

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7725

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR PUCA PASHTAG DEL CENTRO POBLADO CAYAS

Departamento: Áncash
Provincia: Huari
Distrito: Cajay



ENERO
2026

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR PUCA PASHTAG DEL CENTRO POBLADO CAYAS

(Distrito Cajay, provincia Huari, departamento Áncash)



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

Equipo técnico:

Ely M. Ccorimanya Chalco

Norma L. Sosa Senticala

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2026). *“Evaluación de peligros geológicos por Movimientos en masa, en el Sector Puca Pashtag del Centro Poblado Cayas”*. Distrito Cajay, provincia Huari, departamento Áncash. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A7725, 37p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	3
1.3. Aspectos generales.....	3
1.3.1. Ubicación	3
1.3.2. Población	6
1.3.3. Accesibilidad	6
1.3.4. Clima	6
2. DEFINICIONES	7
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	9
3.1. Unidades litológicas.....	9
3.1.1. Formación Oyón (Ki-oy).....	9
3.1.2. Depósitos cuaternarios.....	9
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	11
4.1. Pendientes del terreno	11
4.2. Índice Topográfico de Humedad.....	11
4.3. Unidades geomorfológicas	12
4.3.1. Unidad de Montañas.....	13
4.3.2. Unidad de piedemonte	14
5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	15
5.1. Deslizamiento Rotacional Activo.....	15
5.2. Derrumbes Activos y reptación de suelos.....	19
5.3. Deslizamiento Antiguo	22
5.4. Análisis de perfil longitudinal.....	22
5.5. Factores condicionantes.....	24
5.6. Factores desencadenantes.....	24
5.6.1. Sismos.....	24
6. CONCLUSIONES.....	27
7. RECOMENDACIONES.....	28
8. BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXO 1: MAPAS TEMÁTICOS	30

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos, realizado en el Sector Puca Pashtag, distrito Cajay, provincia Huari, departamento Áncash. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

El área de estudio se encuentra emplazada sobre depósitos coluvio-deluviales y depósitos coluviales compuesta por fragmentos de rocas de tipo areniscas cuarzosas de 8 cm a 35 cm de diámetro; compuesto por bloques (15%), gravas (30%), arena (20%), arcilla y limo (35%), poco consolidados y propensos a desarrollar nuevos derrumbes, reptación de suelos y deslizamientos.

Geomorfológicamente el área de estudio (Sector Puca Pashtag) se encuentra asentada sobre vertiente con depósito de deslizamiento y vertiente o piedemonte coluvial, donde el terreno presenta pendiente entre 15° y 45°, caracterizada como fuerte a muy fuerte; y pendientes escarpadas (mayores a 45°), estos últimos se distribuyen en el talud dirigido hacia el río Huaritambo, específicamente en la zona donde ocurre derrumbe, este rango de pendiente favorece la ocurrencia de movimientos por gravedad como derrumbes, también permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía y subterráneas.

La ocurrencia de los eventos deslizamiento, reptación de suelos y derrumbes sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo, impactan la ladera en su parte baja, donde se localiza el sector Puca Pashtag, donde se identificó un deslizamiento activo con desplazamiento lento, presenta un escarpe principal de 60 cm con un desplazamiento de 30 cm, afecta la carretera Cayas – Colcas en 100 m, dejando un desnivel en el flanco derecho del deslizamiento con un salto de 60 cm y el flanco izquierdo del deslizamiento con un salto de 70 cm, se evidencia también la presencia de múltiples grietas transversales con apertura de 8 a 12 cm, longitudes de hasta 10 m y profundidad visible de hasta 40 cm.

Los derrumbes ocurren a lo largo del pie de ladera ubicado en la margen izquierda del río Huaritambo, específicamente al pie del deslizamiento activo, teniendo una longitud de arranque de 90 m, altura de arranque de hasta 6 m, la continuidad en la actividad retrogresiva de este evento podría afectar terrenos de pastizales, árboles y pastos naturales, cabe mencionar también que existe una actividad continua del proceso de reptación de suelos que ocurren por encima de la zona de arranque de los derrumbes.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas líneas arriba, el área de estudio se considera de **Peligro Alto ante la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y reptación de suelos** siendo desencadenados por precipitaciones periódicas.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones generales a fin de que las autoridades competentes lo pongan en práctica, tales como i) Considerar el cambio del trazo de la carretera Cayas – Colcas de corto a mediano plazo, ii) Impermeabilizar los canales de riego o canalizarlos mediante tuberías de PVC para evitar la infiltración de las aguas hacia el subsuelo, iii) Evitar el riego constante de los terrenos y realizar un mantenimiento a la cuneta de la carretera Cayas – Colcas, entre otros.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad provincial de Huari según Oficio N°082-2025-MPHi/A y del Gobierno Regional de Áncash según Oficio N°. 247-2025-GRA/ORGRD; es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa y otros peligros geológicos en el Sector Puca Pashtag.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los ingenieros geólogos Ely Milder Ccorimanya Challco y Norma Luz Sosa Senticala, para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el sector Puca Pashtag, llevado a cabo el 11 de marzo del 2025. Los trabajos de campo se realizaron previa coordinación con representante del área de Gestión del Riesgo de Desastres del Distrito de Cajay.

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 (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local; 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 de la Municipalidad Distrital de Cajay, Municipalidad provincial de Huari, Gobierno Regional de Áncash 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. 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) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el Sector Puca Pashtag.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a la zona de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Informe técnico N° A7106 Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el CP Cajay (Lara J. & Araujo G., 2020), donde indican que en el CP Cajay es afectado por reptación de suelos y deslizamientos; generados por factores condicionantes como pendiente, las características de los suelos inconsolidados, la poca o escasa cobertura vegetal y el mal manejo del sistema de drenaje y riego. Mientras que los factores desencadenantes son las precipitaciones pluviales y/o sismicidad. Se concluye que el área de estudio es considerada como una Zona Crítica de peligro muy alto a la ocurrencia de reptación de suelos y deslizamientos.
- B) Boletín N° 60, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-h y 19-i, escala 1:100 000” (Wilson, J., Reyes L., Garayar J. 1996). Describe la geología de la zona de estudio y alrededores.
- C) Informe técnico N° A7501 – Diagnostico de zonas críticas por movimientos en masa en laderas a nivel Nacional (Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, 2024), donde muestra el cuadro de zona críticas por movimientos en masa ocurrido en laderas, en el que se menciona reptación de suelos ocurrido en el distrito de Cajay.
- D) Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos Geológicos en la Región Ancash” (Zavala, B., et al. 2009), donde se prepararon el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región utilizando el método heurístico. Así mismo, se muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:500 000 (figura 1), donde el centro poblado Cayas se localiza en zonas de susceptibilidad alta a muy alta.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El Sector Puca Pashtag. Políticamente pertenece al distrito de Cajay, provincia Huari y departamento de Áncash

Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) se muestran en la tabla 1 que a continuación se detalla:

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	262225.00	8970098.00	-9.310451°	-77.164669°
2	262346.00	8970153.00	-9.309961°	-77.163564°
3	262408.00	8970020.00	-9.311166°	-77.163008°
4	262223.00	8969976.00	-9.311554°	-77.164694°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
	262291.00	8970085.00	-9.310572°	-77.164069°

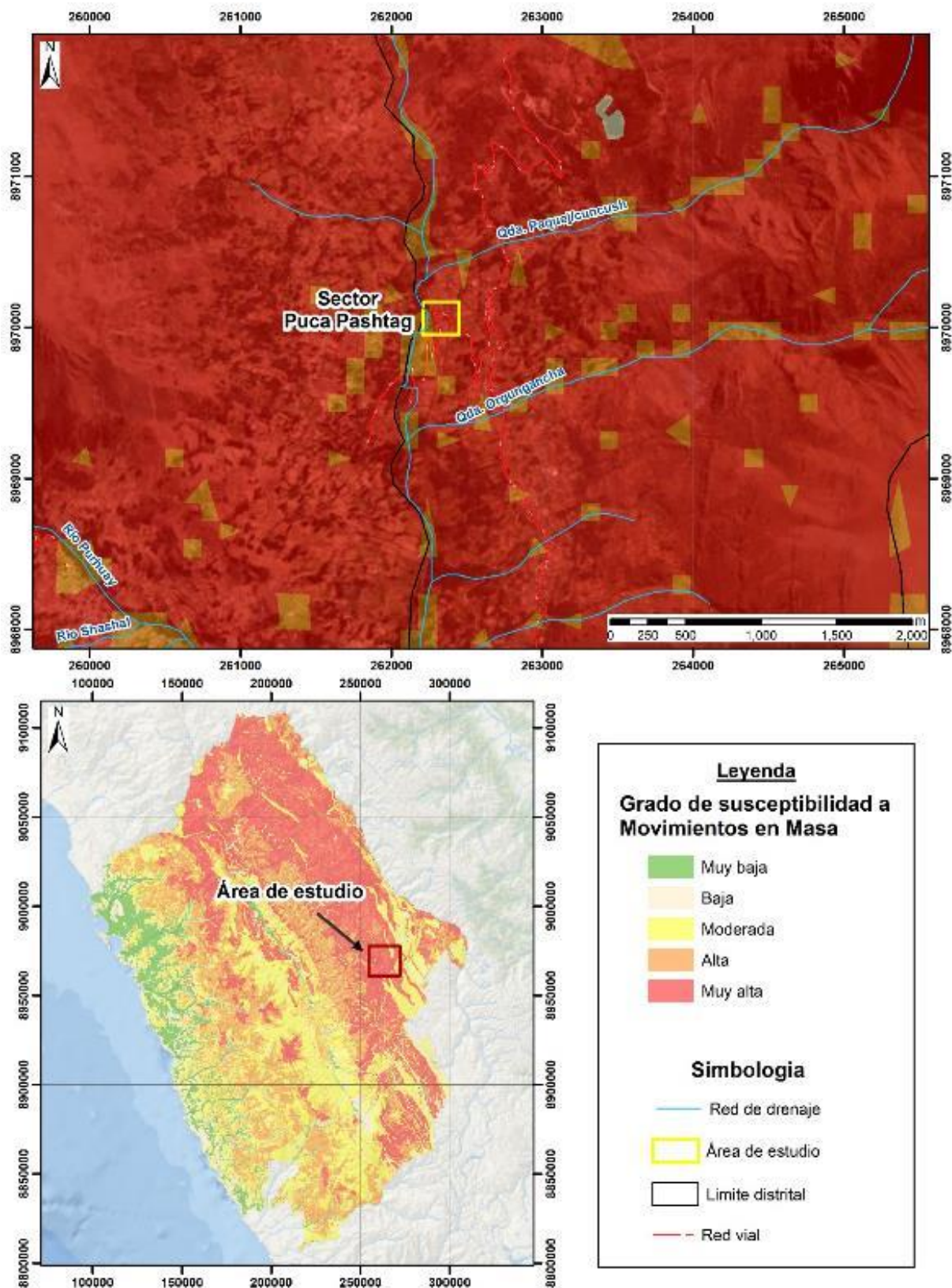


Figura 1: Susceptibilidad por movimientos en masa del Centro Poblado Cayas, Sector Puca Pashtag, presenta un grado de susceptibilidad muy alta.

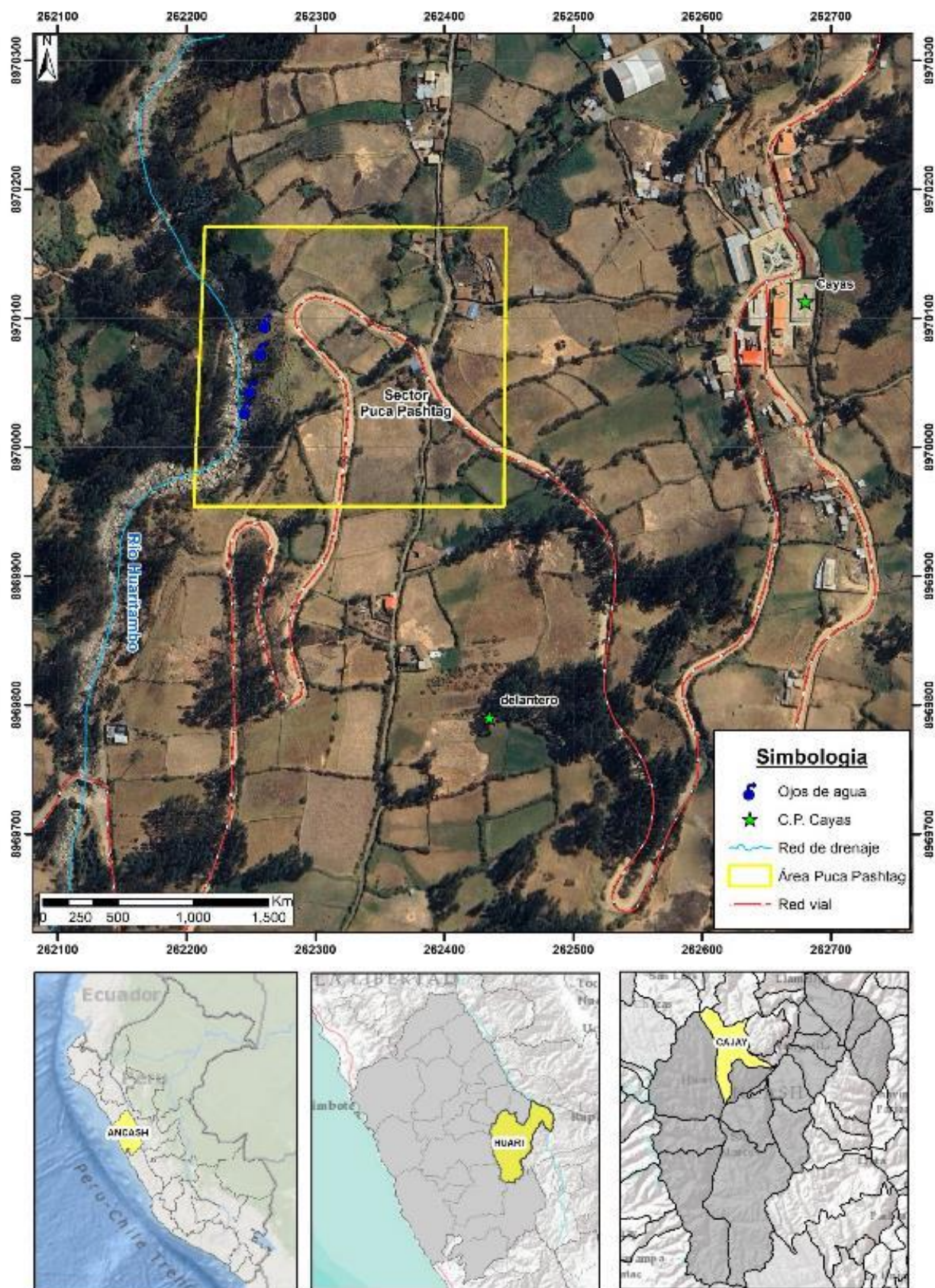


Figura 2. Mapa de ubicación del Área de estudio, Sector Puca Pashtag, Centro Poblado Cayas y su distribución geopolítica.

1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada del distrito de Cajay fue de 2573 habitantes de las cuales 1202 son hombres y 1371 son mujeres, específicamente en el centro poblado Cayas se tiene un total de 86 habitantes de los cuales 37 son hombres y 49 son mujeres que habitan en 32 viviendas particulares.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la sede central de Ingemmet, mediante la siguiente ruta (tabla 2):

Tabla 2. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Huari	Asfaltada	484	10 hora 2 min
Huari – Sector Puca Pashtag	Trocha	13.9	33 min

1.3.4. Clima

Según los datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere, el cual analiza datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite, la precipitación máxima registrada en el periodo enero, 2021 – diciembre 2024 fue de 80.2 mm, según los registros de precipitaciones diarias vemos que entre los meses de diciembre hasta abril corresponde a los meses de mayor ocurrencia a precipitaciones pluviales (figura 3).

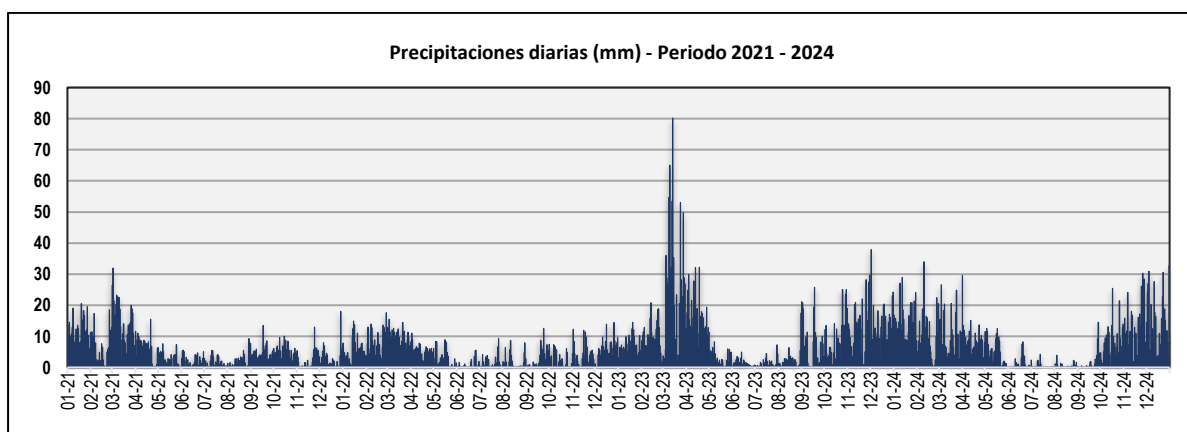


Figura 3. Precipitaciones máximas acumulada en mm, distribuidas a lo largo del periodo enero, 2021 – diciembre, 2024. Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history>.

La temperatura oscila entre un máximo de 20°C y un mínimo de 0°C (figura 4). Así mismo, presenta una humedad promedio de 69.321% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

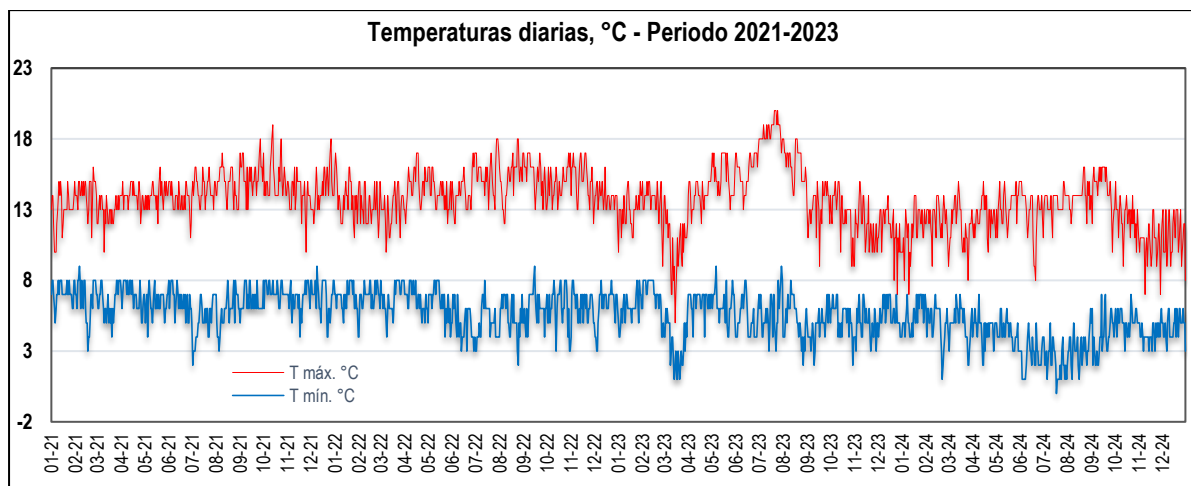


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2021-2024. La figura permite analizar la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. **Fuente:** <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history>.

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; es por ese motivo, considerando como base el libro de “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), se desarrolla algunas definiciones:

ACTIVIDAD: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

ACTIVO: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

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

CAÍDA: 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 (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

COLUVIAL: Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

DERRUMBE: Es un tipo de caída que ocurre ladera abajo por efectos de la gravedad, este tipo de peligro a diferencia de un deslizamiento no presenta una superficie clara de

desplazamiento del material. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

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

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

FACTOR CONDICIONANTE: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

FACTOR DETONANTE: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

FORMACIÓN GEOLÓGICA: Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

INACTIVO: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

INACTIVO LATENTE: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

MOVIMIENTO EN MASA: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.

PELIGROS GEOLÓGICOS: Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.

REACTIVADO: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

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: La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

VELOCIDAD: Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología local se desarrolló teniendo como base el mapa geológico de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huarí (Hojas 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g y 19-i) (Wilson J., Reyes L., Garayar J., 1996) a escala 1: 100,000;

De igual manera, esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite y observaciones de campo.

3.1. Unidades litológicas

La unidad litológica que conforma el sustrato rocoso del área de estudio está conformada principalmente por rocas sedimentarias de la Formación Oyón conformada por areniscas cuarzosas masivas.

Esta unidad se encuentra cubierta por depósitos recientes de tipo coluvio-deluvial y coluvial, (Anexo 1: Mapa 01).

3.1.1. Formación Oyón (Ki-oy)

La Formación Oyón de edad Cretácico inferior el cual corresponde al sustrato rocoso conformada por areniscas cuarzosas de grano fino, intercaladas con limoarcillitas negras y grises a veces laminadas, además de niveles de carbón, se puede evidenciar plegamientos, afloran al este de las laderas del sector Puca Pashtag.

Se visualizó laderas de montañas conformadas por afloramiento rocoso fracturado, meteorizadas, plegados, esta característica permite mayor infiltración y retención de aguas subterráneas lo que condiciona las surgencias de agua identificadas en el área de estudio.

3.1.2. Depósitos cuaternarios

a. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)

Proviene de diversos movimientos en masa, transportados por la gravedad e influencia del agua. Se encuentran sobre las laderas de montañas. Se le asigna una edad Cuaternario-Holoceno. Dentro de este tipo de depósito están conformados por material proveniente de movimientos en masa antiguos, como los deslizamientos, avalanchas, movimientos

complejos. Sobre este tipo de depósito se encuentra asentada el área evaluada, conformado por gravas angulosas a sub angulosas; en una matriz limoarcilloso.

b. Depósito coluvial (Qh-cl):

Son depósitos no consolidados, compuestos por bloques y cantos angulosos de tamaños variables, envueltos en matriz limoarcillosa, presenta también lentes de carbón de permeabilidad media a alta y que presentan nula o poca compactación y de naturaleza litológica homogénea producto del depósito de deslizamiento reactivado como derrumbe y deslizamiento, presentan fragmentos de rocas de tipo areniscas cuarzosas de 8 cm a 35 cm. El depósito se encuentra conformada por bloques (15%), gravas (30%), arena (20%), arcilla y limo (35%), (Fotografía 1).

Regionalmente se puede evidenciar que este depósito corresponde al cuerpo de un proceso antiguo, actualmente reactivado en forma de deslizamiento y derrumbes activos.



Fotografía 1. Vista del depósito coluvial conformada por bloques (15%), gravas (30%), arena (20%), arcilla y limo (35%), se puede observar que corresponde a un depósito inconsolidado, producto de derrumbes, con dirección hacia el río Huaritambo.

c. Depósito fluvial (Qh-fl):

Son materiales transportados y depositados por el río Huaritambo. Su tamaño varía desde arena a gravas, cantos y bloques. Los fragmentos de roca más gruesos presentan bordes redondeados a subredondeados con diámetro de hasta 2 m distribuidos a lo largo del cauce del río (Fotografía 2).



Fotografía 2. Vista del depósito fluvial corresponde al cauce del río Huaritambo con presencia de bloques redondeados a subredondeados con diámetro de hasta 2 m.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno es uno de los parámetros más importantes en la evaluación de procesos por movimientos en masa, ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el Anexo 1: Mapa 02, se presenta el mapa de pendientes elaborado en base a información de un modelo de elevación digital (DEM) obtenida por fotogrametría con dron con una resolución de 0.095 m y procesados en el software ArcGIS. Donde se analiza 6 rangos de pendientes que van de 0°-1° considerados terrenos de pendiente muy baja; 1° a 5° terrenos de pendiente baja; 5° a 15° pendiente moderada; 15° a 25° pendiente fuerte; 25° a 45° pendiente muy fuerte; finalmente, mayor a 45° terreno con pendiente muy escarpado o abrupto.

El área de estudio se encuentra asentada sobre vertiente con depósito de deslizamiento y vertiente coluvial con pendientes que varían desde pendiente suave a muy fuerte (5° a 45°); y muy escarpados (mayores a 45°) dispersas, estos últimos se distribuyen en el talud dirigido hacia el río Huaritambo.

El rango de pendientes de muy fuertes a muy escarpado es más susceptible a la ocurrencia de procesos gravitacionales, tales como derrumbes, deslizamientos.

4.2. Índice Topográfico de Humedad

El índice topográfico de humedad (TWI) permite identificar los lugares potenciales donde se concentra la humedad o las zonas de acumulación de aguas de escorrentía superficial (Figura 5).

La obtención de este indicador fue realizada mediante una secuencia de análisis de modelos digitales de terreno (MDT) obtenido de ALOS y procesados en SAGA GIS.

Es así, que muestra una importante cantidad de acumulación de agua y drenajes que discurren ladera abajo en temporada de lluvias con dirección al cuerpo del deslizamiento antiguo donde se encuentra asentada parte del poblado de Cayas; lo que sugiere que en periodos de lluvias incrementa la posibilidad de inestabilidad y producirse nuevas reactivaciones de deslizamientos.

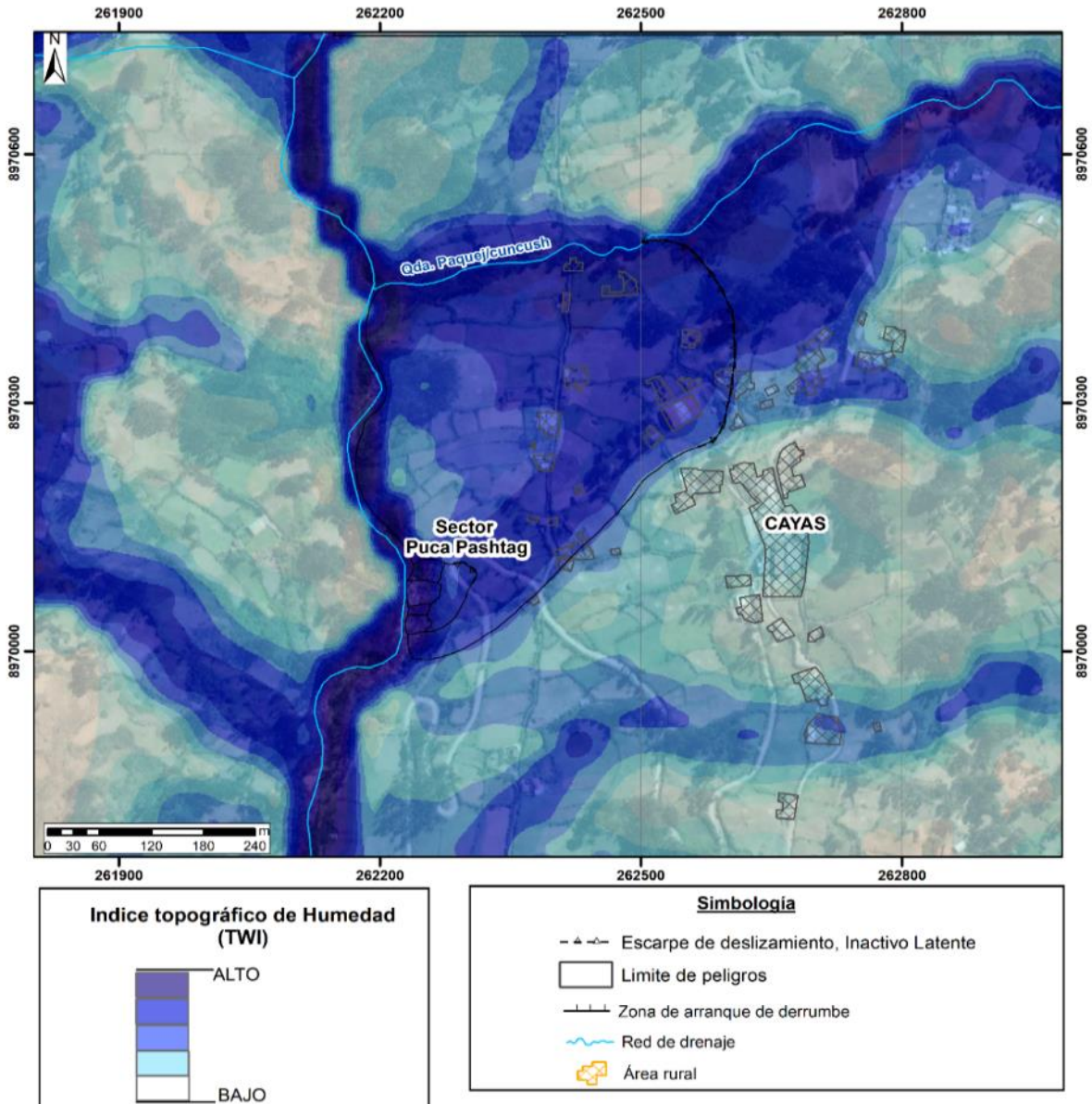


Figura 5. Mapa de Índice topográfico de humedad (TWI) en el sector Puca Pashtag y alrededores.

4.3. 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 Anexo 1: Mapa 03 se presentan las subunidades geomorfológicas identificadas en la zona evaluada y alrededores; identificándose las siguientes geoformas:

4.3.1. Unidad de Montañas

Se caracterizan por tener una altura de más de 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual (Villota, 2005).

a. Subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs):

Esta subunidad geomorfológica, resalta el plegamiento de las rocas que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales, a pesar de haber sido afectadas por procesos denudacionales fluvio-erosionales y glaciares.

Se encuentran al este, ladera arriba de la zona de evaluación; su asociación litológica con areniscas cuarzosas de grano fino, intercaladas con limoarcillitas negras y grises a veces laminadas, además de niveles de carbón, de la Formación Oyón; estructuralmente se presentan secuencias estratificadas plegadas (figura 6).

Geodinámicamente se asocian a procesos de erosión de laderas. Dependiendo del buzamiento de los estratos se pueden presentar derrumbes por falla planar y deslizamientos traslacionales cuando las capas buzan hacia la pendiente de la ladera.

En la parte alta son afectados por la filtración de aguas por presentarse las rocas fracturadas, meteorizadas y plegadas, cuya descarga da origen a la formación de diferentes bofedales o manantes de agua que afloran en la zona de estudio.



Figura 6. Vista de la Subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs), cuyas laderas presentan pendientes de fuerte a muy fuerte (15°-45°).

4.3.2. Unidad de piedemonte

Se identificó la siguiente subunidad:

a. Subunidad de piedemonte coluvial (V-cl):

Subunidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial (acarreados y acumulados por efecto de la gravedad), estos se acumulan al pie de los taludes formados producto de movimientos en masa. Se pueden asociar geodinámicamente a la ocurrencia de derrumbes deslizamientos antiguos, el cual se encuentra en el talud ubicado en la margen izquierda del río Huaritambo.

Producto de la recarga de agua mediante las fracturas que presenta los afloramientos rocosos en la parte alta, se observan ojos de agua a lo largo de esta Vertiente.

b. Cauce del río (Río):

Se refiere a la geoforma de origen depositacional formada por la actividad fluvial, teniendo una forma alargada con un ancho aproximado de 4.3 m, presentando bloques de hasta 2 m de diámetro dentro del cauce.

c. Acumulación y surgencias de aguas

Con los trabajos de campo, dentro del área de estudio se visualizó acumulaciones de agua que sobresaturan al terreno. Se encuentran en áreas con pendientes fuertes a muy fuertes.

Los ojos de agua se muestran en la zona de derrumbes, lo que podría haber coadyubado a la ocurrencia de esta. (Fotografía 3).



Fotografía 3. Vista de acumulación de agua producto de la saturación del terreno y muestra presencia de agua subterránea que fluye hacia la superficie debido a la presión acumulada en un acuífero.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la zona inspeccionada corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional activo, donde por efectos de la gravedad y pendiente al pie del deslizamiento ocurre derrumbes y reptación de suelos, estos movimientos en masa se dan sobre depósito coluvio-deluvial que corresponde al cuerpo de un deslizamiento antiguo, adicionalmente a estos procesos podemos observar la existencia acumulación de agua producto de los ojos de aguas subterráneas que afloran en la zona desencadenando reptación de suelos y derrumbes debido a la sobresaturación del terreno. (anexo 1: Mapa 4).

La caracterización de estos eventos se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo, se tomó datos con GPS, fotografías a nivel de terreno, fotografías con dron y complementada con el análisis de imágenes satelitales y modelo de elevación digital (DEM) de 12.5 m de resolución obtenido de ALOS PALSAR (USGS) y procesados en el software ArcGis.

5.1. Deslizamiento Rotacional Activo

Se tiene un deslizamiento activo en la margen izquierda del río Huaritambo, ladera abajo del Centro Poblado Cayas, específicamente en el Sector Puca Pashtag. Se considera de desplazamiento lento. En su flanco derecho presenta un salto de 60 cm, el flanco izquierdo de 70 cm (Figuras 7 y 8); el escarpe principal tiene una altura de 60 cm, con desplazamiento de 30 cm y con una distancia de 80 m del escarpe al pie del deslizamiento. (Figura 9).

Se evidencia también la presencia de múltiples grietas transversales con 8 a 12 cm de abertura, de hasta 10 m de longitud y profundidad de hasta 40 cm.

El deslizamiento está afectando 100 m continuos de la carretera Cayas – Colcas que pasa por la parte alta del deslizamiento.

Desde el año 2012, se tienen procesos de reptación de suelos al pie del talud (ubicado en la margen izquierda del río Huaritambo), con avance retrogresivo. El 2014 se evidencia pequeños desplazamientos poco visibles en el terreno de cultivo y pastizales.

En el sector evaluado, el terreno se encuentra muy saturado por aguas pluviales, canales de riego no impermeabilizados y por afloramientos de ojos de agua.

Al pie del deslizamiento se observa terrenos ondulados que evidencia procesos de reptación de suelos (Figura 10).



Figura 7. Vista del desnivel de 70 cm sobre la vía Cayas-Colcas que corresponde al flanco izquierdo del deslizamiento rotacional activo, ubicado con coordenadas 262302 E; 8970071 N.



Figura 8. Vista del desnivel de 60 cm sobre la vía Cayas-Colcas que corresponde al flanco derecho del deslizamiento rotacional activo, ubicado con coordenadas 262281 E; 8970102 N, y la presencia de grietas transversales sobre el terreno.



Figura 9. Vista del escarpe principal del deslizamiento rotacional, presenta un salto de 60 cm con 30 cm de desplazamiento horizontal.



Figura 10. Se aprecia el escarpe de deslizamiento con desplazamiento de hasta 70 cm y desplazamiento horizontal de hasta 35 cm. Se aprecian, además, en el cuerpo del deslizamiento procesos de reptación de suelos.

En la vía Cayas-Colcas, ladera abajo a 6 metros, se ha construido un muro de contención que tiene una longitud de 30 m (construido el 2023) con el fin de mitigar el peligro, en la actualidad muestra desplazamientos fallas (Figura 11).

Por otro lado, desde la laguna Reparín, se tiene una captación de agua, donde los canales de riego, no se encuentran revestidos, el agua discurre todo el año (Figura 12). Lo cual ayuda a la saturación del terreno.

La falta de control del agua de escorrentía y riego por gravedad, también saturan los terrenos, incrementando los procesos de reptación de suelos y reactivación de deslizamientos y derrumbes.



Figura 11. Vista del muro de contención de concreto de 30 m de longitud, ubicada a 6 metros ladera abajo de la vía Cayas-Colcas, actualmente presenta grietas en su estructura y destruida por partes.



Figura 12. Vista de canales de riego no revestidos, por el cual discurre agua permanente durante todo el año. En líneas entrecortadas de color rojo se muestra una proyección del que podría ser una grieta transversal que fue sellada el año 2023, el cual fue obtenida por testimonios de la población. (actualmente no se evidencia alguna grieta)

5.2. Derrumbes Activos y reptación de suelos

De acuerdo con las observaciones y trabajos de campo, se evidenciaron derrumbes activos, los cuales ocurren a lo largo del pie de ladera, ubicado en la margen izquierda del río Huaritambo, específicamente al pie del deslizamiento activo, teniendo una longitud de arranque aproximado de 90 m, altura de hasta 6 m.

De continuar la actividad continúa del proceso de reptación de suelos, que se presenta por encima de la zona de arranque de los derrumbes (Figuras 13, 14 y fotografía 4), afectaría pastizales, árboles y pastos naturales.

La reptación de suelos se identifica por el ondulamiento del terreno y agrietamientos en forma continua, que muestra longitudes de hasta 7 m con desplazamientos verticales de 0.35 m (Figura 15). Según al análisis multitemporal de imágenes satelitales de los años 2017 y 2024, este evento proviene desde el 2017.

Dicho esto, las dimensiones del derrumbe y reptación de suelos se incrementaron a través del tiempo desde el año 2012 hasta la actualidad. (Figura 16).



Figura 13. Vista de derrumbes ubicado en la margen izquierda del río Huaritambo, donde se puede visualizar también reptación de suelos por encima de la zona de arranque del derrumbe.



Figura 14. Vista del derrumbe, el cual podría ser también reactivado en temporada de lluvias por la erosión fluvial que ejerce el río Huaritambo, se puede distinguir material coluvial que fue depositado al pie del talud.



Fotografía 4. Vista de procesos de reptación de suelos en el cuerpo del deslizamiento, se visualiza terrenos ondulados y desplazamientos horizontales y verticales del terreno.



Figura 15. Vista de ojos de agua distribuidos a lo largo del talud afectado por derrumbes, lo cual demuestra la sobresaturación del terreno y se muestra la erosión que provoca.



Figura 16. Vista Imagen satelital multitemporal 2017-2024, donde se visualiza la actividad en la ladera ubicada en la margen izquierda del río Huaritambo, se parecían derrumbes y reptación de suelos, se incrementaron en el tiempo.

5.3. Deslizamiento Antiguo

Las evidencias geomorfológicas que presenta la ladera muestra un terreno ondulado, y cicatriz de un deslizamiento antiguo el cual se reconoce a través de los escarpes antiguos, por su tipo de depósito coluvio-deluvial, la superficie ondulada que presenta el cuerpo del deslizamiento antiguo.

Con el análisis de imágenes satelitales y un modelo de elevación digital (DEM) de 12.5 m de resolución obtenido de ALOS PALSAR (USGS) se tienen algunas características visuales de este proceso, el cual presenta una forma de corona semicircular, con escarpe irregular cubierta por vegetación sobre el cual se asientan algunas viviendas del Centro Poblado Cayas y del Sector Puca Pashtag, terrenos de cultivos, canales de riego no impermeabilizados. La distancia entre el escarpe y pie de deslizamiento es de 389 m y una longitud de corona de deslizamiento de 224 m.

Finalmente es importante mencionar que se debe controlar el riegos de terrenos y pastizales, debido a que el discurrimiento permanente de las aguas por los canales sin revestimiento puede influir significativamente en la reactivación del deslizamiento antiguo donde en la actualidad se asienta parte del poblado de Cayas.

5.4. Análisis de perfil longitudinal

En base al levantamiento fotogramétrico con dron se generó un modelo digital de terreno (MDT), obteniendo un perfil (figura 17), el que permitió caracterizar el deslizamiento activo.

El perfil A-A' (sector Puca Pashtag), muestra gráficamente el cuerpo del deslizamiento tipo rotacional con un escarpe principal sobre los 3155 m s.n.m.

El deslizamiento activo ubicado en la ladera del Sector Puca Pashtag del Centro Poblado Cayas, muestran desplazamientos con dirección noreste hacia el suroeste, donde se evidencia un salto de hasta 0.6 m, que corresponde al escarpe principal, además, se muestra los planos de rotura inferido, grietas transversales en el terreno, surgencias de agua subterránea, muro de contención afectado y los derrumbes en el talud inferior.

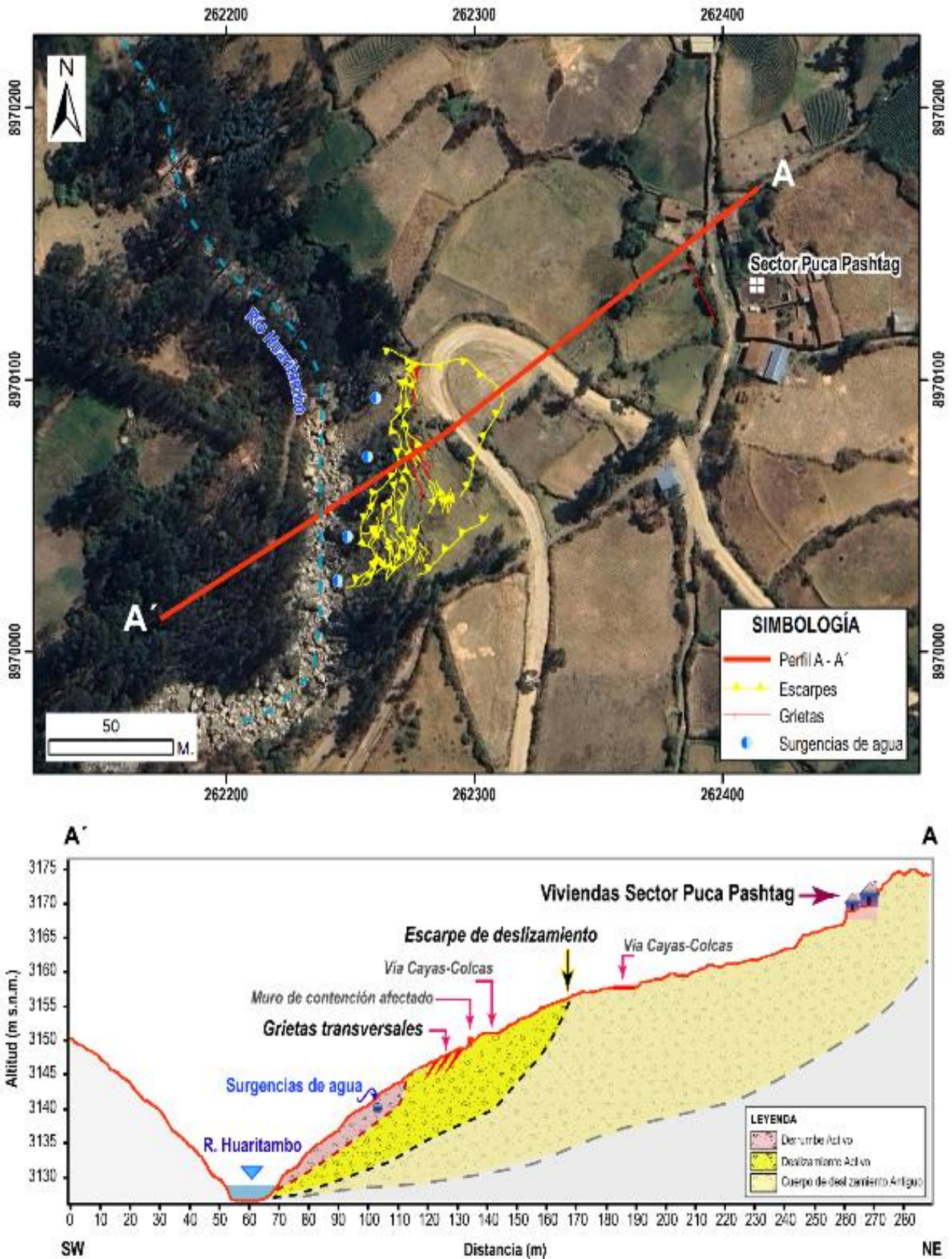


Figura 17. Ubicación e interpretación del perfil longitudinal AA', elaborado en función del deslizamiento rotacional del Sector Puca Pashtag, del Centro Poblado Cayas.

5.5. Factores condicionantes

A continuación, se detalla los principales factores condicionantes que podrían condicionar la ocurrencia de movimientos en masa, los cuales se detallan en la siguiente tabla 3:

Tabla 3. Factores condicionantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES CONDICIONANTES	CARACTERÍSTICAS
Litológico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Afloran al Este, laderas arriba del Sector Puca Pashtag, areniscas cuarzosas de grano fino, intercaladas con limoarcillitas, plegadas, de color negras y grises a veces laminadas, tienen niveles de carbón. ▪ Específicamente en el área de estudio (sector Puca Pashtag) se sienta sobre depósito coluvio-deluvial, el cual se encuentra conformada por bloques (15%), gravas (30%), arena (20%), arcilla y limo (35%).
Geomorfológico y de Relieve	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se tiene piedemonte coluvial, donde la pendiente del terreno de las laderas varía de fuerte a muy fuerte (15° a 45°), en forma dispersa se tiene escarpadas (> 45°), estos últimos se distribuyen en el talud dirigido hacia el río Huaritambo. ▪ La pendiente del terreno muy fuerte a escarpado permite que el material suelto disponible en su superficie se erosione fácilmente y se desplace cuesta abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.
Antrópico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El discurrir de las aguas pluviales por ausencia de canales de drenaje satura el terreno y la presencia de canales de riego no impermeabilizados coadyuban a la saturación del terreno y el riego constante de los terrenos de cultivos.

5.6. Factores desencadenantes

A continuación, se detalla los principales factores que podrían desencadenar la ocurrencia de movimientos en masa, los cuales se detallan en la siguiente tabla 4:

Tabla 4. Factores desencadenantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES DESENCADENANTES	CARACTERÍSTICAS
Precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El factor desencadenante principal para la ocurrencia de deslizamientos, reptación de suelos y derrumbes en el Sector Puca Pashtag, son las lluvias periódicas intensas y/o extraordinarias. ▪ El agua proveniente de la lluvia se infiltra en el suelo incrementando la presión del agua en el acuífero y saliendo hacia la superficie como puquial (ojos de agua).

5.6.1. Sismos

De acuerdo con la historia sísmica del Perú, en la zona Andina los sismos de 1946 y 1950 causaron daños en las ciudades de Quiches (Áncash) y Cusco, Es posible que el sismo de 1970, con epicentro frente a la zona costera de la ciudad de Chimbote, sea el causante de la mayor destrucción y mortandad en el Perú, pero no por el sismo en sí, sino por el sacudimiento que soportó la Cordillera Blanca que produjo el desprendimiento de un bloque

de hielo y el posterior alud de hielo y barro que sepultó a las localidades de Yungay y Ranrahírca, en el Callejón de Huaylas.

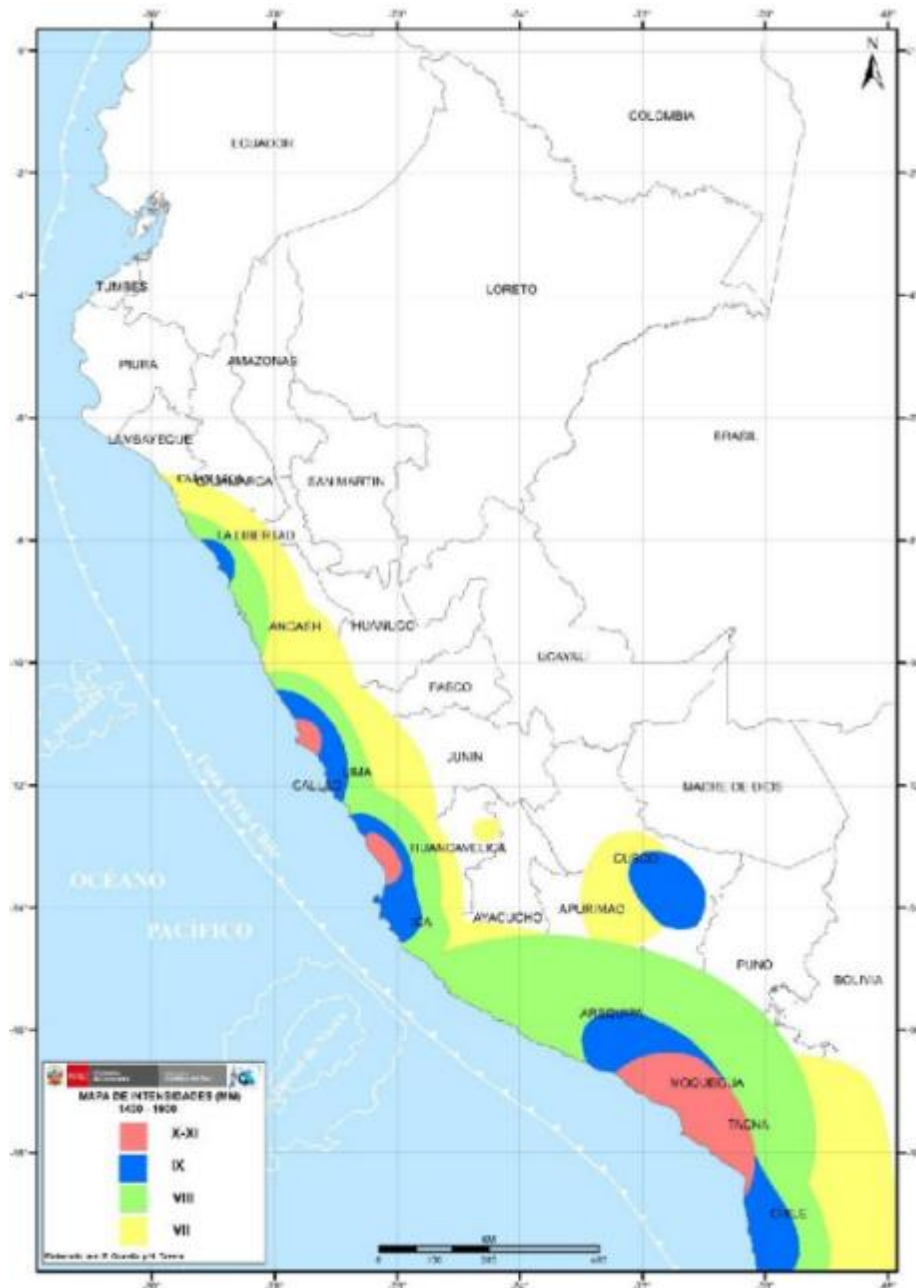


Figura 18. Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1400 y 1900. **Fuente:** IGP

En la figura 20 se presenta el mapa de intensidades máximas para sismos ocurridos durante el periodo 1960 a 2014. Según la información, toda la zona costera de Perú fue afectada con intensidades máximas de VIII (MM), principalmente en los departamentos de Arequipa, Ica, Lima, Ancash, Tumbes y Piura. En general, los sismos que produjeron estos niveles de intensidad en el Perú presentaron magnitudes de 8,0 Mw para sismos de subducción y de 6,5 Mw para sismos por fallas geológicas.

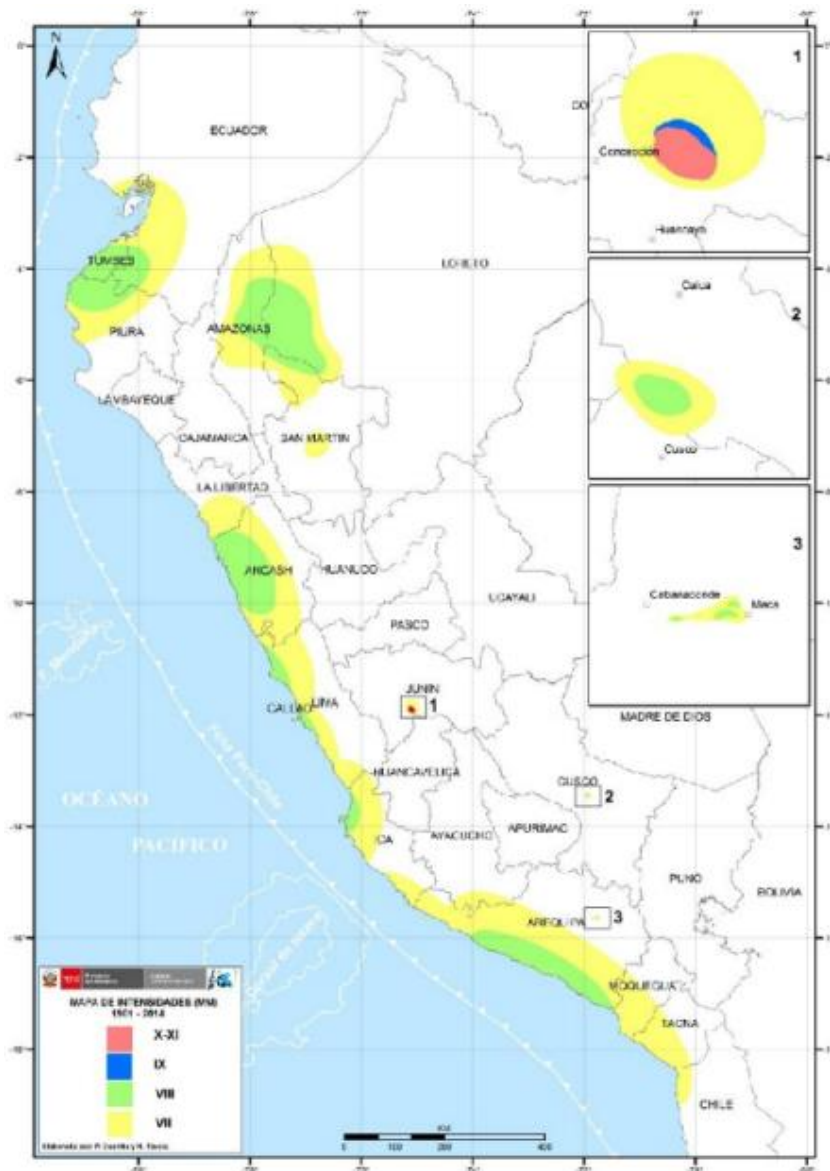


Figura 19.- Mapa de intensidades sísmicas máximas en la escala de Mercalli Modificada para sismos históricos ocurridos entre los años 1960 y 2014. **Fuente:** IGP

Es importante analizar los niveles de intensidad producidos por los sismos históricos en el Perú debido a que, si en el pasado a la ocurrencia de un sismo de magnitud elevada, una determinada zona soportó altas intensidades de sacudimiento del suelo produciendo daños importantes, a la ocurrencia de un próximo evento, será afectada con las mismas o mayores intensidades y los daños probablemente sean mayores debido al crecimiento desordenado de las ciudades.

Como efectos secundarios a la ocurrencia de un sismo de gran magnitud puede ocurrir deslizamientos, que según la historia sísmica del Perú detalla la ocurrencia de un gran número de eventos sísmicos que produjeron diversos escenarios de deslizamientos, estos en su mayoría en zonas andinas por el grado de pendientes de los terrenos y por las condiciones morfológicas y geológicas de su entorno.

6. CONCLUSIONES

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

- 1) El área de estudio se encuentra emplazado sobre depósitos coluvio-deluviales y depósitos coluviales, compuestos por bloques de tipo areniscas cuarzosas con diámetro entre hasta 35 cm. El depósito se encuentra conformada por bloques (15%), gravas (30%), arena (20%), arcilla y limo (35%), poco consolidados y propensos a desarrollar nuevos derrumbes, reptación de suelos y deslizamientos.
- 2) El área de estudio se encuentra asentada sobre piedemonte coluvial donde la pendiente de las laderas varía entre fuerte a muy fuerte (15° y 45°), y en forma dispersa terrenos muy escarpadas (>45°), este último rango se distribuye en el talud colindante al río Huaritambo, específicamente en la zona donde ocurre derrumbe. Lo mencionado permite que el material suelto disponible en la ladera se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía
- 3) Geodinámicamente, ladera colindante al Sector Puca Pashtag se considera activa, se tiene un deslizamiento antiguo con procesos de reactivaciones en forma de deslizamiento, reptación de suelos y derrumbes.
- 4) El deslizamiento reactivado, presenta un escarpe principal de altura de 60 cm con desplazamiento horizontal de 30 cm. En el flanco derecho del deslizamiento presenta un salto de 60 cm. y el flanco izquierdo es de 70 cm, se evidencia también la presencia de múltiples grietas transversales con abertura de 8 a 12 cm, longitud de 10 m y profundidad de hasta 40 cm. Afecta la carretera Cayas – Colcas afecta 100 m.
- 5) Los derrumbes ocurren a lo largo del pie de ladera de la margen izquierda del río Huaritambo, presentan a lo largo de la ladera en 90 m con altura de hasta 6 m, y avance retrogresivo. De continuar afectaría terrenos de pastizales, árboles y pastos naturales.
- 6) El proceso de reptación de suelos se encuentra por encima de la zona de arranque de los derrumbes y afecta a pastizales.
- 7) El factor desencadenante, para la ocurrencia de los peligros por movimientos en masa mencionados, son las precipitaciones pluviales periódicas intensas y/o extraordinarias.
- 8) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas que presenta el Sector Puca Pashtag, se considera **de Peligro Alto** ante la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y reptación de suelos siendo considerado como factores condicionantes al material que conforman los depósitos cuaternarios, así como la pendiente del terreno y las propiedades hidrogeológicas del terreno.

7. RECOMENDACIONES

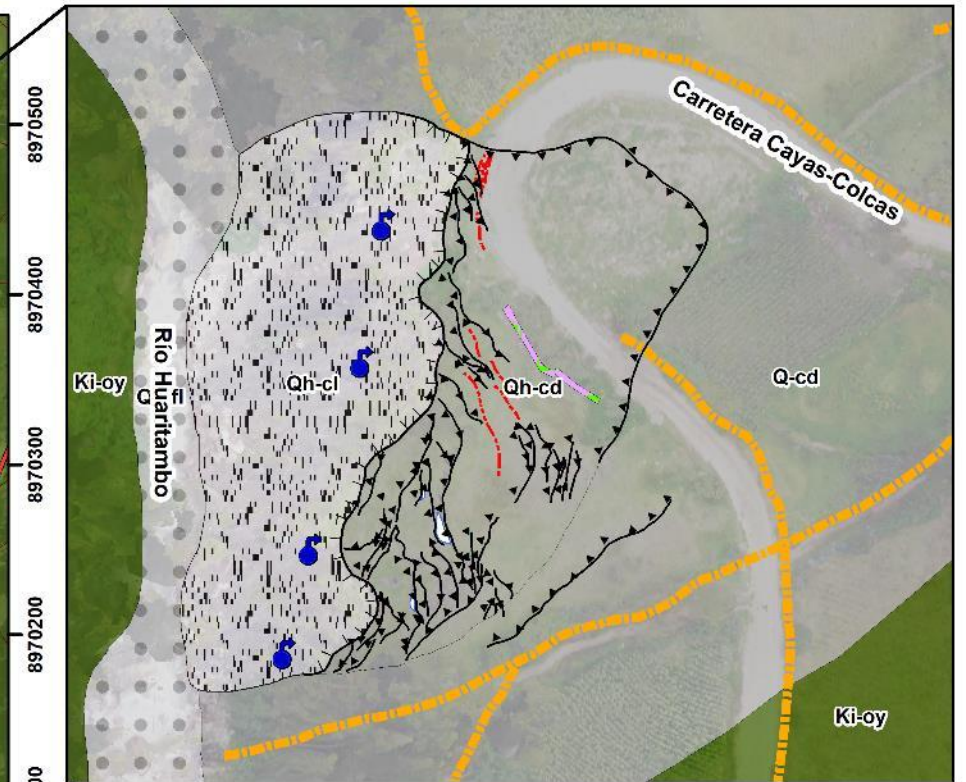
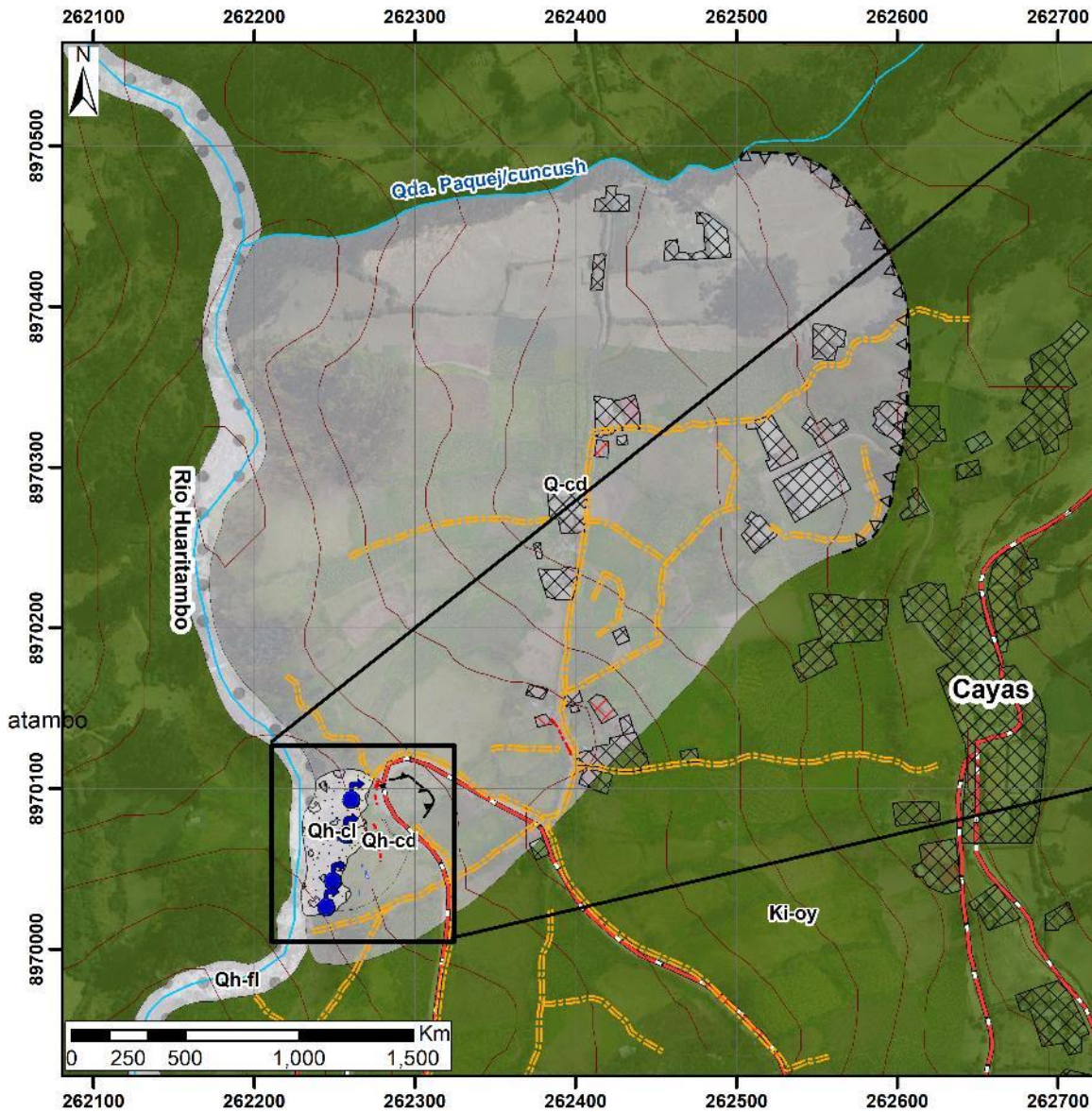
En base a la evaluación de peligros geológicos realizada en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones:

- 1) Considerar el cambio del trazo de la carretera Cayas – Colcas de corto a mediano plazo.
- 2) Impermeabilizar los canales de riego o canalizarlos mediante tuberías HDPE que son flexibles para evitar la infiltración de las aguas hacia el subsuelo.
- 3) Evitar el riego constante de los terrenos y realizar un mantenimiento a la cuneta de la carretera Cayas – Colcas.
- 4) Canalizar las aguas superficiales y puquiales (ojos de agua), derivarlas hacia un drenaje natural (quebrada).
- 5) Prohibir el riego por inundación y aspersión prolongada en los terrenos de cultivo y pastizales que se encuentran por encima del eskarpe principal, porque esta acción incrementa la saturación del terreno.
- 6) Prohibir el pastoreo en la zona afectada por el deslizamiento para evitar algún tipo de incidentes que afecten a los animales y personas que circulen por la zona.
- 7) Prohibir la expansión urbana hacia la zona afectada por deslizamiento, ya que por el avance retrogresivo desestabilizará la zona.
- 8) Reforestar con plantas nativas propias del lugar y pastos naturales las áreas desprovistas de cobertura vegetal en el sector Puca Pashtag y alrededores.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslide 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.
- Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Consulta marzo, 2025. Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/main-map/fields/all>.
- Informe Técnico N°A 7501 – Diagnóstico de zonas críticas por movimientos en masa en laderas a nivel Nacional. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, 153 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/5005>
- Informe Técnico N°A 7106 – Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el Centro Poblado de Cajay. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, 34 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3045>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.
- Wilson J., Reyes L., Garayar J. (1967) - Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g y 19-i. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, Boletín N° 60, 85 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/199>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Tavera., H. (2014) - Evaluación del peligro asociado a los Sismos y efectos secundarios en Perú. Disponible en: <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/fil20140926131431.pdf>.
- Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Zabala, B., et al (2007). Informe técnico Geología Ambiental – Zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la Región Ancash-Primer Reporte. Disponible en: https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/2004/1/A6550-Zonas_cr%C3%a1ticas_regi%C3%b3n_Ancash.pdf
- Zabala, B., et al (2009) – Riesgos Geológicos en la Región Ancash. INGEMMET, Boletín N° 38, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 280 p., 18 mapas. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/243>

ANEXO 1: MAPAS TEMÁTICOS



LEYENDA

SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICOS	
CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósito fluvial	
		Depósito coluvial	
		Depósito coluvio-deltuvial	
CRETÁCICO	INFERIOR	Formación Oyón	

Simbología

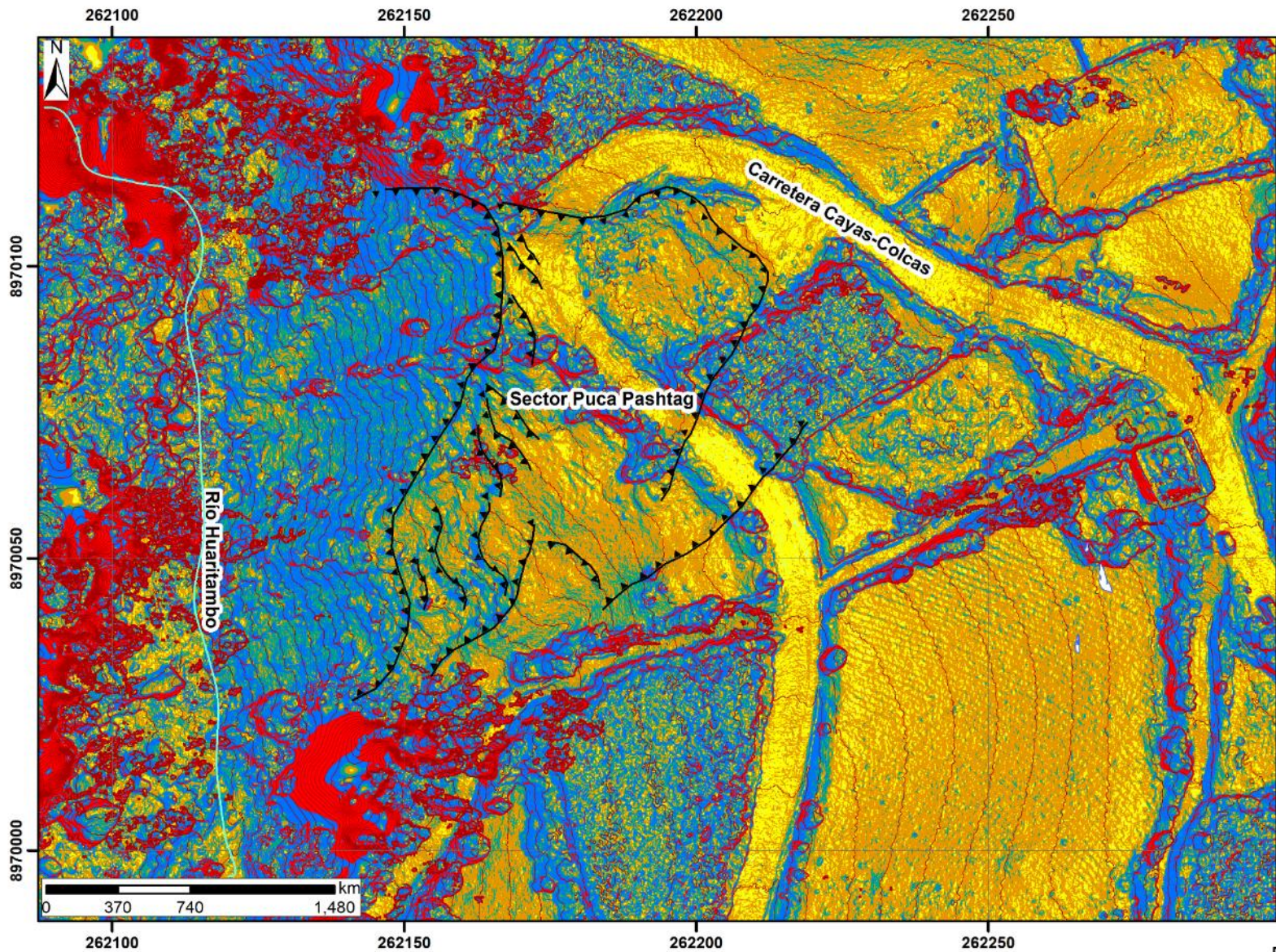
- | | | |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------|
| Ojos de agua | Zona de arranque de derrumbe | Muro de contención |
| Área rural | Escarpe de deslizamiento antiguo | Grietas transversales |
| Canal de riego | Escarpe de deslizamiento activo | Acumulaciones de Agua |
| Curvas de Nivel | | |

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARI
 DISTRITO: CAJAY

GEOLOGIA DEL SECTOR PUCA PASHTAG

Escala: 1/5000	Elaborado por: Ccorimanya, E.	MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2025 Impreso: Junio, 2025		



Leyenda
Rango de pendientes del terreno

	0° a 1° Pendiente Llano		15° a 25° Pendiente fuerte
	1° a 5° Inclinado con Pendiente suave		25° a 45° Pendiente Muy fuerte
	5° a 15° Pendiente moderado		>45° Pendiente Muy escarpado

Simbología

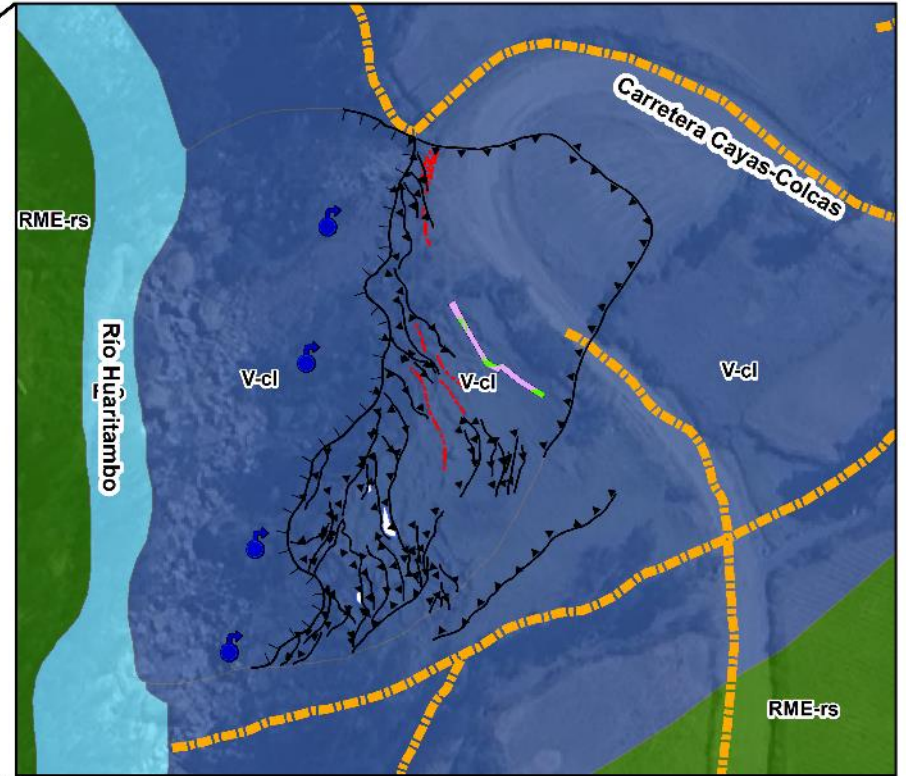
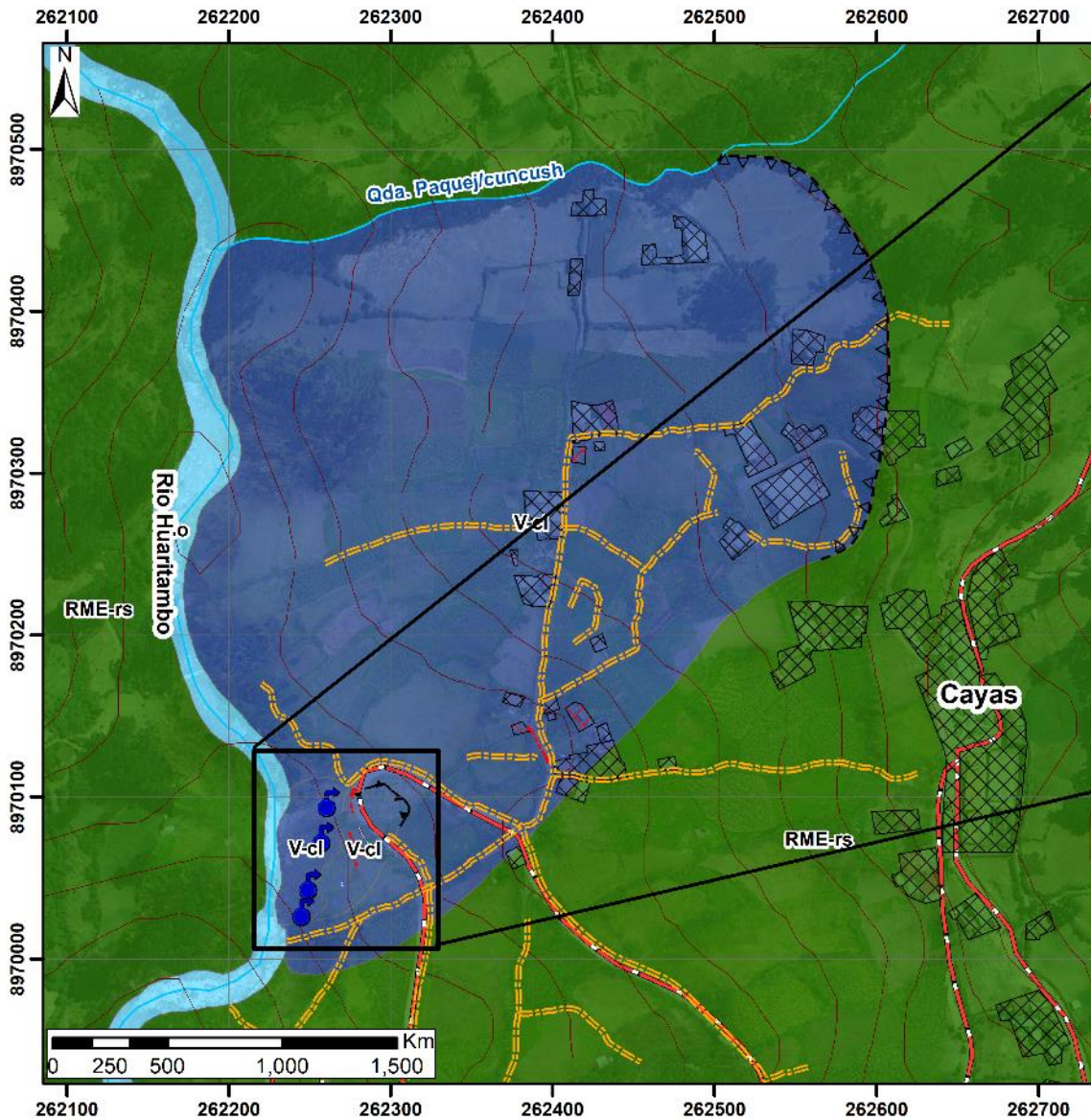
	Curvas de Nivel
	Escarpes

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
PROVINCIA: HUARI
DISTRITO: CAJAY

PENDIENTES DEL TERRENO DEL SECTOR PUCA PASHTAG

Escala: 1/1000	Elaborado por: Ccorimanya, E.	MAPA 02
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2025 Impreso: Junio, 2025		



LEYENDA	
UNIDAD	SUBUNIDAD GEOMORFOLOGICA
MONTAÑA	Montaña estructural en roca sedimentaria
PIEDEMONTE	Piedemonte coluvial
OTROS	Cauce de río

Simbología

- | | | |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------|
| Ojos de agua | Zona de arranque de derrumbe | Muro de contención |
| Área rural | Escarpe de deslizamiento antiguo | Grietas transversales |
| Canal de riego | Escarpe de deslizamiento activo | Acumulaciones de Agua |
| Curvas de Nivel | | |

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
PROVINCIA: HUARI
DISTRITO: CAJAY

GEOMORFOLOGIA DEL SECTOR PUCA PASHTAG

Escala: 1/5000

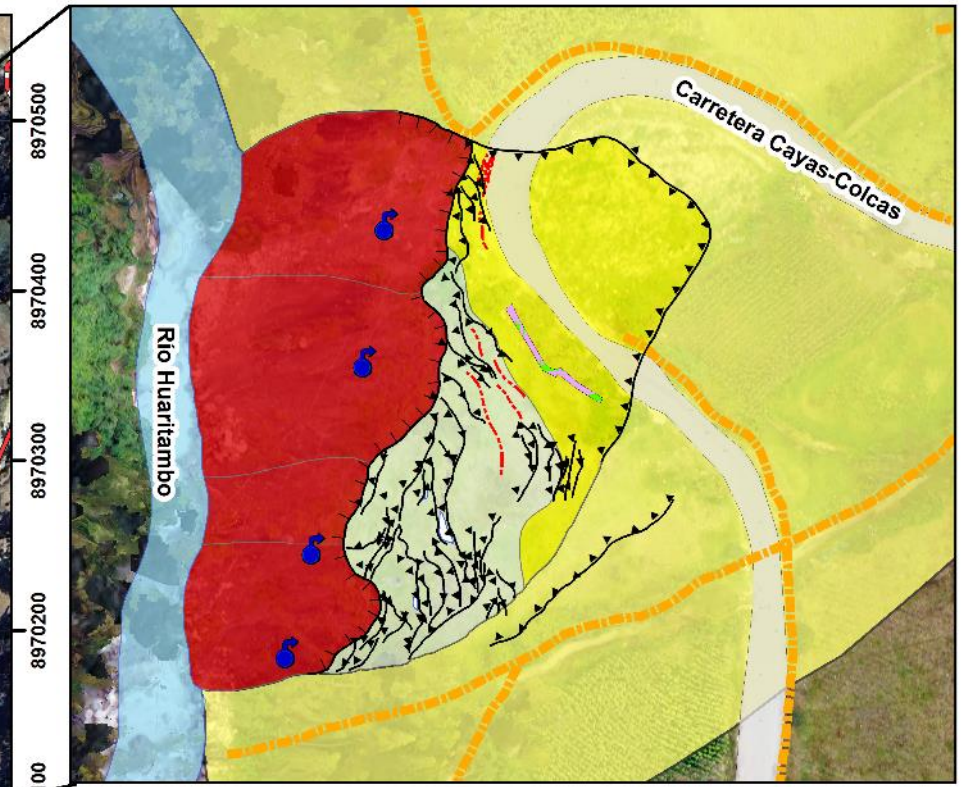
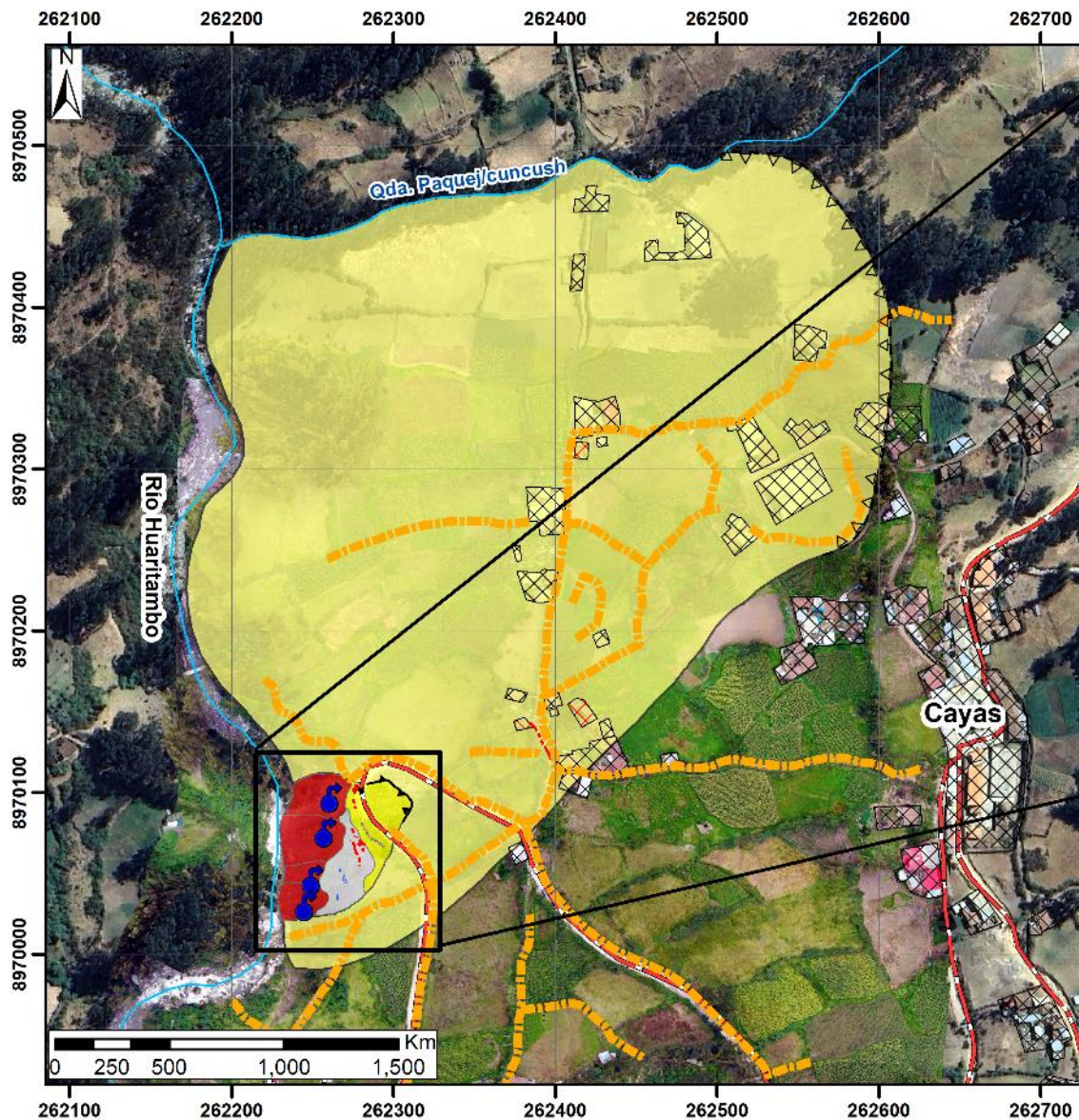
Elaborado por: Ccorimanya, E.

MAPA

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84

Versión digital 2025 Impreso: Junio, 2025

03



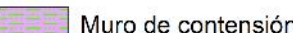

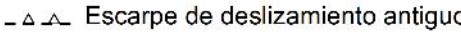
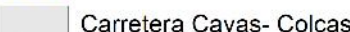
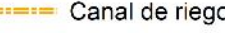
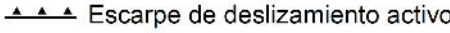
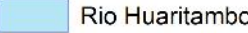
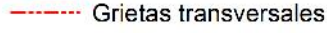
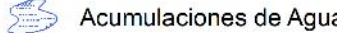


Leyenda

Tipo de Peligros Geológicos

- Derrumbe Activo
- Deslizamiento rotacional Activo
- Deslizamiento rotacional Antiguo
- Reptación de suelos

Simbología

 Ojos de agua	 Zona de arranque de derrumbe	 Muro de contención
 Área rural	 Escarpe de deslizamiento antiguo	 Carretera Cayas- Colcas
 Canal de riego	 Escarpe de deslizamiento activo	 Rio Huaritambo
	 Grietas transversales	 Acumulaciones de Agua

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
PROVINCIA: HUARI
DISTRITO: CAJAY

PELIGROS GEOLÓGICOS DEL SECTOR PUCA PASHTAG

Escala: 1/5000	Elaborado por: Ccorimanya, E.	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		04
Versión digital 2025 Impreso: Junio, 2025		