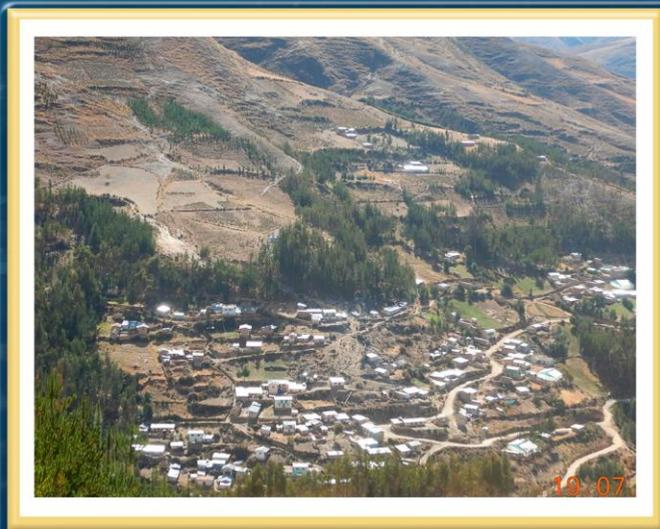


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7453

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR REPTACIÓN Y DESLIZAMIENTOS EN LA COMUNIDAD DE QUISINSAYA

Departamento Cusco
Provincia Quispicanchi
Distrito Ceatcca



NOVIEMBRE
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR REPTACIÓN Y DESLIZAMIENTOS EN LA COMUNIDAD DE QUISINSAYA

Distrito Ccatcca, provincia Quispicanchi, departamento Cusco

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

Equipo de investigación:

David Prudencio Mendoza

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligros geológicos por reptación y deslizamientos en la comunidad de Quisinsaya. Distrito Ccatcca, provincia Quispicanchi, departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7453, 30 p.

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Objetivos del estudio	3
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	3
1.3. Aspectos generales	4
1.3.1. Ubicación.....	4
1.3.2. Accesibilidad.....	5
1.3.3. Clima.....	5
2. DEFINICIONES	6
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	7
3.1. Unidades litoestratigráficas	7
3.1.2. Depósitos recientes	8
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	9
4.1. Pendientes del terreno	9
4.2. Unidades geomorfológicas	9
4.2.1. Unidad de montañas.....	9
4.2.2. Unidad de piedemonte.....	9
5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS	10
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	10
5.2. Factores condicionantes	15
5.3. Factores detonantes o desencadenantes	16
6. CARACTERIZACIÓN DE ÁREAS PROPUESTAS PARA REUBICACIÓN ..	16
6.1. Zona propuesta (sector Chuñomazana)	17
6.2. Zona propuesta (sector Picotayoc)	18
RECOMENDACIONES	22
ANEXO 1: MAPAS	24
ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES	30

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por reptación y deslizamientos, en la comunidad Quisinsaya, en la jurisdicción del distrito Ccatcca, provincia Quispicanchi y departamento Cusco. 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.

Las unidades litológicas que afloran en el sector corresponden a meta pelitas micáceas verdes, las que se presentan muy fracturadas y moderadamente meteorizadas pertenecientes al Grupo Cabanillas; las que se encuentran cubiertas por depósitos coluvio deluviales poco consolidados, conformados por bloques de hasta 30 cm de diámetro (20 %) y gravas (40 %) en matriz limos arcillosa (40%).

Las unidades geomorfológicas en el sector pertenecen a montañas modeladas en rocas sedimentarias y de vertientes coluvio deluviales; con laderas que presentan pendientes fuertes a muy fuerte (15°- 45°).

En la comunidad Quisinsaya, se aprecian escarpas de deslizamientos antiguos, sobre sus cuerpos se han generado procesos de reptación de suelos, que se encuentran activos, los movimientos se intensifican en época de lluvias por la infiltración y sobrecarga de agua al suelo.

Se presentan 16 deslizamientos antiguos, sus coronas principales presentan longitudes entre 143 m 37 m y con saltos de hasta 2 m. Afectó un área de 9.7 ha,

La reptación de suelos se caracteriza por presentar un terreno disturbado con pequeños saltos, dentro de las viviendas se pueden apreciar grietas de hasta 5 cm de apertura y salto promedio de 1 cm.

Las reptaciones están afectando toda la comunidad de Quisinsaya, un total de 75 viviendas, en el suelo y los muros de viviendas se aprecian agrietamientos, además los postes del sistema de energía eléctrica de la comunidad se encuentran inclinados (inestables).

Se concluye que la comunidad de Quisinsaya es considerado como **zona crítica de peligro muy alto** a la reactivación de deslizamientos en forma de reptaciones. Este evento se desencadenó por lluvias intensas y/o prolongadas; también se podría reactivar por sismos.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes, las cuales deben ser tomadas en cuenta por las autoridades competentes; en primer lugar, se debe reubicar las viviendas que fueron afectadas por la reptación de suelos.

Para evitar que la reptación de suelos siga avanzando ladera abajo, es necesario realizar zanjas de coronación y drenaje en forma de espina de pescado impermeabilizado en los cuerpos de los deslizamientos y forestar toda la comunidad, entre otros.

La zona propuesta para la posible reubicación, se encuentra sobre meta areniscas intercaladas con lutitas pizarrosas, que se presentan medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, de acuerdo a la geomorfología se encuentra sobre subunidad de montaña en roca sedimentaria con pendiente del terreno entre moderada a fuerte (5° - 25°), además, se identificó un evento de erosión en surco y un

deslizamiento con longitud de 30 m, escarpa con salto de 30 cm y un distancia dela corona al pie de 6m.

El sector **Picotayoc** se considera como zona favorable para el reasentamiento poblacional. Se observó un proceso de erosión en surco, como también un deslizamiento con una longitud de 6 m y salto de 30 cm. Los cuales son mitigables, mediante un sistema de forestación y canalización de las aguas pluviales.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital del Ccatcca, según Oficio N° 100-2023-MDCC/Q, es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la comunidad de Quisinsaya, por encontrarse en peligro ante “deslizamientos y reptaciones”. Estos eventos afectaron a 75 viviendas, el sistema eléctrico y el sistema de agua de la comunidad.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al Ing. David Prudencio Mendoza, realizar la evaluación de peligros geológicos. El trabajo de campo se realizó el día 19 de julio del 2023, se contó con la colaboración del jefe de la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Ccatcca y pobladores del sector, quienes comentaron los hechos ocurridos el día que ocurrió el evento

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete, se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe

Este informe se pone a consideración del Gobierno Regional de Cusco 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) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presenta en la comunidad de Quisinsaya.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación necesarias a fin de evitar daños que puedan afectar a causa de los peligros geológicos identificados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios y publicaciones del Ingemmet realizados a nivel local y regional en el distrito de Ccatcca, se tienen:

- A) Según el boletín N° 74, serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro geológico en la región Cusco” (Vílchez et al., 2020); el estudio realiza un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa (escala 1:100 000), donde la comunidad campesina de Quisinsaya presenta **susceptibilidad alta**.

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) En el Boletín N° 46, serie L, Actualización Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Ocongate” hojas: 28t1, 28t2, 28t3 y 28t4 (Soaña, J., 2022); describe los aportes y cambios estratigráficos de la geología y geología estructural. Además, señala de manera regional las unidades geomorfológicas donde se ubica la Comunidad campesina de Quisinsaya.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

La comunidad de Quisinsaya se ubica a 12 km hacia el noroeste del centro poblado de Ccatcca (capital de distrito).

Políticamente se encuentra dentro del distrito Ccatcca, provincia Quispicanchi y departamento Cusco. (figura 1), cuyas coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 19S) son (Tabla 1):

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	230490	8503324	-13.525972°	-71.489961°
2	231078	8503324	-13.526034°	-71.484526°
3	231078	8502897	-13.529946°	-71.484552°
4	230490	8502897	-13.529913°	-71.490014°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA				
C	230638	8503135	-13.527725°	-71.488604°

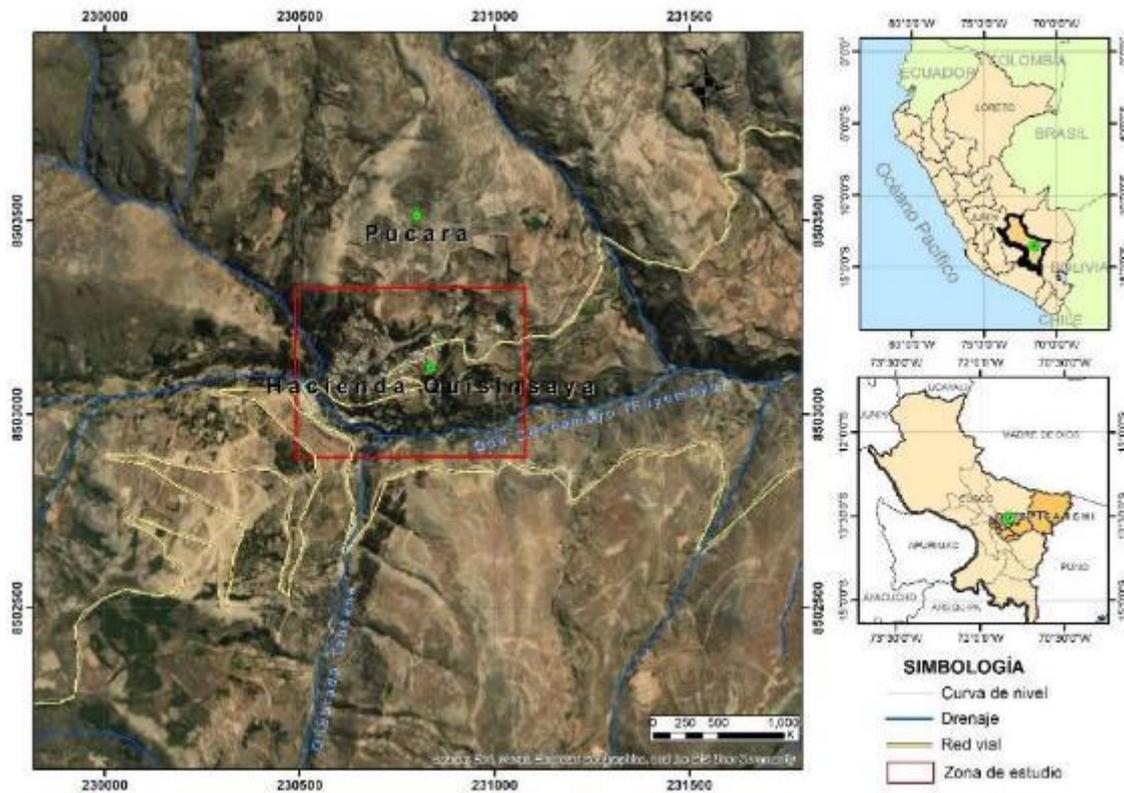


Figura 1. Ubicación de la comunidad Quisinsaya.

Hidrográficamente la comunidad Quisinsaya se encuentra en la margen izquierda de la quebrada Chacamayo, desembocando al río Mapacho por la margen izquierda; por lo que, forma parte de la cuenca del río Mapacho.

1.3.2. Accesibilidad

Se accede a la zona de estudio por vía terrestre, desplazándose desde Ingemmet – OD Cusco hasta el sector evaluado, mediante la siguiente ruta (Tabla 2):

Tabla 2. Rutas y accesos a la zona evaluada.

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
OD Cusco – Municipalidad Distrital de Ccatcca	Asfaltada	79.9	1 hora 53 minutos
Municipalidad Distrital de Ccatcca – comunidad Quisinsaya	Afirmado	20.8	34 minutos

1.3.3. Clima

De acuerdo al mapa climático del SENAMHI (2020), y detallando la información local, la comunidad de Quisinsaya tiene dos tipos de clima, las zonas altas presentan un clima lluvioso y en las zonas bajas semiseco, con otoños e inviernos secos y fríos.

Presenta una frecuencia de precipitación entre los meses de diciembre a marzo, cuyas lluvias acumuladas anuales son de 500 mm a 1500 mm, además, en los meses de junio a setiembre presenta temperaturas máximas que oscilan entre 9°C a 19°C y mínimas entre -3°C y 3°C, en invierno se pueden generar precipitaciones sólidas y también son frecuentes las heladas debido al ingreso de vientos secos en altura desde el oeste.

Esta clasificación climática es sustentada con información meteorológica recolectada de aproximadamente 20 años a partir de la cual se formulan “Índices Climáticos” de acuerdo a la clasificación climática por el método de Thornthwaite.

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-Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

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 ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

Derrumbe Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando. Se le conoce también como desprendimiento de rocas, suelos y/o derrumbes.

Deslizamientos: Movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. 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).

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.

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

Formación geológica: Es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

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.

Movimientos en masa: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

Peligro o amenaza geológica: Es un 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.

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

Saturación: El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua.

y el volumen de vacíos.

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

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base Boletín N° 46, serie L, Actualización Carta Geológica Nacional: "Geología de los cuadrángulos de Ocongate" hojas: 28t1, 28t2, 28t3 y 28t4 (Soaña, J., 2022); donde se tienen principalmente unidades litoestratigráficas de naturaleza sedimentaria que fue afectada por un débil metamorfismo emplazada en el devónico, cubiertas por depósitos cuaternarios. La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran, son de origen sedimentario, correspondientes al Grupo Cabanillas del devoniano inferior, cubiertos por depósitos coluvio deluviales recientes que han sido acumulados hasta la actualidad (Anexo 1: Mapa 1).

3.1.1. Grupo Cabanillas (D-c)

Esta unidad aflora ampliamente en la quebrada Chacamayo. Litológicamente está Compuesta por meta pelitas micáceas verdes (se aprecia dentro del poblado de la

comunidad de Quisinsaya), meta areniscas micáceas blanquecinas, intercaladas con niveles de filitas micáceas grises y cuarcitas, esta última ubicada en la margen derecha de la quebrada, además, las pelitas micáceas se presentan muy fracturadas y moderadamente meteorizadas (figura 2).



Figura 2. En el poblado de la comunidad de Quisinsaya se aprecia pelitas micáceas verdes muy fracturadas y moderadamente meteorizadas.

3.1.2. Depósitos recientes

Depósitos coluvio deluviales: Son depósitos que circundan la comunidad de Quisinsaya, conformado por bloques (20 %) sub angulosos a angulosos de hasta 30 cm de diámetro y gravas (40 %) de 0.5 cm en promedio en matriz limo arcillosa (40%). Estos depósitos fueron originados por materiales deslizados y trasladados por acción de la escorrentía, por lo que presentan poca compactación y son susceptibles a la erosión y nuevos procesos de deslizamientos (figura 3).



Figura 3. Vista tomada en la parte baja de la ladera, se aprecia el depósito coluvio-deluvial con bloques de hasta 30 cm de diámetro.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente es un parámetro importante en la evaluación de peligros por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa por la diferencia de alturas que presenta la zona de estudio.

Se presenta el mapa de pendientes (Anexo 1 - Mapa 2) y un mapa de elevaciones (Anexo 1 - Mapa 3), el cual se realizó con ayuda de un modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución; tomada del satélite Alos Palsar (USGS).

En la zona evaluada, los dos cuerpos de deslizamientos antiguos desde sus coronas hasta el pie de los deslizamientos, presentan terrenos con pendientes fuertes (15°- 25°) a muy fuertes (25°- 45°), siendo un factor condicionante a generar movimientos en masa.

Al noreste de la zona de estudio, en la margen derecha del canal de la quebrada Pinchihuaylla, se presentan laderas con las pendientes más bajas de la zona evaluada en promedio 17°.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se realizó la complementación y actualización del mapa geomorfológico regional a escala 1:100 000 (Ingemmet, 2020). Además, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual, en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación, diferenciándose montañas de piedemonte (Anexo 1 - Mapa 4).

4.2.1. Unidad de montañas

Son geoformas de carácter degradacional y erosional. Se consideran dentro de esta unidad a elevaciones del terreno con alturas mayores a 300 m con respecto al nivel de base local, diferenciándose la siguiente subunidad según el tipo de roca que la conforma y los procesos que han originado su forma actual.

Subunidad de montaña en roca sedimentaria (RM-rs): Relieve modelado en afloramientos rocosos del Grupo Cabanillas, conformados por meta areniscas micáceas blanquecinas y cuarcitas intercaladas con niveles de filitas micáceas grises, circundando toda la zona de estudio.

Sus laderas presentan pendientes del terreno fuertes a muy fuertes (15° a 45°), lo que condicionan que el material inestable en la ladera se desplace cuesta abajo, generando reptaciones, deslizamientos y procesos de erosión de laderas.

4.2.2. Unidad de piedemonte

Son geoformas de carácter depositacional y agradacional. Se consideran como formas de terrenos que constituyen la transición entre los relieves montañosos accidentados y las zonas planas, predominando los terrenos generados por fuerzas de desplazamiento como depósitos coluviales antiguos y recientes.

Subunidad vertiente coluvio-deluvial (V-cd): Son depósitos poco consolidados, se localiza circundante a la comunidad Quisinsaya, es el resultado de la acumulación de materiales caídos desde las partes altas, por acción de la gravedad y removidos

por agua de escorrentía superficial, conformados por bloques sub angulosos a sub redondeados de hasta 30 cm de diámetro y gravas en matriz limo arcillosa, los cuales cubren las laderas.

En promedio presenta pendientes fuertes, esto se debe al traslado cuesta abajo de los materiales dispuestos en las partes altas de las laderas, producidos por los movimientos en masa precedentes.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa tipo derrumbes, deslizamientos y erosiones. Estos procesos son resultado del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos (PMA: GCA, 2007).

Los movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son geometría del terreno, pendiente del terreno, tipo de roca, tipo de suelos, drenaje superficial-subterráneo y tipo de cobertura vegetal. Como “detonantes” las precipitaciones pluviales intensas y prolongadas, así como sismos que desestabilizan el talud a causa del movimiento.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Estos movimientos del suelo se producen en la margen izquierda de la quebrada Chacamayo (Anexo 1 - Mapa 5), según comentan los pobladores de la comunidad desde hace más de 15 años; coincidiendo con la aparición de manantiales intermitentes (puquiales) en época de lluvia en la parte media y alta de la ladera.

Los efectos de estos desplazamientos son rajaduras en los muros de las viviendas, grietas en los suelos, postes del sistema eléctrico de la comunidad inclinados y daños en el sistema de agua como fracturas en las tuberías (Figura 4, 5 y 6).



Figura 4. En la parte baja de la ladera junto en el corte del talud para la carretera, se aprecia filtraciones de agua en depósito coluvio-deluvial.



Figura 5. Las viviendas en la comunidad de Quisinsaya presentan rajaduras en muros y grietas en los pisos.



Figura 6. Los Postes de la comunidad Quisinsaya, se muestran inclinados por procesos lentos de empuje del terreno.

De igual modo, en la evaluación de campo se apreciaron 16 escarpas de deslizamientos antiguos con longitudes que van desde los 37 m hasta 143 m, con salto principal de hasta 2 m, distancia de la corona al pie del deslizamiento entre 40 m y 200 m (Figura 7).

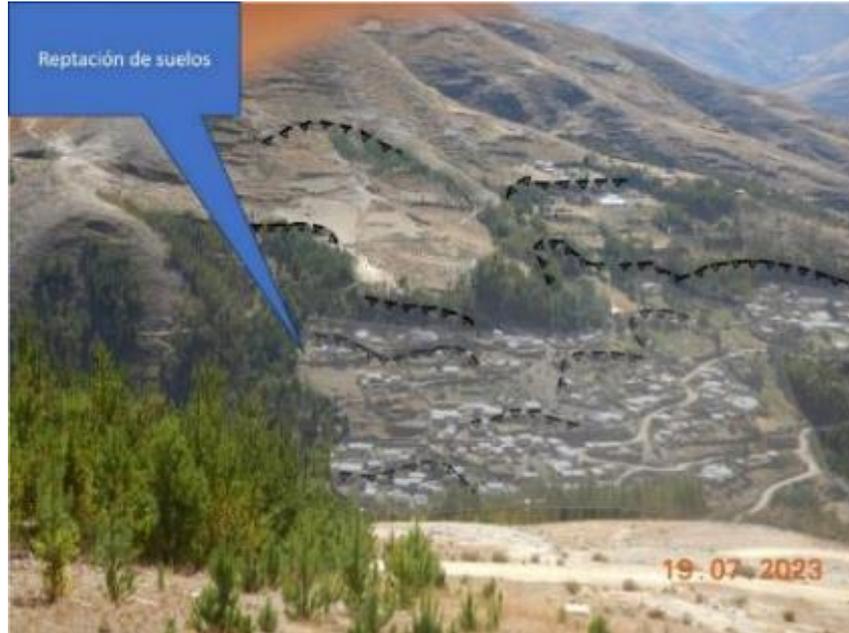


Figura 7. Se aprecia la comunidad de Quisinsaya, se observa escarpas de antiguos deslizamientos (marcados con líneas negras).

Los cuerpos deslizados dentro del centro poblado presentan reptaciones de suelos que abarca un área de 9.7 ha, donde se aprecia grietas en el suelo de hasta 5 cm dentro de las viviendas con saltos de hasta 1 cm, mientras que fuera de estas las grietas se erosionan rápidamente y no se pueden distinguir. Además, se aprecia humedad en el suelo de toda la comunidad, un manante en la parte alta de la ladera y filtraciones de agua en el corte del talud para la carretera ubicada en la parte baja del centro poblado (Figura 4); según cuentan los pobladores las reptaciones se intensifica en época de lluvias, por haber una mayor infiltración de agua al subsuelo (Figura 8 y 9).



Figura 8: se aprecia dentro de una vivienda grietas tensionales del suelo con 5 cm de apertura y la presencia de humedad en el suelo de toda la comunidad.



Figura 9: En coordenadas UTM: 230645 E, 8503253 S. Se aprecia el manante de agua con una pequeña captación, el cual no presenta ninguna canalización y dejan que infiltre toda el agua al sub suelo.

Entre otros eventos que se dan en la zona evaluada, se aprecia eventos de erosión superficial, estos procesos se generan por la falta del sistema de desagüe y de drenajes para aguas pluviales, por lo que las aguas servidas y las de lluvias se vierten directamente al terreno inestable, generando saturación del suelo con consiguiente erosión superficial. La falta de canales y desagües condicionan nuevas ocurrencias de este evento (Figura 10).



Figura 10. Se aprecia el reservorio de agua potable de la comunidad arrojando agua de rebose, ubicado en la parte alta de la ladera y sin revestimiento.

También en la quebrada Pinchihuaylla se apreció la ocurrencia de un flujo de detritos, según nos comentan los pobladores ocurrió en marzo del 2023, el evento se generó por la obstrucción de la quebrada con materiales trasladados por las aguas de escorrentía más la vegetación en la quebrada y un muro de pirca límite junto a la vía que conecta las viviendas de la comunidad, este evento abarco un área de 1448 m² y recorrió 115 m por el canal de la quebrada hasta explayarse en la vía vecinal mencionada (Figura 11 y 12).



Figura 11. Se aprecia el canal de la quebrada Pinchihuaylla por donde paso el flujo de detritos.



Figura 12. Se aprecia la continuación del canal por donde paso el flujo y la zona donde se explayo ayudado por la vía.

5.2. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso de meta pelitas micáceas verdes, las que se presentan muy fracturadas y moderadamente meteorizadas.

Lo que permite que el agua proveniente de la lluvia se infiltra por las fracturas de la roca. Además, como se trata de un deslizamiento, el depósito de por sí permite la infiltración y retención del agua, llegando a saturar al terreno.

- Los depósitos coluvio deluviales se presentan porosos y están compuestos por bloques de hasta 30 cm de diámetro (20 %) y gravas (40 %) en matriz limos

arcillosa (40%), esto se encuentra poco consolidadas y permite la infiltración de agua al subsuelo, por lo que son de fácil erosión y remoción.

Factor geomorfológico

- Configuración de subunidad en vertiente coluvo deluvial, cuyas laderas presentan pendientes fuertes (15° - 25°) a muy fuertes (25° - 45°).

El aumento de peso de la masa inestable, por el exceso de agua y por la pendiente del terreno, ocasiona que el material inestable de la ladera se desplace cuesta abajo. En este caso se forman procesos de reptaciones.

Factor antrópico

- Cortes de talud, para la construcción de la vía de acceso, ha generado inestabilidad en el terreno.
- El uso del suelo como zona agrícola dentro del centro poblado de la comunidad de Quisinsaya, los vertimientos de aguas del sistema de regadío por gravedad dentro de la comunidad, generan infiltración llegando a saturar al terreno.
- Los vertimientos de aguas servidas sobre terrenos inestables, generan saturación del suelo con consiguiente erosión superficial.

5.3. Factores detonantes o desencadenantes

- El factor desencadenante de las reptaciones son lluvias intensas y prolongadas, que por acción de infiltración sobre suelos poco consolidados y rocas muy fracturadas generan sobrecargas que desestabilizan los taludes en el sector.
- Los sismos pueden acelerar los procesos de reptación, activar los procesos de deslizamientos e inducir o desencadenar derrumbes ya que generan energía en los taludes y sobre suelos y rocas sueltas, más aún, cuando las pendientes del sector son muy fuertes.

6. CARACTERIZACIÓN DE ÁREAS PROPUESTAS PARA REUBICACIÓN

Se evaluó dos zonas propuestas para el reasentamiento poblacional de la comunidad de Quisinsaya (Figura 13), el sector Chuñomazana y el sector Picotayoc, ambos ubicados a 1.7 km al noreste de la comunidad de Quisinsaya, presentan áreas de 1.99 has y 2.02 has respectivamente, de las cuales se analizó lo siguiente:

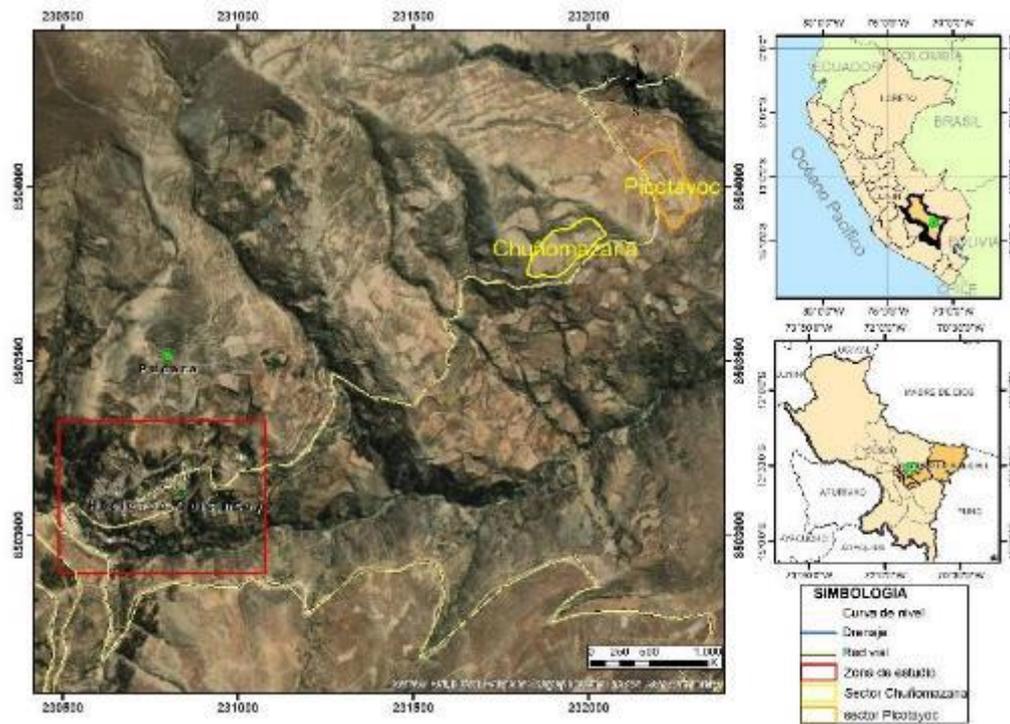


Figura 13. Se aprecia los sectores propuestos para reubicación, los cuales se evaluaron.

6.1. Zona propuesta (sector Chuñomazana)

El sector Chuñomazana se ubica aproximadamente a 1.7 km al noreste de la comunidad de Quisinsaya, presenta un área 1.99 has y cuyo polígono se encuentran dentro de las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 19S) (tabla 3).

Tabla 3. Coordenadas del área de reasentamiento

N°	UTM - WGS84 - Zona 19S	
	Este	Norte
1	231784	8503786
2	231995	8503947
3	232071	8503852
4	231859	8503695

a) Condiciones geológicas

Se ubica sobre depósitos coluvio deluviales conformado por bloques y gravas en matriz limo arcillosa, las que se presentan poco compactas, además de presentar pliegues sinclinales y anticlinales cercanos, lo que originan fracturamientos en las rocas con consiguientes eventos de movimientos en masa (Anexo 1 - Mapa 6).

b) Condiciones geomorfológicas

Presenta una pendiente entre moderada ($5^\circ - 15^\circ$) a fuerte ($15^\circ - 25^\circ$). Geomorfológicamente se encuentra sobre la subunidad vertiente coluvio deluvial, la cual es de fácil erosión y remoción.

c) Condiciones geodinámicas

En la parte alta se aprecian escarpes de deslizamientos antiguos, los materiales deslizados poco consolidados y de fácil remoción se verían más debilitados ante cortes de talud realizados para el asentamiento poblacional, el cual generaría infiltración de aguas y desestabilización de las laderas, provocando reactivaciones de movimientos en masa; **por lo tanto, este sector resulta desfavorable para un reasentamiento poblacional** (Figura14).



Figura 14. Se aprecia el sector Chuñomazana y escarpes de deslizamiento antiguos.

6.2. Zona propuesta (sector Picotayoc)

El sector evaluado se ubica aproximadamente a 1.7 km al noreste de la comunidad de Quisinsaya, presenta un área 2.02 has y cuyo polígono se encuentran dentro de las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 19S) (cuadro 4).

Cuadro 4. Coordenadas del área de reasentamiento

N°	UTM - WGS84 - Zona 19S	
	Este	Norte
1	232113	8504062
2	232228	8504129
3	232343	8503935
4	232228	8503867

a) Condiciones geológicas

Se ubica sobre el Grupo Cabanillas conformado por meta areniscas micáceas blanquecinas intercaladas con niveles de lutitas pizarrosas, las que se presentan medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas (Figura 15) (Anexo 1 - Mapa 6).



Figura 15. Se aprecia las cuarcitas medianamente fracturadas, y moderadamente meteorizadas.

b) Condiciones geomorfológicas

Presenta una pendiente entre moderada (5° - 15°) a fuerte (15° - 25°) en promedio 14° . Geomorfológicamente se encuentra sobre la subunidad de montaña en roca sedimentaria, donde el día de la evaluación no se evidencia movimientos en masa de tamaños considerables.

c) Condiciones geodinámicas

Dentro del sector evaluado se identificó un evento de erosión en surco con una longitud de 30 m y un deslizamiento con una escarpa con salto de 30 cm con longitud de 6 m y la distancia de la cabecera al pie del deslizamiento de 10 m (figura 16).

Estos eventos se pueden mitigar si se toman las acciones correctivas necesarias que se dan a continuación en las recomendaciones para el reasentamiento.



Figura 16. Se aprecia los eventos que presenta dentro del polígono de reubicación.

d) Recomendaciones para el reasentamiento

- Se deben realizar estudios de suelos en el sector evaluado a fin de determinar el tipo de cimentación de las futuras viviendas e infraestructura.
- Con previos estudios de geotécnicos, se debe hacer una estabilización de talud con banquetas en la parte baja de la quebrada, hacia el lado este del polígono de reubicación, para dar mayor seguridad a las futuras viviendas
- Restringir el asentamiento de viviendas fuera del área asignada para la reubicación, ya que en el lado este del polígono de reubicación hay un cambio de pendiente de hasta 24° en promedio, el cual no es favorable para el asentamiento de viviendas.
- Forestar las áreas aledañas a la zona de reubicación para evitar infiltraciones en el sector.
- Diseñar canales hidráulicos mediante estudios de ingeniería de detalle, con el fin de canalizar el agua del sector en tiempo de lluvias, evitando la erosión del suelo y corrigiendo la erosión en surco que ya se está presentado.
- Para mitigar el peligro por deslizamiento se debe hacer banquetas al pie del evento y realizar zanjas de coronación que drenen sus aguas hacia el sistema de canales hidráulicos.
- Al realizar los cortes de talud se debe hacer con estabilización de la ladera.

CONCLUSIONES

- a) En la comunidad de Quisinsaya se identificó escarpas de deslizamientos antiguos, en sus cuerpos se están presentado procesos de reptación; que movilizan material suelto lentamente ladera abajo. En la temporada de lluvia se intensifica la reptación.
- b) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas la comunidad de Quisinsaya se considera como **Zona crítica y de peligro Muy Alto** a la ocurrencia de procesos de reptación.
- c) Los factores condicionantes de los movimientos en masa son:
 - Substrato rocoso compuesto por meta pelitas micáceas verdes, las que se encuentran muy fracturadas y moderadamente meteorizadas, además de la presencia de depósitos coluviales poco consolidados, compuestos por bloques de hasta 30 cm de diámetro (20 %) y gravas (40 %) en matriz limos arcillosa (40%)
 - Los depósitos recientes se encuentran sobre laderas con pendientes fuertes (15° - 25°) a muy fuertes (25° - 45°). Donde el material suelto se puede movilizar con facilidad cuesta abajo.
 - Falta de desagües para aguas servidas y drenajes de aguas pluviales, el vertimiento al suelo de estas aguas afectó la zona evaluada con infiltración y generando en sus laderas erosión superficial.
 - La saturación del terreno genera un aumento de peso, sumado a la pendiente del terreno, va a generar que la masa inestable se desplace cuesta abajo, en este caso como reptación.
- d) El factor desencadenante de la reptación son las lluvias intensas y/o prolongadas que infiltran en los depósitos y desestabilizan el terreno.
- e) Para la zona de reasentamiento poblacional de la comunidad de Quisinsaya se analizaron dos zonas propuestas, el sector Chuñomazana y el sector Picotayoc; de los cuales; debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas el **sector más favorable para el reasentamiento poblacional es el sector Picotayoc.**

RECOMENDACIONES

- a) Realizar zanjas de coronación impermeabilizadas en las escarpas de todo el centro poblado y en los cuerpos zanjas de tipo espina de pescado igualmente impermeabilizado.
- b) Realizar forestación en toda la comunidad con especies nativas, con el fin de evitar la erosión del suelo y estabilizar la ladera.
- c) Para evitar un flujo de detritos se debe dar limpieza, mantenimiento y mejorar el canal de la quebrada Pinchihuaylla, así conducir las aguas de escorrentía de manera adecuada.
- d) Evitar de realizar cortes de talud dentro de la comunidad, porque estas acciones debilitan el talud y desestabilizan la ladera.
- e) Evitar uso de suelos como zona agrícola, ya que condiciona la infiltración en los suelos.
- f) Las 75 viviendas que se encuentran dentro de la comunidad de Quisinsaya deben pasar a un proceso de reubicación, para ello es necesario que antes de ser ocupada se debe implementara las recomendaciones dadas en el ítem **6.1 d) recomendaciones para el reasentamiento.**
- g) Realizar un Evar en la zona propuesta para la reubicación



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

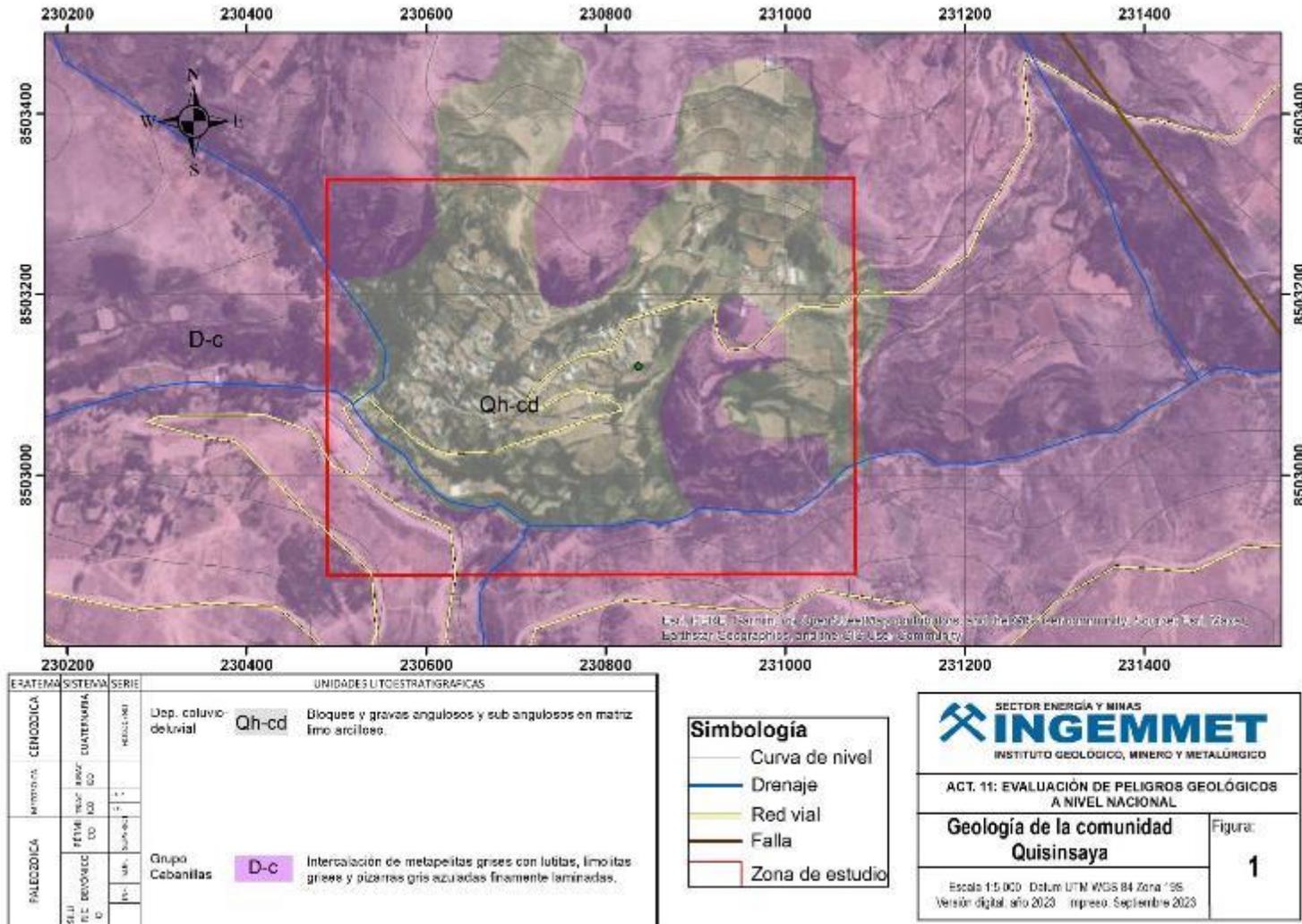


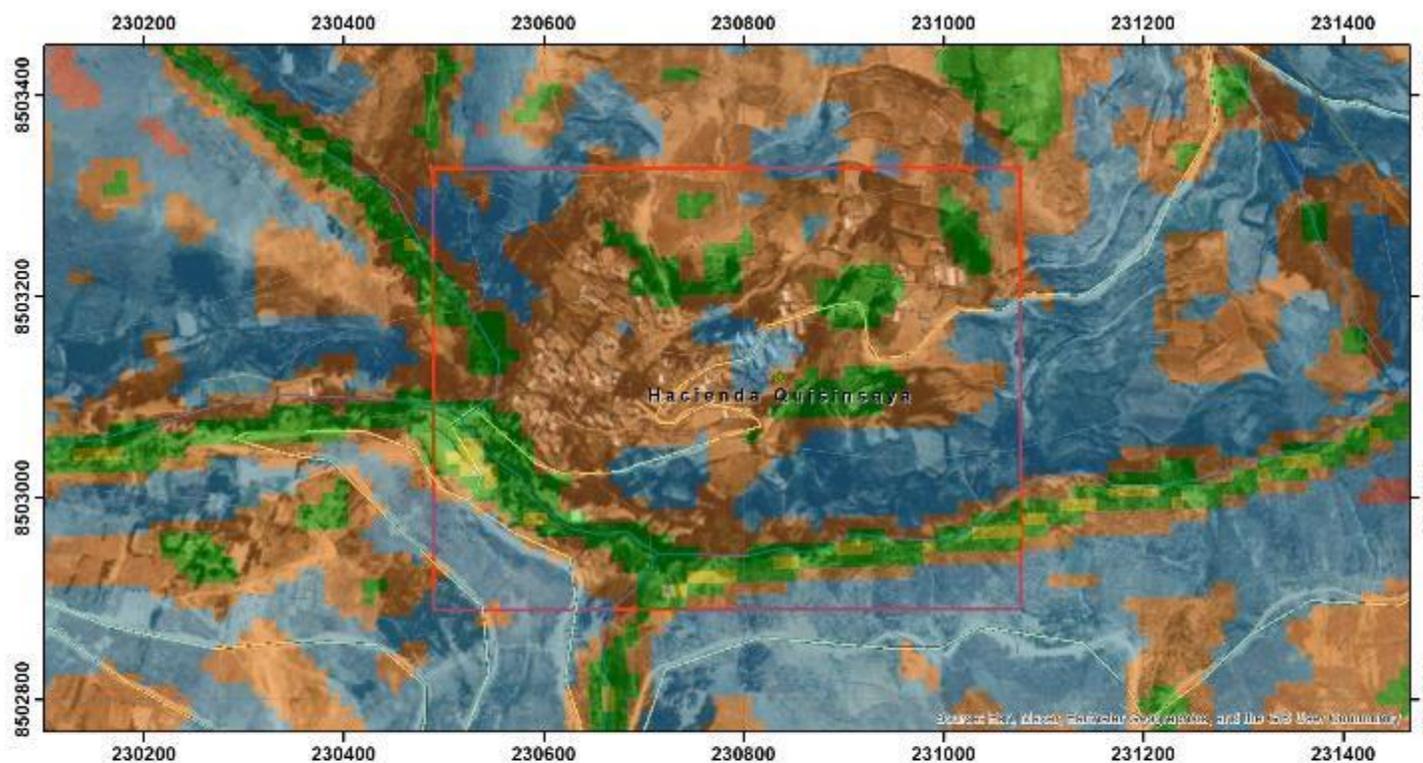
ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA

- Benavente, C.; Delgado, F.; Taipe, E.; Audin, L. & Pari, W. (2013). Neotectónica y peligro sísmico en la región del Cusco, INGEMMET. Boletín, Serie C: Geología Ambiental y Riesgo Geológico, 55, 245 p.
- 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.
- Cárdenas, J.; Concha, R.; García, B.; Astete, I.; Arriola, D., et al. (2013) – Mapa de peligros geológicos del valle del Cusco. En: Foro Internacional Peligros Geológicos, Arequipa, 14-16 octubre 2013, Libro de resúmenes. Arequipa: INGEMMET, pp. 40-45. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1131>
- Carlotto, V., Cárdenas, J. y Carlier, G. (2011) - Geología del Cuadrángulo de Cusco 28-s - 1:50 000 INGEMMET, Boletín, Serie A: 138, 258p., 6 mapas <https://hdl.handle.net/20.500.12544/99>
- Galdós, J.; Carrasco, S. (2002) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Tambobamba (28-r). Escala 1:50 000. INGEMMET, 28 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2126>
- Medina, L.; Nuñez, M.; Vilchez, M.; Peña, F.; Gómez, H. & Sosa, N. (2021) – Peligro geológico por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámico e Ingeniería Geológica, Boletín 80 ,208 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3136>
- 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.
- SENAMHI, 2020. Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional. Resumen Ejecutivo. 7 p.
- Vilchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligro geológico en la región Cusco. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 155 p. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2564#files>
- Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

ANEXO 1: MAPAS



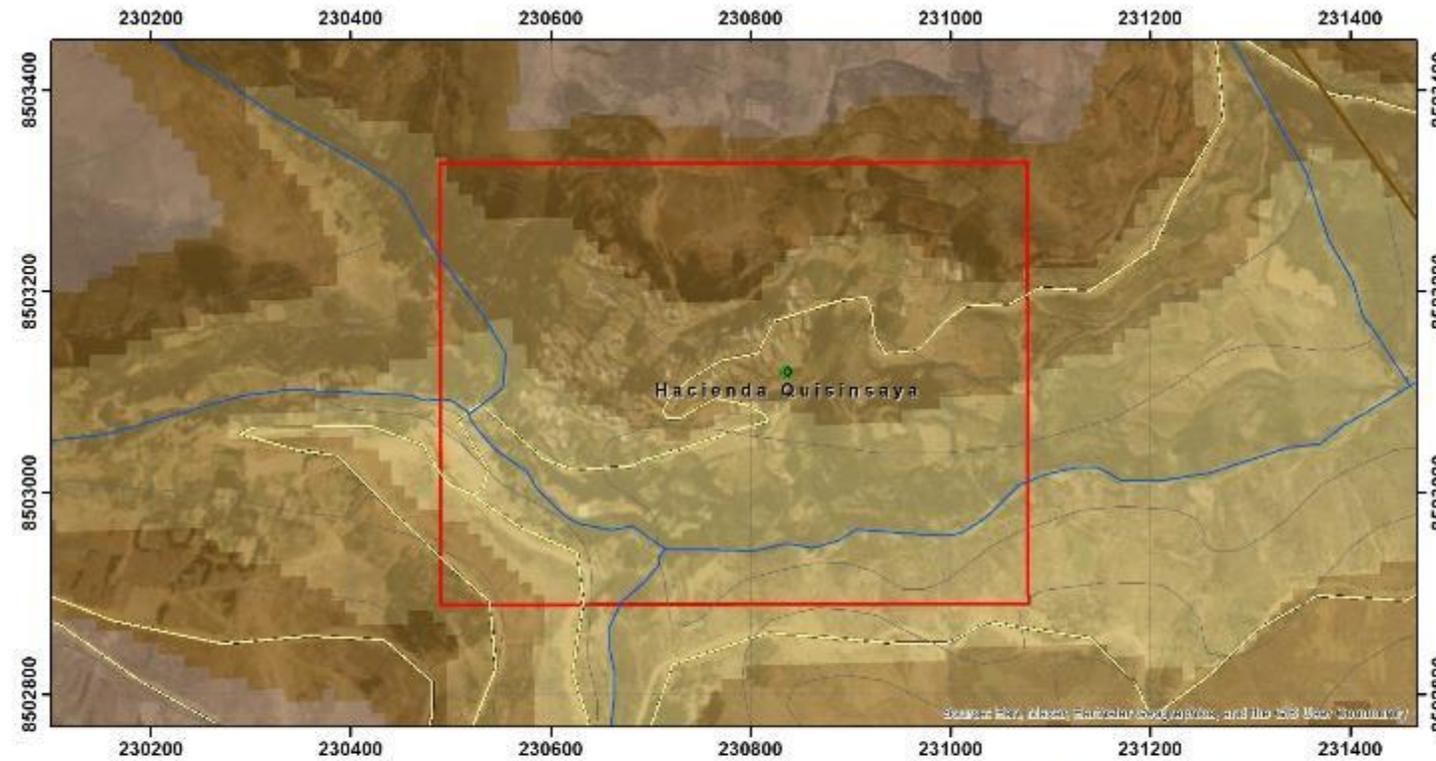


LEYENDA	
	(< 1°) Terreno llano
	(1° - 5°) Terreno inclinado con pendiente suave
	(5° - 15°) Pendiente moderada
	(15° - 25°) Pendiente fuerte
	(25° - 45°) Pendiente muy fuerte o escarpada
	(45° - 90°) Terreno muy escarpado

Simbología	
	Curva de nivel
	Drenaje
	Red vial
	Zona de estudio



<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Pendientes de la comunidad Quisinsaya	Figura: 2
Escala 1:5000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital año 2023 Impreso: Septiembre 2023	

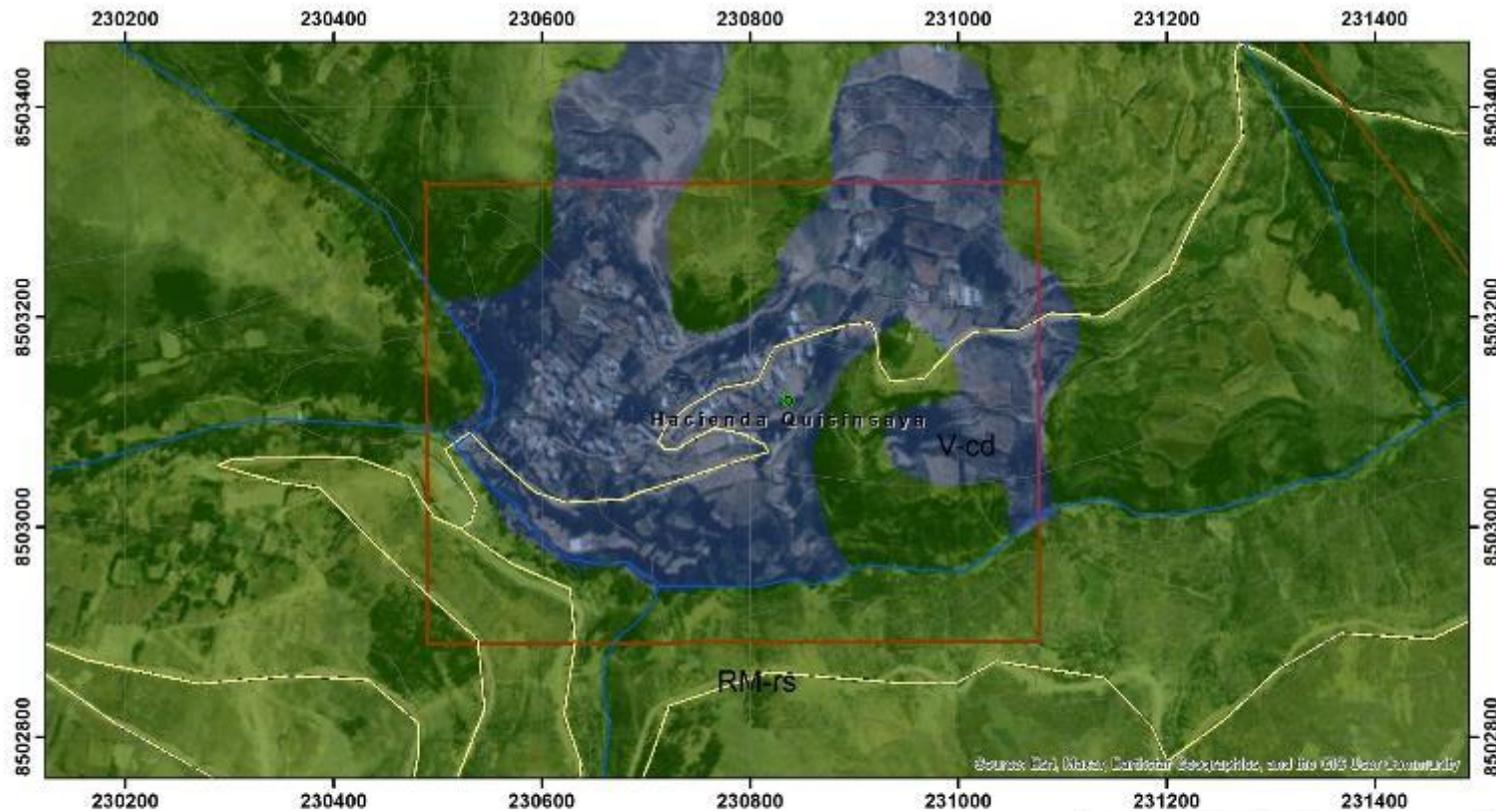


LEYENDA (m s.n.m.)	
3,600.000001 - 3,650	3,800.000001 - 4,850
3,650.000001 - 3,700	3,850.000001 - 3,900
3,700.000001 - 3,750	3,900.000001 - 3,950
3,750.000001 - 3,800	3,950.000001 - 4,000

Simbología	
	Curva de nivel
	Drenaje
	Red vial
	Zona de estudio



<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Elevaciones de la comunidad Quisinsaya	Figura: 3
Escala 1:5000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital año 2023 Impreso: Septiembre 2023	

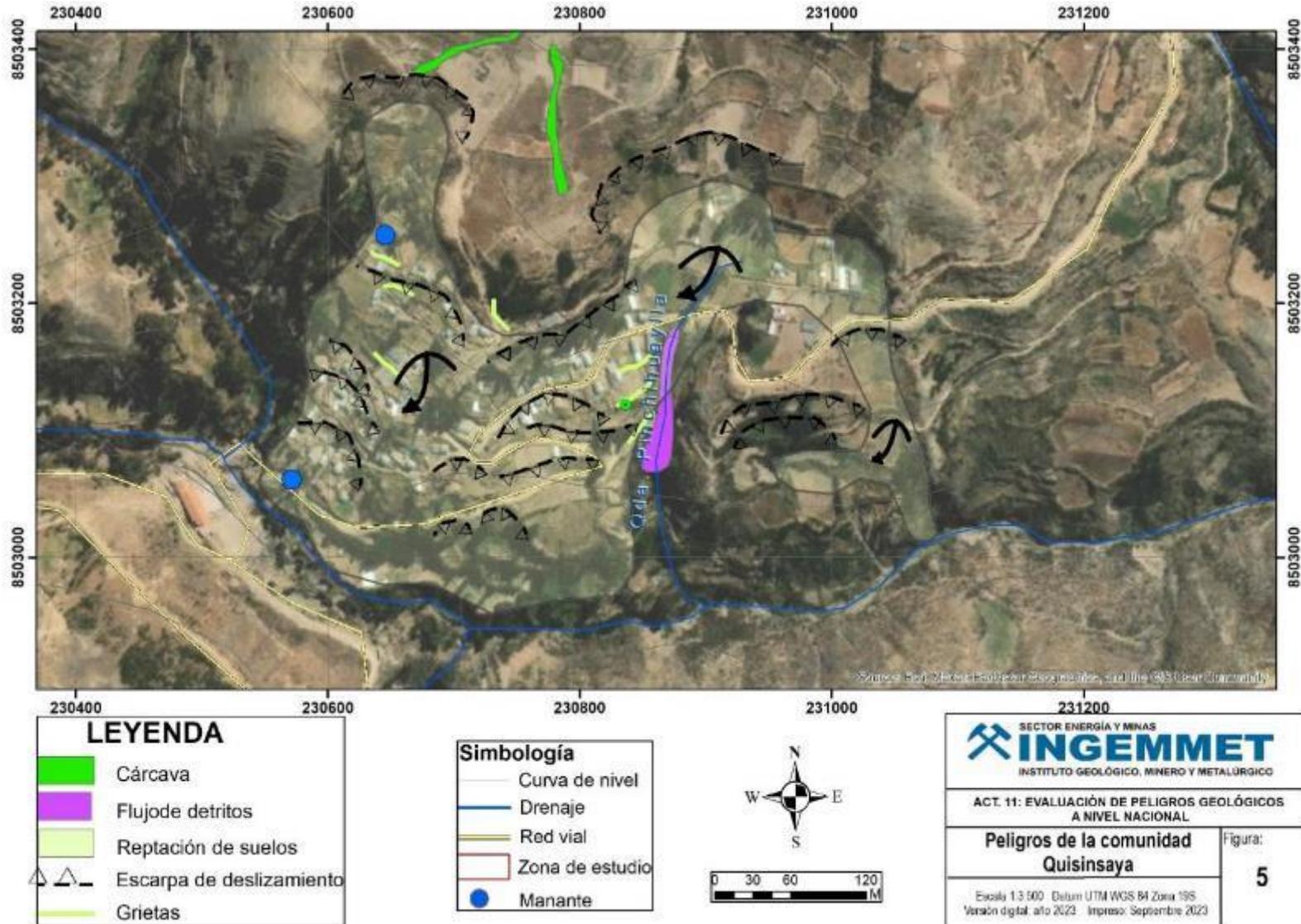


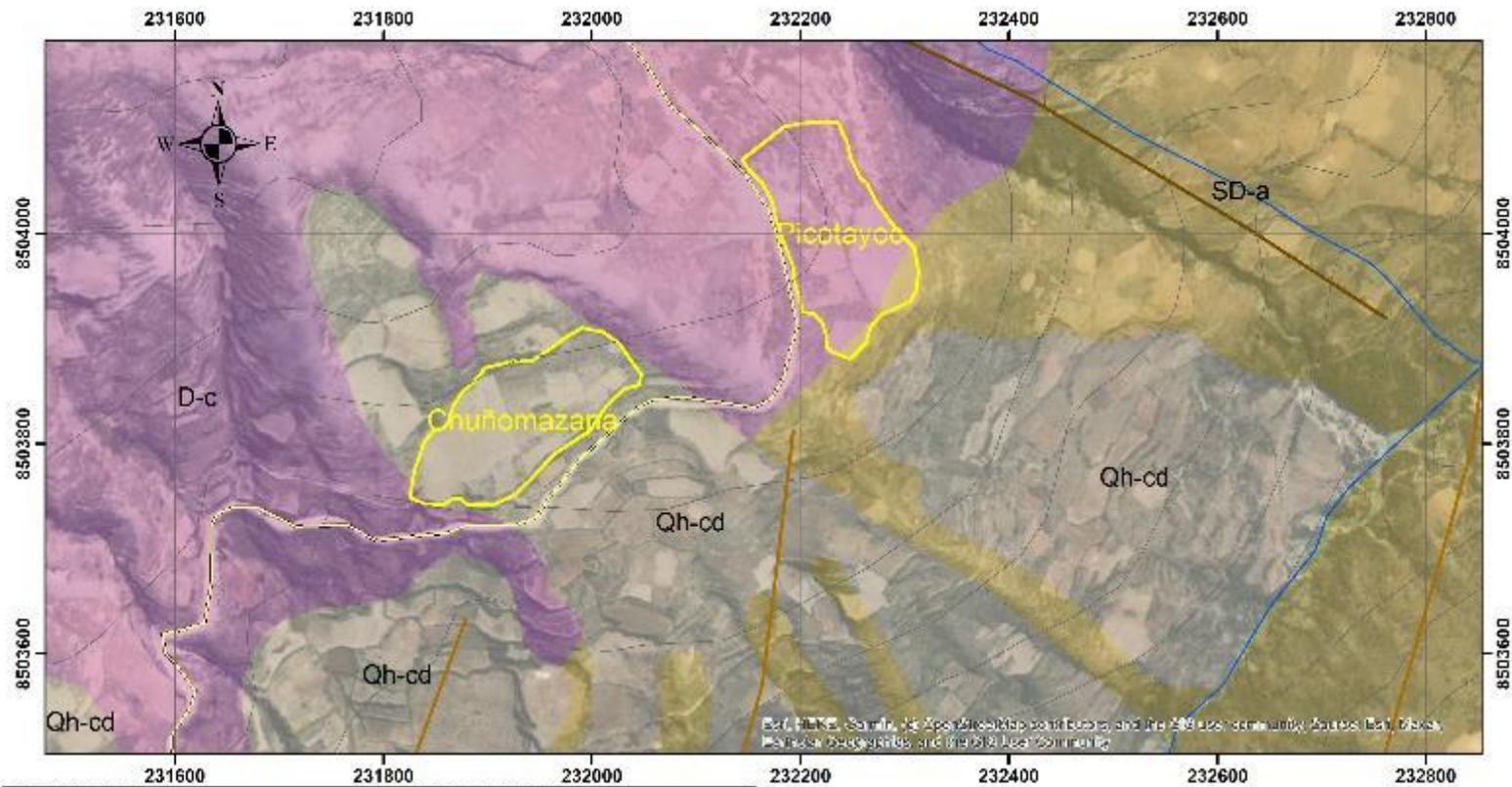
Leyenda	
RM-rs	Montaña en roca sedimentaria
V-cd	Vertiente coluvio-deluvial

Simbología	
	Curva de nivel
	Drenaje
	Red vial
	Zona de estudio



<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Geomorfología de la comunidad Quisinsaya	Figura: 4
Escala 1:1 000 Datos UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2023 Impreso: Septiembre 2023	





FRATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	
GEOLOGICA	CENOSICA	CUARONADA	Geo. coluvio-deluvial	Qh-cd Rocas y gravas angulosas y sub angulosas en matriz fino arcillosa.
GEOLOGICA	MESOCICA	CABANILLAS	Grupo Cabanillas	D-c Interacción de metapelitas grises con lutitas, limolitas grises y pizarras grise azuladas finamente laminadas.
			Formación Anapas	SD-a Pizarras gris oscura y negras intercalado con estratos de filitas negras, con esporadicas metapelitas verdosas.

Simbología	
	Curva de nivel
	Drenaje
	Red vial
	Falla
	Plegue
	Zona de estudio

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

Geología de las zonas de acogida

Figura: **6**

Escala 1:5.000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S
 Versión digital año 2023 Imreso: Septiembre 2023

