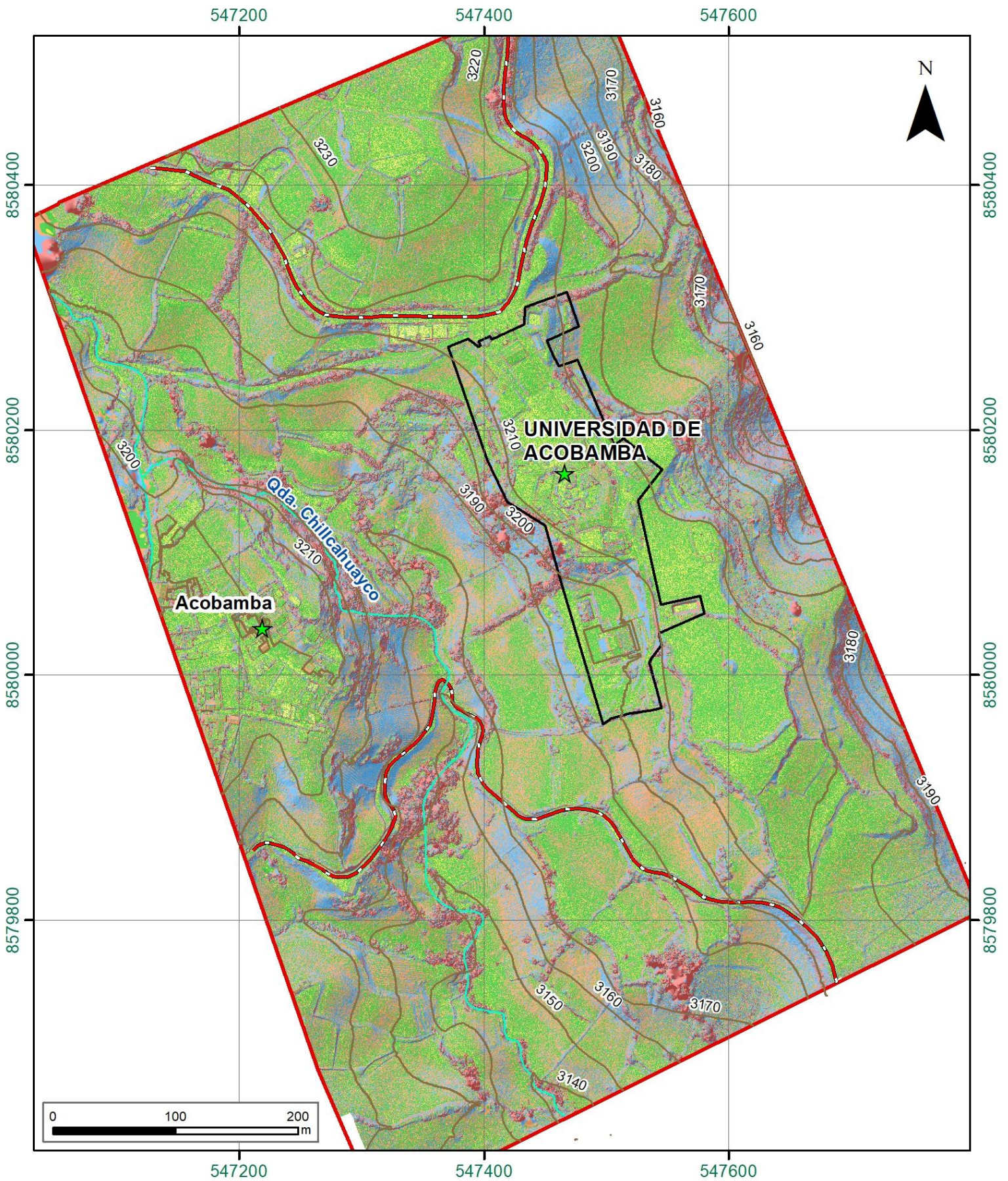
MAPAS DEL CAMPUS UNIVERSITARIO COMÚN ERA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS










LEYENDA	
<i>Unidades litológicas</i>	
	Depósito coluvio deluvial
	Nm-a-m: Fm. Acobamba
	Nm-a-i: Fm. Acobamba


SIMBOLOGIA	
	Curvas de nivel
	Drenaje
	Vías de acceso
	Catastro

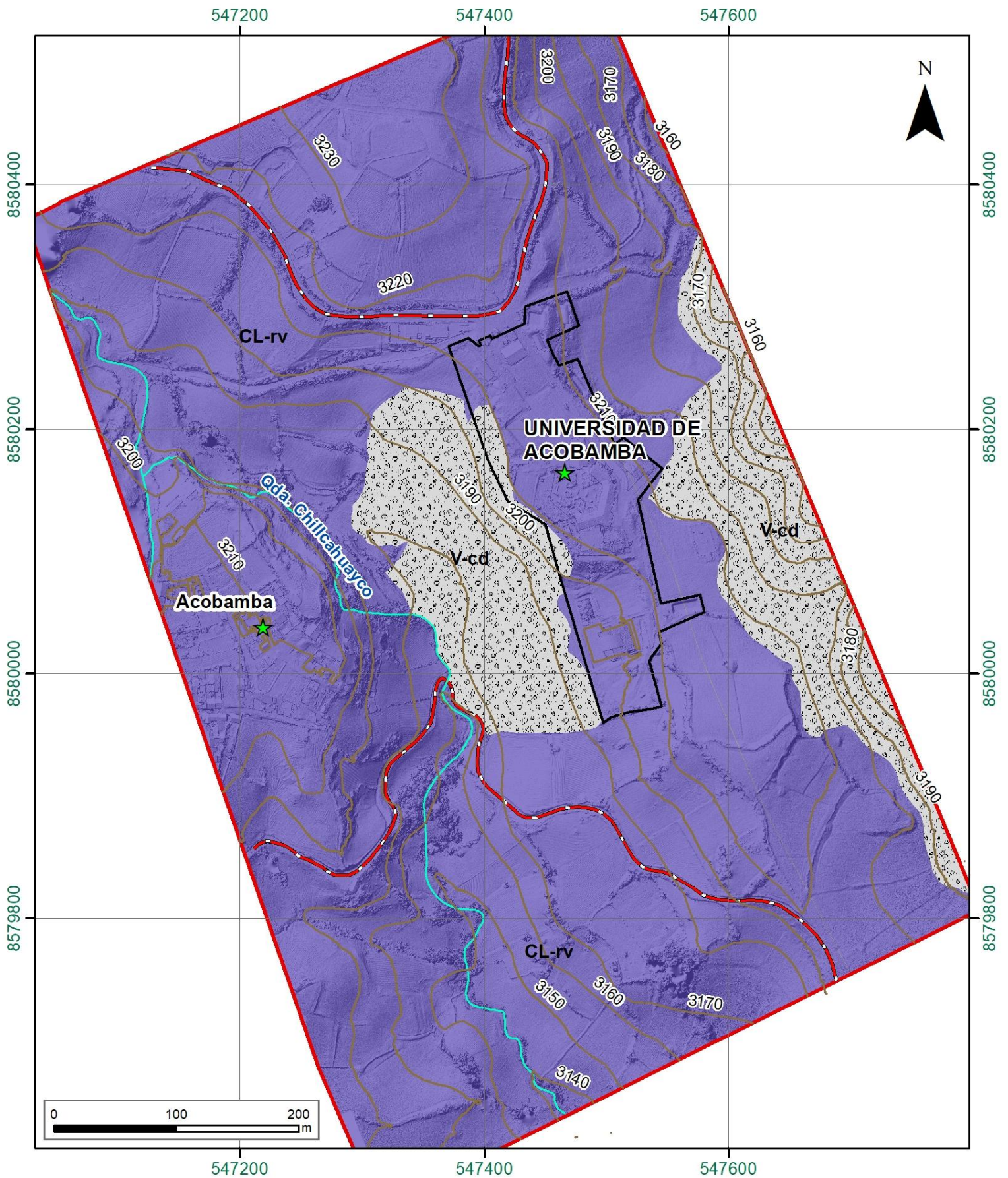
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
MAPA GEOLÓGICO	
Escala 1:4 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: octubre 2022	
1	



LEYENDA	
	<1°: Muy baja
	1°-5°: Baja
	5°-15°: Media
	15°-25°: Fuerte
	25°-45°: Muy fuerte
	>45°: Abrupta

SIMBOLOGIA	
	Curvas de nivel
	Drenaje
	Vías de acceso
	Catastro

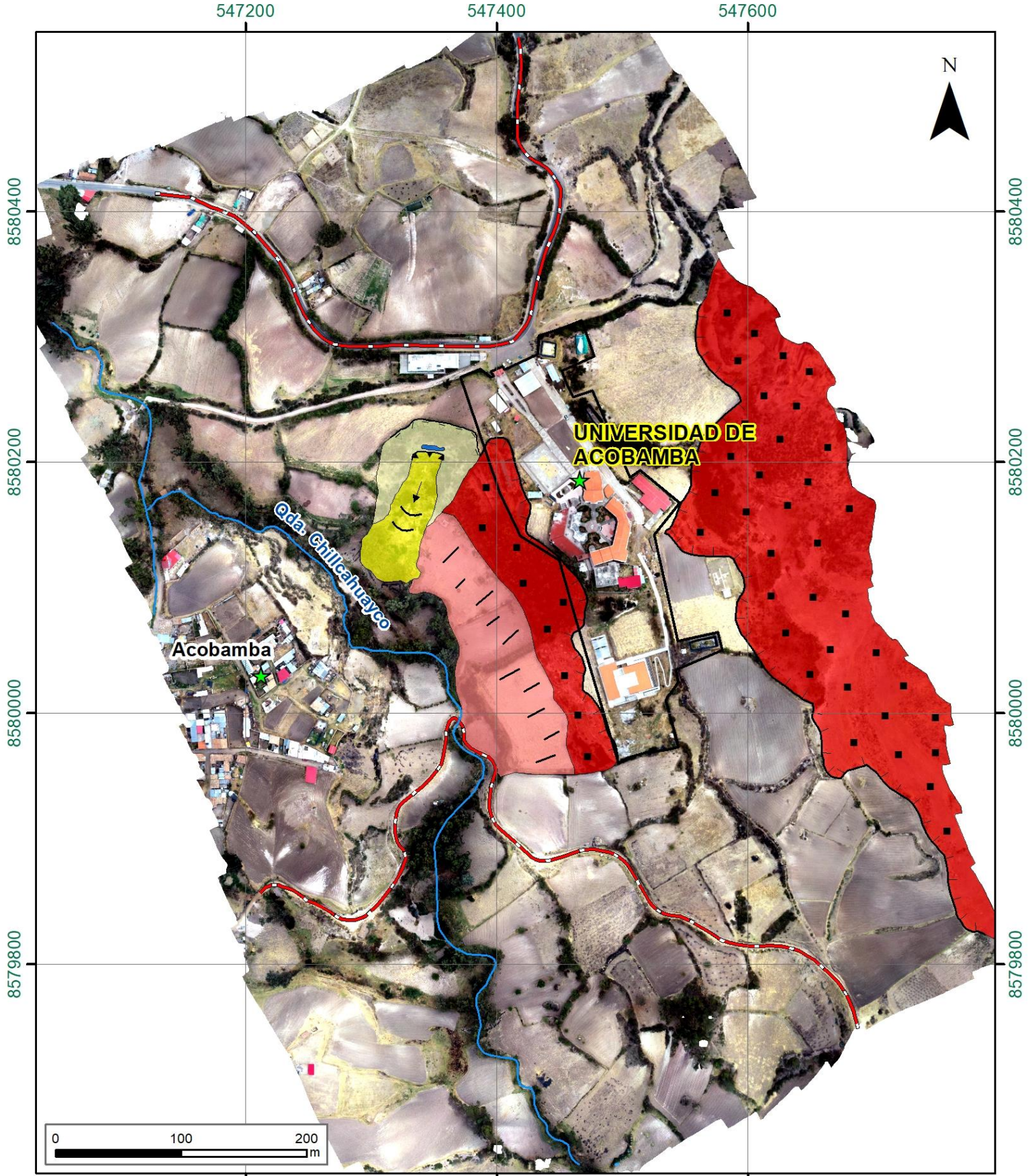
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
MAPA DE PENDIENTES	2
Escala 1:4 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: octubre 2022	



LEYENDA	
Unidades geomorfológicas	
	Vertiente coluvio deluvial
	Colina - Lomada en roca vulcano-sedimentaria

SIMBOLOGIA	
	Curvas de nivel
	Drenaje
	Vías de acceso
	Catastro

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
MAPA GEOMORFOLÓGICO	3
Escala 1:4 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: octubre 2022	



LEYENDA	
Peligros geológicos	
	Deslizamiento activo
	Deslizamiento antiguo
	Derrumbe
	Derrumbe antiguo

SIMBOLOGIA	
	Zona de derrumbe
	Escarpa antigua
	Escarpa reciente
	Drenaje
	Vías de acceso
	Catastro

<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
<p>ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL</p>	
<p>MAPA DE CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS</p>	<p>4</p>
<p>Escala 1:4 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: octubre 2022</p>	