

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7440

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTOS EN EL CENTRO POBLADO TUNYA

Departamento Huánuco
Provincia Dos de Mayo
Distrito Shunqui



OCTUBRE
2023

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTOS EN EL CENTRO POBLADO TUNYA

Distrito Shunqui, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco

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

Equipo de investigación:

Lucio Medina Allcca

Ely Milder Ccorimanya Challco

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023) - *Evaluación de peligro geológico por deslizamientos en el centro poblado Tunya. Distrito Shunqui, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco.* Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7440, 46 p.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación.....	6
1.3.2. Población.....	6
1.3.3. Accesibilidad.....	6
1.3.4. Clima	9
2. DEFINICIONES	10
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	13
3.1. Unidades litoestratigráficas	13
3.1.1. Complejo de Marañón (NP-cm-esq, gn).....	13
3.1.2. Grupo Mitu (PET-m)	13
3.1.3. Grupo Pucará (TsJi-p)	13
3.1.4. Formación La Unión (Qp-lu)	13
3.1.5. Depósito coluvial (Q-al)	15
3.1.6. Depósito proluvial (Q-pl)	15
3.1.7. Depósito coluviodeluvial (Q-cd)	16
3.1.8. Depósito coluvial (Q-cl).....	16
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	17
4.1. Pendientes del terreno.....	17
4.2. Unidades y subunidades geomorfológicas.....	18
4.2.1. Unidad de Montañas.....	18
4.2.2. Unidad de Piedemonte	19
4.2.3. Unidad de terraza	20
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	20
5.1. Deslizamiento sector “A”	21
5.2. Deslizamiento sector “B”	25
5.3. Deslizamiento sector “C”	26
5.3.1. Factores condicionantes.....	29
5.3.2. Factores desencadenantes	29
6. CONCLUSIONES.....	31
7. RECOMENDACIONES.....	32
8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	33
ANEXO 1: MAPAS.....	34

RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación de peligro geológico por deslizamientos realizados en el centro poblado Tunya del distrito de Shunqui, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco. Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – Ingemmet cumple con la función de brindar asistencia técnica en el tema de peligros geológicos a los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

En el área evaluada, presenta un macizo rocoso muy fragmentado y superficie completamente meteorizado, está conformado por esquistos con presencia de niveles de cuarzo (vetas lenticulares) del Complejo Marañón, y conglomerados polimícticos con alternancia de areniscas del Grupo Mitu; superficialmente presentan depósitos coluviales generados por movimientos en masa.

Geomorfológicamente, se ubica en ladera de montaña modelada en rocas metamórficas y sedimentarias con terreno de pendiente variables, principalmente comprendida entre 15° a 45°, caracterizado como fuerte a escarpado; además, presenta menores a 15° aprovechadas como terrenos agrícolas.

En el área de evaluación se identificó movimientos en masa activos retrogresivos de tipo deslizamiento con escarpas múltiples y escalonadas distribuidos en tres sectores a los que se denominó sector A, sector B y sector C. En el sector A, los deslizamientos abarcan un área 41 667 m², con ancho variable de 50 m a 110 m y longitud del eje de 545 m. En el sector B abarca un área de 6 350 m² con ancho entre 50 m a 130 m y longitud variable entre 30 m a 78 m. Finalmente, en el Sector C, abarca un área 3 069 m² con longitud del eje entre 20 m a 40 m.

Los factores que condicionan la ocurrencia de deslizamiento corresponden principalmente a la presencia de depósito inconsolidado perteneciente a movimientos en masa antiguos depositados sobre el macizo rocoso muy fragmentado conformado por rocas metamórficas esquistosas y superficie completamente meteorizadas. Además, influye el relieve conformado por montaña modelada en roca metamórfica con pendiente que varía principalmente entre 5° y 45°, caracterizada como moderado a escarpada; la deforestación y la presencia de terrenos agrícolas.

Por las condiciones mencionadas en los dos párrafos anteriores, las áreas afectadas por la reactivación de deslizamientos en el centro poblado de Tunya se considera como **Zona Crítica y Peligro Alto**. Los deslizamientos reactivados en Sector A podrían aumentar sus dimensiones, convertirse en flujo de lodo y afectar a los habitantes ubicados en el Sector C.

Finalmente, en el informe de evaluación técnica se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes y tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada con la finalidad de minimizar los daños que se puedan generar.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Shunqui, oficio N° 049- 2023-MDSH/A; en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación de los peligros geológicos por movimientos en masa de tipos deslizamientos y flujos detritos que podría afectar a los pobladores del centro poblado El Porvenir.

El Ingemmet a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico designó al ingeniero Lucio Medina Allcca y la geóloga Ely Milder Ccorimanya Challco, para realizar la evaluación de los peligros geológicos in situ en el mes de marzo del presente año.

La evaluación técnica consistió en la recopilación y análisis de la información existente en trabajos anteriores realizados por el Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron que permitan obtener Modelos Digitales de Elevación (DEM) y ortomosaicos para uso como base cartográfica de detalle), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se redactó el informe técnico.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Shunqui 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 y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastre, a fin de que sea un instrumento 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 que ocurren en el centro poblado de Tunya y áreas aledañas.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los eventos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante el peligro geológico por deslizamientos y flujos identificados durante los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel regional, que involucra la zona de evaluación, se tiene:

- A) El Boletín N° 34 de la Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco, elaborado por Zavala & Vélchez (2006). El estudio contiene información básica sobre los peligros geológicos presentes en la región Huánuco y los factores que los condicionan para su ocurrencia. El área de evaluación es considerada entre alta y muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.
- B) Boletín N° 76 de la Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j” donde se describen los aspectos geológicos y estructurales a escala 1/100 000.
- C) Además, se consideró el informe técnico de Peligro Inminente por movimientos en masa (Informe N° 007-2023-MDSH-LMFC/GI-UCP) elaborado por la Municipalidad Distrital de Shunqui donde en uno de sus recomendaciones fue la evaluación técnica de peligros geológicos de parte de los especialistas de Ingemmet.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada pertenece al centro poblado Tunya del distrito Shunqui, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco (fotografía 1 y figura 1). Además, se encuentra ubicada dentro de las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Coordenadas del área de evaluación

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	303642.49	8923269.50	-9.735889°	-76.789953°
2	304989.49	8922257.07	-9.745106°	-76.777727°
3	303868.18	8921092.35	-9.755582°	-76.788002°
4	303438.60	8921626.33	-9.750734°	-76.791891°
5	303573.01	8921827.42	-9.748923°	-76.790656°
6	303058.92	8922610.21	-9.741821°	-76.795303°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
Coordenada principal	303493.92	8922627.84	-9.741690°	-76.791347°

1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada del centro poblado de Tunya fue de 121 habitantes distribuidos en un total de 46 viviendas particulares; además, en el área de estudio habitan pobladores del centro poblado de Huanac con 79 habitantes y 28 viviendas particulares; de todos ellos, 13 viviendas se encuentran asentadas sobre depósitos de avalancha de detritos inactivo latente.

1.3.3. Accesibilidad

Para acceder a las áreas de los centros poblados evaluados, desde la ciudad de Lima, se sigue las rutas que se presentan en el cuadro 1:

Cuadro 1. Rutas y accesos

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Barranca	Asfaltada	206	4 horas
Barranca - Huallanca	Asfaltada	225	4 horas 30 min
Huallanca – La Unión - Tunya	Afirmada	30	1 hora



Fotografía 1. Vista panorámica de la zona de evaluación del centro poblado de Tunya tomada con drone.

Coordenadas UTM: 303493.92 / 8922627.84, Zona 18.

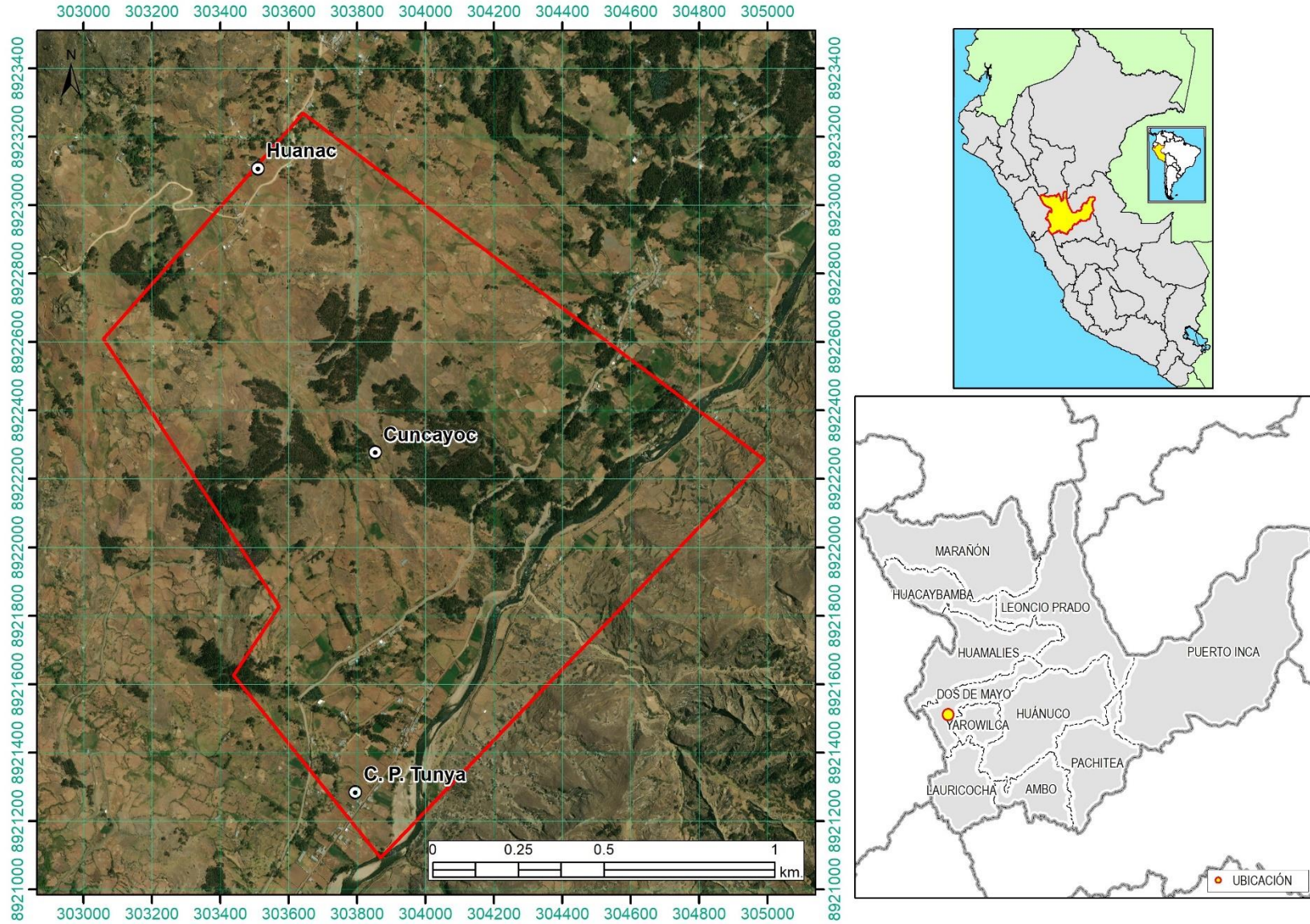


Figura 1. Ubicación del área evaluada se muestra delimitada en color rojo.

1.3.4. Clima

Según el Mapa de Clasificación Climática de Thornthwaite (Senamhi, 2020), el centro poblado Tunya y alrededores se encuentra dentro de clima de tipo lluvioso, templado y muy húmedo durante todo el año.

En cuanto a la cantidad de lluvia según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el último periodo marzo 2018- marzo 2023, fue de 52.7 mm (figura 2). Cabe recalcar que las lluvias son abundantes en los periodos (diciembre a marzo).

Según los mapas de precipitaciones de Senamhi, en el área de evaluación la precipitación anual durante periodo lluvioso normal puede alcanzar valores desde los 200 mm hasta los 500 mm y en el fenómeno El Niño de 1997/1998 fue de 1000 mm a 1200 mm aproximadamente.

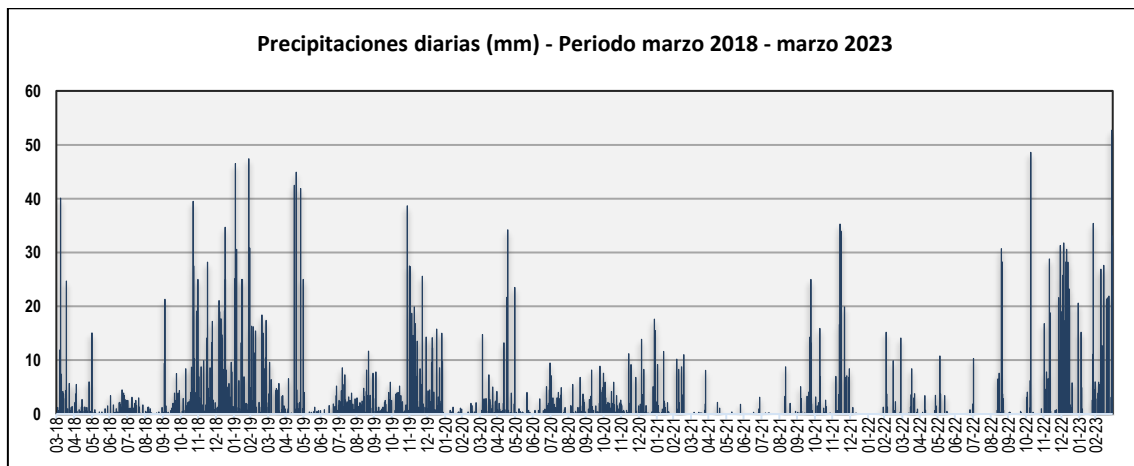


Figura 2. Precipitaciones máximas diarias en mm en el periodo marzo 2018 a marzo 2023. Fuente: Landviewer.

La temperatura en la zona de estudio oscila entre un máximo de 47 °C en verano y un mínimo de -2 °C en invierno (figura 3), y humedad promedio de 49.76 % durante casi todo el año (Servicio aWhere).

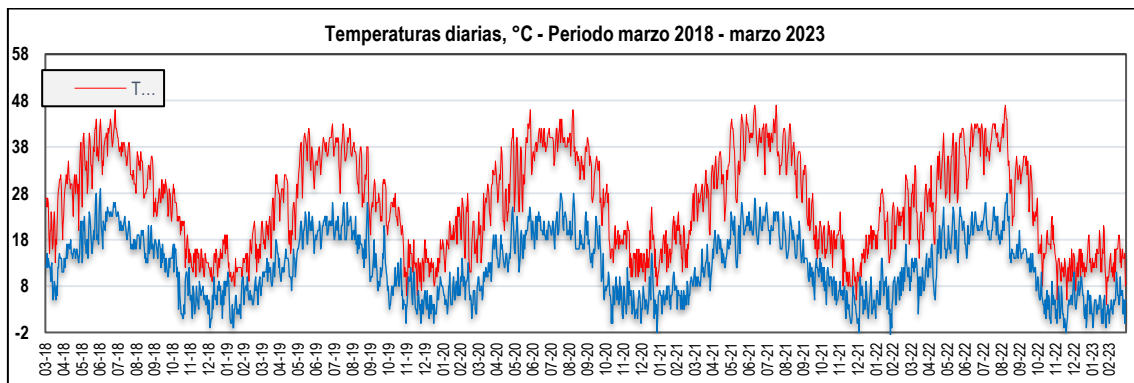


Figura 3. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo marzo 2018- marzo 2023. Fuente: Landviewer.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

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

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

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

Aluvial: Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

Arcilla: Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

Buzamiento: Ángulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90°.

Coluvial: Material originado por la acción de la gravedad.

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: Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

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

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.

Deslizamiento traslacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996).

Erosión de laderas: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

Escarpe o 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.

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 abandonado: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).

Inactivo estabilizado: Movimiento en masa cuyo desplazamiento ha cesado debido a la ejecución de obras correctivas o de control (Cruden y Varnes, 1996).

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

Inactivo relicto: Movimiento en masa que claramente ocurrió bajo condiciones geomórficas o climáticas diferentes a las actuales, posiblemente hace miles de años (Cruden y Varnes, 1996).

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

Lutita: Roca sedimentaria de grano muy fino, de textura pelítica, es decir integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de tamaños de la arcilla y del limo.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

Movimiento complejo: Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo, derrumbe-flujo, deslizamiento-caída de rocas, deslizamiento-flujo, deslizamiento-reptación, entre otros.

Movimiento en masa: Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

Peligro o amenaza geológica: 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.

Propagación lateral: Expansión de una masa de roca o suelo cohesivo, combinada con una subsidencia general de la masa fracturada de material. Sin.: extensión lateral, expansión lateral.

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.

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

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.

Suspendido: Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).

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

Zona crítica: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La información base para el análisis de los aspectos geológico se obtuvo del boletín N° 76 elaborado por Cobbing *et al.* (1996) y del mapa geológico del cuadrángulo de La Unión, hoja 20-j elaborado por Cobbing & Sánchez (1996). Además, se realizó la interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

El área evaluada está compuesta por rocas metamórficas Neoproterozoicos del Complejo Marañón, Grupo Mitu, Grupo Pucará, Formación La Unión, depósitos, coluvial, coluvioaluvial, proluvial y aluvial (Mapa 1).

3.1.1. Complejo de Marañón (NP-cm-esq, gn)

Compuesto principalmente por 2 unidades litológicas (Cobbings *et al.*, 1996): Gneiss, se considera las más antiguas formadas principalmente por micas, cuarzos y plagioclasas; y esquistos, que ocupan la mayor extensión de dicha unidad litológica, de color grises a grises oscuros y verdosos asociados a venillas de cuarzo en concordancia con una primera esquistosidad (fotografías 2 y 3). Dicha esquistosidad presenta un rumbo NO-SE. Otros autores consideran que el complejo Marañón que aflora en la zona corresponde a secuencias esquistos-micáceas de colores grises pardos a grises parduzcos asociadas a cuerpos volcánicos y estructuras vetiformes de cuarzo. (Valencia, M. *et al.*, 2018). Dicha unidad se caracteriza por un relieve accidentado irregular con presencia de escombros en las laderas y flancos del río Vizcarra. El afloramiento se encuentra fragmentado y con superficie completamente meteorizado.

3.1.2. Grupo Mitu (PET-m)

Se caracteriza por una secuencia de conglomerados polimícticos de clastos subangulosos a subredondeados de rocas metamórficas con alternancia de areniscas rojas de grano fino a grueso. (Valencia, M. *et al.*, 2018). En la zona de estudio, el Grupo Mitu sobreyace discordantemente sobre rocas del Complejo Marañón e infrayace a las secuencias carbonatadas del Grupo Pucará.

3.1.3. Grupo Pucará (TsJi-p)

Aflora en el área de estudio en gran extensión hacia el este. Compuesta principalmente por una secuencia de rocas carbonatadas (calizas y dolomías) sobreyaciendo al Grupo Mitu. Localmente está compuesta por calizas pardo amarillentas afectadas por meteorización formando pendientes verticales en las zonas altas (fotografía 4).

3.1.4. Formación La Unión (Qp-lu)

Consiste de una secuencia de conglomerados polimícticos gruesos de clastos variables y areniscas semiconsolidadas. (Cobbing et al., 1996). En el área de estudio se ubica hacia el flanco derecho del río Vizcarra cubriendo gran parte del cerro Gagamarca. El macizo de la Formación La Unión no influyen en la ocurrencia de deslizamiento en el sector de Tunya.



Fotografía 2. Roca metamórfica del Complejo de Marañón compuesto por esquistos gris verdoso con presencia de cuarzo en forma de rosario, se ubica en el lado izquierdo del deslizamiento
Coordenadas UTM: 303655 / 8922566, Zona 18.



Fotografía 3. Roca metamórfica compuesto por esquistos con presencia de cuarzo en forma de rosario del Complejo de Marañón, se ubica en el lado derecho del deslizamiento
Coordenadas UTM: 303600 / 8922431, Zona 18.



Fotografía 4. Macizo rocoso de los grupos Mitu y Pucara ubicados en la cabecera del área de evaluación, sector Huanac
Coordenadas UTM: 303285 / 8922854, Zona 18.

3.1.5. Depósito aluvial (Q-al)

Son depósitos acumulados en las márgenes del río Vizcarra (fotografía 5), corresponde a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales por el transporte que sufrieron y su ubicación tienen selección de regular, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas aluviales, susceptibles a la erosión fluvial.



Fotografía 5. Vista de depósitos aluviales distribuidos en ambas márgenes del río Vizcarra, centro poblado Tunya.
Coordenadas UTM: 304037 / 8921652, Zona 18.

3.1.6. Depósito proluvial (Q-pl)

Los depósitos proluviales son los materiales dejados por los flujos de detritos o lodo, por la existencia de material detrítico suelto acumulado y cuando ocurren precipitaciones

pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas.

Estos depósitos están constituidos por capas de gravas gruesas y finas mal clasificadas, con elementos subangulosos a subredondeados, envueltos en una matriz de arenas, limos y combinaciones arenoarcillosas en proporciones variables, medianamente consolidados.

3.1.7. Depósito coluviodeluvial (Q-cd)

Están conformados por capas de suelo fino compuesto principalmente por limos y arcillas con inclusiones de fragmentos de roca metamórfica. Se encuentra depositado en la ladera con pendiente moderados a fuerte; estos depósitos han sido formados por la escorrentía (pequeños chorros) pluvial sin cauce o ha sido transportada por torrentes de corto recorrido. Además, generalmente estos depósitos cubren a depósitos coluviales.

3.1.8. Depósito coluvial (Q-cl)

Corresponde al depósito producto de la meteorización mayormente física (deslizamientos), resultantes principalmente de la acción transportadora de la gravedad (fotografías 6 y 7).

Están formados por material de naturaleza ligeramente homogénea, con fragmentos de roca heterométricos mezclados con materiales finos como limo y arcilla principalmente. Su distribución es caótica.



Fotografía 6. Depósito coluvial formado por deslizamientos en el área de evaluación.
Coordenadas UTM: 303424 / 8922731, Zona 18.



Fotografía 7. Depósito coluvial formado por material de avalancha compuesto por bloques de caliza y esquistos en matriz arenolimoarcilloso.
Coordenadas UTM: 303424 / 8922731, Zona 18.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

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

El mapa de pendiente del terreno a nivel local (mapa 2) se elaboró en base a la información del modelo de elevación digital de 0.137 m de resolución generado a partir de imágenes captadas con dron Mavic 2 Pro.

Para la caracterización de la pendiente del terreno se consideró 6 rangos de pendientes como son: de 0°-1° considerados terrenos llanos; 1° a 5° terrenos inclinados con pendiente suave; 5° a 15° pendiente moderada; 15° a 25° pendiente fuerte; 25° a 45° pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno como muy escarpado.

A nivel general, la pendiente del terreno en la zona varía principalmente de 25° a 45°, caracterizado como muy fuerte a escarpado; también, se tiene pendiente entre 5° a 15° en sectores dispersos.

A nivel local, dentro del área de evaluación; la pendiente del terreno varía entre 25° a 45° y mayores a 45°. Las pendientes del terreno mayores a 45° están relacionadas

principalmente a escarpas o arranque de ocurrencias de movimientos en masa, lugares afectados por erosión de ladera y cortes de ladera (mapa 2).

En el mapa 2, en algunos sectores, principalmente en el rango de pendiente mayores a 45° presenta distorsión de los colores de representación debido principalmente a la presencia de árboles y viviendas.

4.2. Unidades y subunidades geomorfológicas

La caracterización de las subunidades geomorfológicas, se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve individualizando cuatro tipos generales y específicos del relieve en función de su altura relativa, diferenciándose montañas, vertientes, piedemontes y planicies.

Además, para la delimitación se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (substrato rocoso y depósitos superficiales) dando énfasis en la diferenciación de los depósitos recientes; sobre todo depósitos de movimientos en masa identificados en campo y con ayuda de las fotografías aéreas captadas por drone e imágenes satelitales de alta resolución.

En el mapa 3, se presentan las subunidades geomorfológicas modeladas en el área de evaluación.

4.2.1. Unidad de Montañas

La unidad de montañas consiste en geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (figura 8).

En el área de evaluación de acuerdo a su morfología y origen se identificó la siguiente subunidad (mapa 3):

Subunidad de montañas en roca sedimentaria (M-rs):

Relieve modelado en macizo rocoso sedimentario de la Formación La Unión y los grupos Mitu y Pucará. La pendiente de sus laderas varía principalmente entre 5° a 15° considera pendiente moderado; además, presenta lugares con pendiente entre 25° a 45° caracterizado como muy fuerte a escarpado asociado a cambio litológico o secuencias sedimentarias.

Subunidad de montañas en roca metamórfica (M-rm):

Relieve de montaña modelada sobre roca metamórficas compuesta por rocas metamórficas del Complejo Marañón. La subunidad cubre gran parte del área de evaluación y se muestra superficie afectada por procesos tectónicos y erosivos.

Sus laderas presentan pendientes variables, de fuerte a escarpado (15° a 45°); además, presenta lugares con pendiente entre 5° a 15° considerado inclinado a suave asociado a tierras de cultivo.



Fotografía 8. Vista panorámica de las unidades de montaña, vertiente y piedemonte del área evaluada.

Coordenadas UTM: 303724 / 8922346 Zona 18.

4.2.2. Unidad de Piedemonte

Se identificó las siguientes subunidades:

Vertiente coluvial (v-cd) y piedemonte coluviodeluvial (P-cd)

Subunidades formadas por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamiento principalmente, su composición litológica es homogénea a causa de su corto a mediano recorrido, está compuesta por materiales inconsolidados a ligeramente consolidados. Además, en superficie están formados por la acción de la escorrentía, litológicamente está compuesto por capas de suelo fino de limos y arcillas con inclusiones de fragmentos de roca metamórfica y sedimentaria.

Presenta superficie ligeramente escalonada relacionada con la zona de arranque o despegue de ocurrencias de movimiento en masa con pendientes del terreno entre 15° a 45° caracterizado como fuerte a escarpado; además, presenta lugares con pendiente entre 5° a 15° considerado inclinado a suave asociado a tierras de cultivo.

Piedemonte proluvial (P-pral)

Corresponde a geoformas posicionadas al pie de las montañas modeladas en rocas metamórfica y sedimentaria, está compuesto por la acumulación de sedimentos

acarreados por corrientes de agua y lluvias estacionales de carácter excepcional; además, corresponde a depósitos de flujos de detritos y avalanchas (fotografía 9).

4.2.3. Unidad de terraza

Se identificó la siguiente subunidad:

Terraza aluvial (T-a)

Corresponde a porciones de terreno alargado a ligeramente inclinado con pendiente del terreno entre 1° a 5° y altura relativamente marcada. Se encuentra en las márgenes del río Vizcarra (fotografía 9). Está subunidad es susceptible a la inundación y erosión fluvial.



Fotografía 9. Vista panorámica de las unidades de piedemonte y terraza ubicado en la margen izquierda del río Vizcarra, centro poblado Tunya
Coordenadas UTM: 304015 / 8921825, Zona 18.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La evaluación de peligros geológicos en el área de evaluación 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 el método de observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno dron y se complementó con el análisis de imágenes satelitales de alta resolución disponibles en SASPlanet.

El centro poblado de Tunya se asienta al pie de montaña geodinámicamente de pasado muy activo, representada por ocurrencias de deslizamientos rotacionales, avalanchas

de detritos, flujos de detritos y movimientos de complejos (deslizamiento - flujo) de estado inactivo latente.

Además, lo más resaltante consiste en la identificación deslizamientos rotacionales activos en tres sectores (A, B y C) que a continuación se describe:

5.1. Deslizamiento sector “A”

En el sector “A” se presenta deslizamientos rotacionales retrogresivos que abarca aproximadamente 41 667 m² (Mapa 4), sin considerar los movimientos en masa inactivos que lo rodera; además, el evento se considera activo y posee las siguientes características visibles: 540 m de longitud en el eje principal y entre 50 m a 110 m de ancho; además, el desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento es de 195 m. En la masa deslizada presenta enjambre de escarpas pequeñas con saltos múltiples entre 0.50 m a 1 m (fotografías 10, 11 y 12) en una pendiente promedio de 20°.

Asimismo, en el cuerpo de la masa deslizada se distinguen diversas características morfológicas; por ejemplo, se encuentran lugares con oconales, torrenteras entre otros.

En la actualidad el deslizamiento afecta tierras de cultivo, pastos naturales y 50 m de carretera vecinal entre La Unión y la localidad de Shunqui (figura 4). Además, de continuar el desplazamiento de la masa podría convertirse en flujo y afectar terrenos de cultivo y viviendas en el centro poblado de Tunya; también, podría afectar la carretera que une las ciudades de Huánuco y La Unión.

Características visuales del área reactivada:

A continuación, se detalla las características más relevantes del evento principal ubicado en el sector “A”

- Estado de actividad: activo
- Estilo de la escarpa: enjambre de escarpas pequeñas
- Forma de la escarpa: irregular, discontinua y elongado
- Longitud de la escarpa principal: No definido
- Desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento: 195 m
- Superficie de rotura inferida: rotacional
- Salto principal o desplazamiento vertical (DV): saltos múltiples de 0.50 a 1 m
- Desplazamiento horizontal (DH) estimado: No definido
- Longitud del eje principal del evento: 545 m
- Ancho inicial evento: variable entre 70 a 110 m
- Ancho en el pie del evento: 50 m
- Pendiente promedio del terreno: 20°
- Área de deslizamiento: 41 667 m²
- Agrietamientos: escalonados
- El avance del deslizamiento: retrogresivo



Fotografía 10. Vista de la cabecera del deslizamiento donde se observa zona de múltiples escarpas con saltos menores a un metro, en el sector "A".
Coordenadas UTM: 303370 / 8922829, Zona 18.



Fotografía 11. Escarpas secundarias escalonadas en el cuerpo del deslizamiento del sector "A".
Coordenadas UTM: 303370 / 8922829, Zona 18.



Fotografía 12. Vista del cuerpo central del deslizamiento en el sector "A", se muestran los agrietamientos del terreno
Coordenadas UTM: 303529 / 8922558, Zona 18.

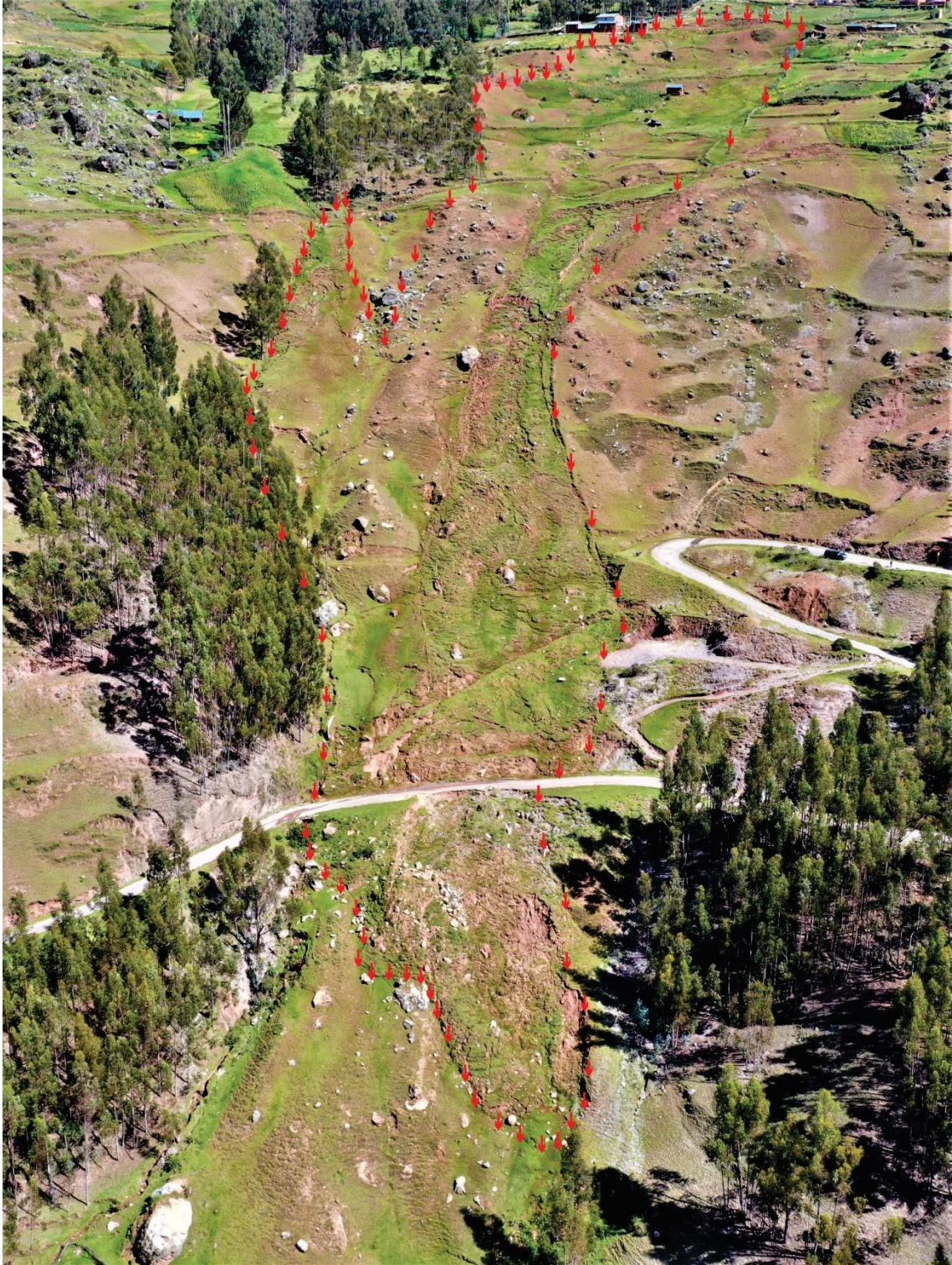


Figura 4. Vista de enjambre de deslizamientos con escarpas menores y saltos múltiples en el sector "A". En la cabecera se observa 3 viviendas y en el cuerpo 1; además se observa carretera vecinal afectada de la ruta La Unión - Shunqui.

5.2. Deslizamiento sector “B”

En el sector “B” se presenta cuatro deslizamientos rotacionales retrogresivos que abarca aproximadamente 6 350 m², se desarrolla sobre depósito de avalancha; además, al evento se le considera activo y posee las siguientes características visibles: entre 78 m a 30 m de longitud en el eje principal y ancho variable de 50 m y 130 m; además, el desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento mide 45 m. El deslizamiento en conjunto presenta múltiples escarpas (fotografía 13) semicirculares con longitud de 75 m y desplazamiento vertical menor a 0.50 m. La pendiente promedio del terreno en el cuerpo del deslizamiento es de 30°.

El deslizamiento podría afectar 135 m de carretera (3N) que une las ciudades de Huánuco y La Unión principalmente (Figura 5).

Características visuales del área reactivada:

A continuación, se detalla las características más relevantes del evento principal ubicado en el sector “B”

- Estado de actividad: activo
- Estilo de la escarpa: Múltiples
- Forma de la escarpa: semicircular
- Longitud de la escarpa principal: 75 m
- Desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento: 45 m
- Superficie de rotura inferida: rotacional
- Salto principal o desplazamiento vertical (DV): saltos múltiples menor a 0.50 m
- Desplazamiento horizontal (DH) estimado: No definido
- Longitud del eje principal del evento: 78 a 30 m
- Ancho inicial evento: variable entre 50 m
- Ancho en el pie del evento: 130 m
- Pendiente promedio del terreno: 30°
- Área de deslizamiento: 6 350 m²
- Agrietamientos: escalonados a lo largo del cuerpo de la masa deslizada.
- El avance del deslizamiento: retrogresivo



Fotografía 13. Escarpas múltiples y agrietamientos en el deslizamiento del Sector "B".
Coordenadas UTM: 304065 / 8921984, Zona 18



Figura 5. Vista de deslizamientos de escarpas múltiples en el sector "B". Afecta carretera de la ruta La Unión - Huánuco.

5.3. Deslizamiento sector "C"

En el sector "C" se presenta seis deslizamientos rotacionales retrogresivos que abarca aproximadamente 3 069 m², se desarrolla sobre depósitos de deslizamiento antiguo y depósito de avalancha de detritos inactivo (mapa 4); además, al evento se le considera activo y posee las siguientes características visibles: entre 40 m a 20 m de longitud en el eje principal y ancho de 170 m; además, el desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento mide 15 m. El deslizamiento en conjunto presenta múltiples escarpas (fotografías 14 y 15) con desplazamientos verticales menor a 0.50 m.

El deslizamiento afecta 180 m del talud superior de la carretera (3N) que une las ciudades de Huánuco y La Unión principalmente. En caso de que el deslizamiento aumente de dimensiones y volumen podría afectar aproximadamente 7 viviendas ubicadas al costado de la carretera (figura 6).

Características visuales del área reactivada:

A continuación, se detalla las características más relevantes del evento principal ubicado en el sector "C":

- Estado de actividad: activo
- Estilo de la escarpa: Múltiples
- Forma de la escarpa: irregular discontinua
- Longitud de la escarpa principal: No definido
- Desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento: menor a 15 m
- Superficie de rotura inferida: rotacional
- Salto principal o desplazamiento vertical (DV): saltos múltiples menor a 0.50 m
- Desplazamiento horizontal (DH) estimado: No definido
- Longitud del eje principal del evento: 40 a 20 m
- Ancho del evento: 170 m
- Área de deslizamiento: 3 069 m²
- El avance del deslizamiento: retrogresivo



Figura 6. Vista de deslizamientos de activos e inactivos en el sector "C". Al pie se observa la carretera de ruta La Unión – Huánuco y viviendas expuestas del centro poblado Tunya.



Fotografía 14. Vista frontal de los deslizamientos activos en el sector "C", talud superior de la carretera La Unión – Huánuco
Coordenadas UTM: 303906 / 8921769, Zona 18



Fotografía 15. Vista de perfil de la masa deslizada en el sector "C".

5.3.1. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

Depósito inconsolidados perteneciente de movimientos en masa antiguo ubicado sobre macizo rocoso muy fragmentado conformado por rocas metamórficas esquistosas con superficie completamente meteorizada, presencia de surgencias de agua y fáciles de ser afectado por la erosión.

Este tipo de depósito permite la filtración y retención del agua, lo que aumenta el peso de la masa inestable.

Factor geomorfológico

Ladera de montaña modelada en roca metamórfica afectada por procesos geodinámicos superficiales visibles como deslizamientos y avalanchas.

Pendiente del terreno variable principalmente entre 5° y 45°, caracterizada como moderado a escarpada.

Factor antropogénico

Presencia de tierras de cultivo, deforestación, cortes de talud realizado para construcción de carreteras que originaron la inestabilidad del terreno.

5.3.2. Factores desencadenantes

De acuerdo a las características del movimiento, se pudo inferir que éste fue causado por las filtraciones de agua acumuladas en el período lluvioso, que

ayudaron a humedecer el material inconsolidado en la ladera, provocando sobresaturación (fotografías 16 y 17) y pérdida de cohesión.



Fotografía 16. Muestra de oconal en cuerpo de deslizamiento antiguo en Sector A.
Coordenadas UTM: 303421 / 8922806, Zona 18.



Fotografía 17. Muestra de las filtraciones de agua acumulada en lado derecho del deslizamiento en el Sector B.
Coordenadas UTM: 303492 / 8922501, Zona 18.

6. CONCLUSIONES

1. El macizo de los lugares donde ocurren deslizamientos está conformado por esquistos con presencia de niveles de cuarzo en forma de vetas lenticulares del Complejo Marañón y conglomerados polimícticos con alternancia de areniscas del Grupo Mitu. Además, el macizo se encuentra cubierto por depósitos coluviales originados por movimientos en masa.
2. Los deslizamientos se ubican en ladera de montaña modelada en roca metamórfica y sedimentaria donde la pendiente varía principalmente entre 15° a 45°, caracterizada como fuerte a escarpada; también, se presenta pendientes menores a 15° relacionadas a terrenos agrícolas.
3. Los peligros geológicos identificados corresponden a deslizamientos distribuidos en tres sectores (A, B y C); los mismo que se encuentra en proceso de reactivación.
4. Los deslizamientos del Sector A, abarca aproximadamente 41 667 m² con ancho variable entre 50 m a 110 m y longitud en eje de 545 m; en el Sector B, 6 350 m² con ancho entre 50 m a 130 m y longitud variable entre 30 m a 78 m; en el sector C, 3 069 m² con longitud del eje entre 20 m a 40 m. El avance de los deslizamientos son retrogresivos y en el cuerpo presenta escarpas ligeramente escalonadas.
5. Los factores que condicionan a la ocurrencia de deslizamientos corresponden a la presencia de depósito inconsolidado perteneciente a movimientos en masa antiguo ubicado sobre macizo rocoso muy fragmentado conformado por rocas metamórficas esquistosas y con superficie completamente meteorizadas. Ladera de montaña modelada en roca metamórfica con pendiente que varía principalmente entre 5° y 45°, caracterizada como moderado a escarpada. Deforestación y presencia de tierras de cultivos.
6. De acuerdo a las características del movimiento, se pudo inferir que éste fue causado por las filtraciones de agua acumuladas en el período lluvioso, que ayudaron a humedecer el material detrítico inconsolidado en la ladera, provocando sobresaturación y pérdida de cohesión.
7. Los sectores donde se presentan deslizamientos activos y áreas aledañas, se considera zona crítica y de Peligro Alto; los deslizamientos podrían aumentar en área y volumen y ocasionar desastres en el centro poblado de Tunya.

7. RECOMENDACIONES

1. En las áreas afectadas por procesos de movimientos en masa inactivos y recientes prohibir el uso como tierras de cultivo.
2. Reforestar con plantas nativas las áreas afectadas por deslizamientos y área aledañas bajo el asesoramiento técnico especializado.
3. Captar las aguas superficiales y las de escorrentía; luego, derivar hasta el cauce del río Vizcarra.
4. Reubicar las viviendas asentadas en el cuerpo y la cabecera del deslizamiento del Sector A.
5. Implementar sistema de alerta temprana comunitaria y realizar monitoreo visual de los deslizamientos para observar su evolución.
6. Elaborar plan de contingencia ante posible ocurrencia de flujos en el centro poblado de Tunya.



LUCIO MEDINA ALLCCA
Ingeniero Geólogo
CIP N° 101456

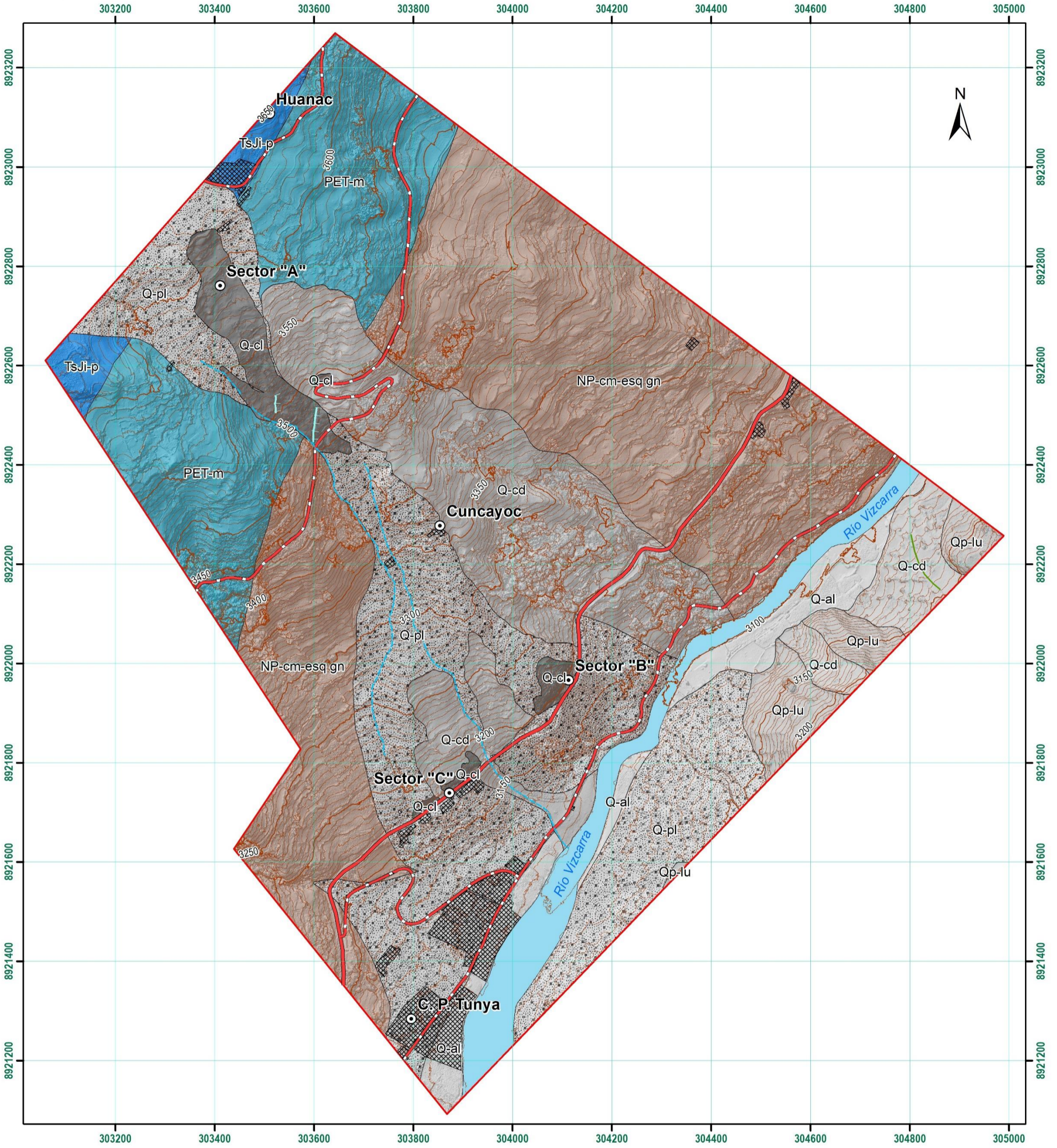


ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Cobbing, E.J.; Sánchez, A.; Martínez, W. & Zárate, H. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 76, 297 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/199>
- Datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del Servicio aWhere, Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>
- Directorio Nacional de Centros Poblados, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Zavala, B., & Vilchez, M., (2006). Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 34. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/278>
- Castro, A., Dávila, C., Laura, W., Cubas, F., Ávalos, G., López, C., ... & Marín, D. (2021) Climas del Perú: Mapa de Clasificación Climática Nacional. Lima. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – Senamhi.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009) - *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas, UNISDR, 38 p. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Gómez, W., Carhuamaca, A. & Macharé, J. (Inédito) Mapa geológico del cuadrángulo de Pataz, hoja 16-h-2. Disponible en Geocatmin
- Medina, L. (2009). Inspección técnica de peligros geológicos por movimientos en masa provincias de Sanchez Carrión y Pataz, región La Libertad: sectores Chamanacucho, Tayapampa, Retamas, Pataz, Collona y Sartimbamba. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1903>
- Medina, L.; Luque, G.; Pari, W. (2012) - Riesgo geológico en la región La Libertad. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 50, 238 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/290>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>.
- Villota, H. (2005) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Wilson, J. & Reyes, L. (1964) - Geología del cuadrángulo de Pataz (Hoja 16-h). Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín, 9, 91 p., 1 mapa. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/169>

ANEXO 1: MAPAS



Simbología

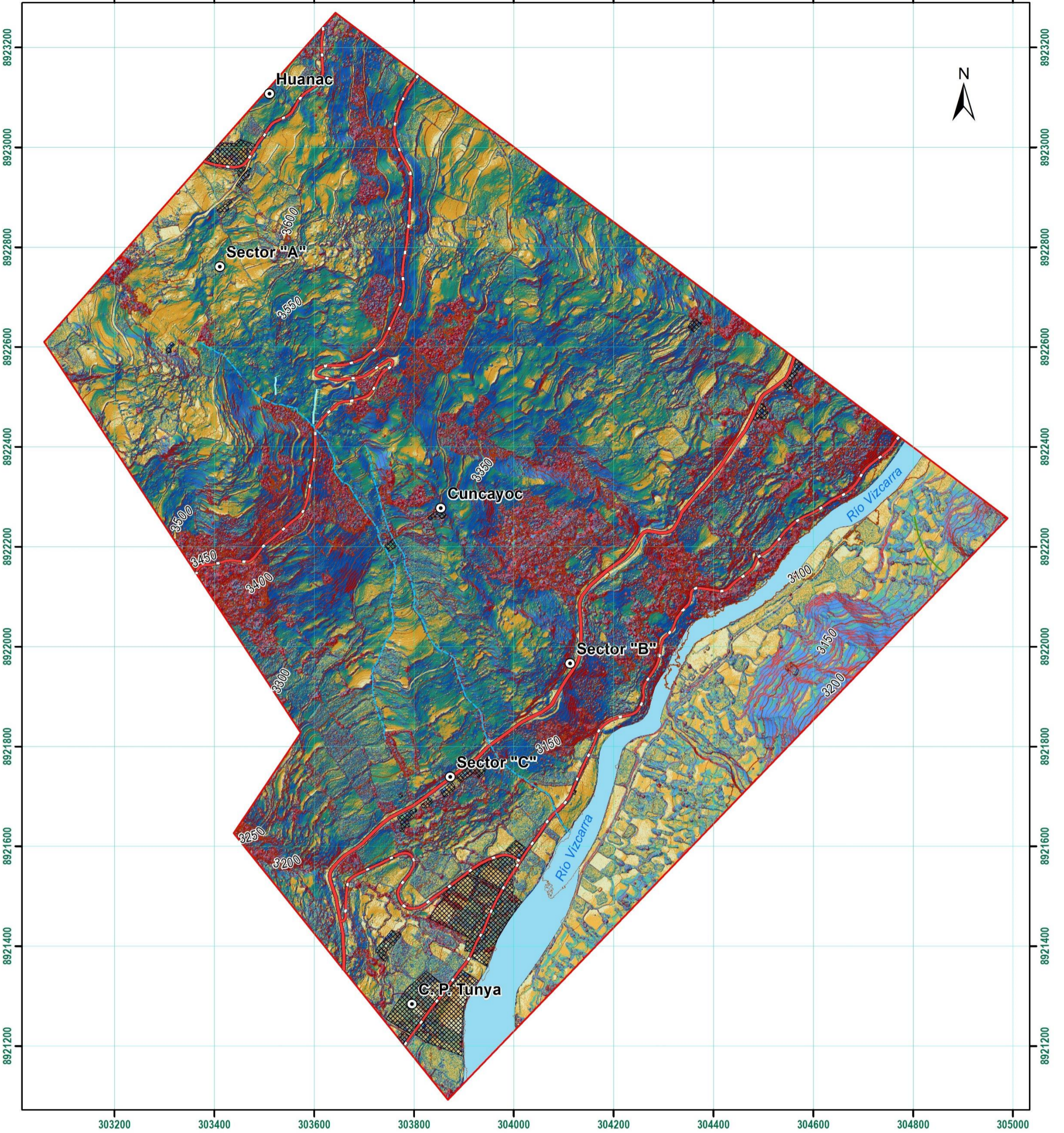
	Canal pluviual
	Torrentera
	Curvas nivel índice
	Curvas nivel intermedia
	Red vial nacional
	Red vial vecinal
	Área de evaluación
	Viviendas
	Cauce del río Vizcarra

Leyenda

	Q-al, Depósito aluvial
	Q-pl, Depósito proluvial
	Q-cd, Depósito coluvideluvial
	Q-cl, Depósito coluvial
	Qp-lu, Formación La Unión
	TsJi-p, Grupo Pucará
	PET-m, Grupo Mitu
	NP-cm-esq gn, Complejo del Marañón - esquisto

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional		
GEOLOGICO CENTRO POBLADO TUNYA		
VERSIÓN DIGITAL Año 2023	Escala: 1/1,500 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 01

303200 303400 303600 303800 304000 304200 304400 304600 304800 305000



Simbología

	Canal pluvia
	Torrentera
	Curvas nivel índice
	Curvas nivel intermedia
	Red vial nacional
	Red vial vecinal
	Área de evaluación
	Viviendas
	Cauce del río Vizcarra

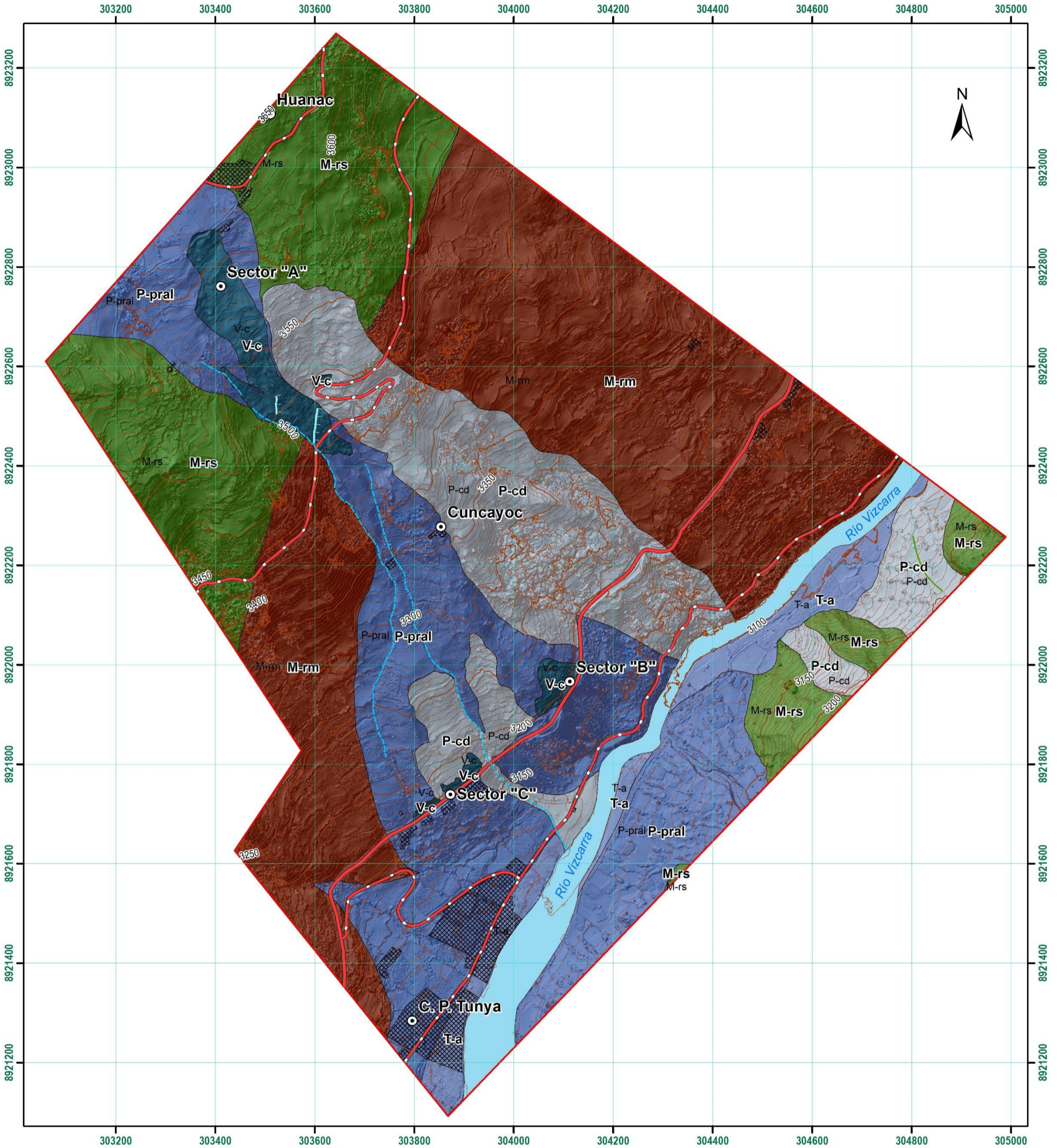
Leyenda

Rango de pendiente	Color	Superficie topográfica
0° - 1°		Terreno llano
1° - 5°		Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°		Pendiente moderada
15° - 25°		Pendiente fuerte
25° - 45°		Pendiente muy fuerte a escarpado
> 45°		Terreno muy escarpado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

**PENDIENTE DE LOS TERRENOS
CENTRO POBLADO TUNYA**

VERSIÓN DIGITAL Año 2023	Escala: 1/1,500 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 02
-----------------------------	---	---------------------



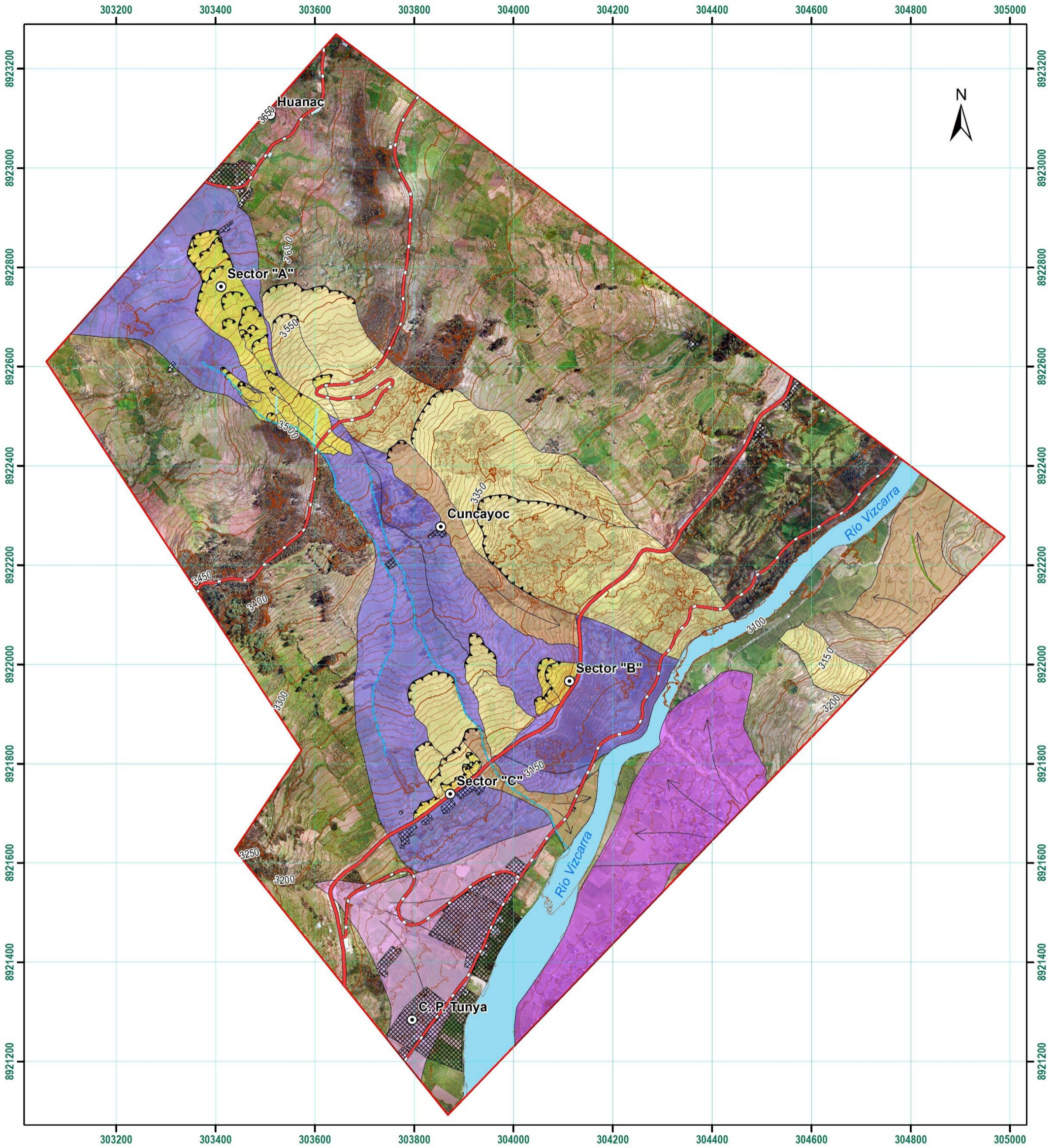
Simbología

	Canal pluviual
	Torrentera
	Curvas nivel índice
	Curvas nivel intermedia
	Red vial nacional
	Red vial vecinal
	Área de evaluación
	Viviendas
	Cauce del río Vizcarra

Leyenda

	M-rs, Montaña en roca sedimentaria
	M-rm, Montaña en roca metamórfica
	V-c, Vertiente coluvial
	P-cd, Piedemonte coluviodeluvial
	P-pral, Piedemonte proluvial o aluviotorrencial
	T-a, Terraza aluvial

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional		
GEOMORFOLÓGICO CENTRO POBLADO TUNYA		
VERSIÓN DIGITAL Año 2023	Escala: 1/1,500 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 03



Simbología

	Canal pluviual
	Torrentera
	Curvas nivel índice
	Curvas nivel intermedia
	Red vial nacional
	Red vial vecinal
	Área de evaluación
	Viviendas
	Cauce del río Vizcarra

Leyenda

	Escarpa de deslizamiento
	Dirección de flujo
	Deslizamiento rotacional. Activo
	Deslizamiento rotacional. Inactivo-latente
	Avalancha de detritos. Inactivo-latente
	Flujo de detritos. Activo
	Flujo de detritos. Inactivo-latente
	Deslizamiento - flujo. Inactivo-latente

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional		
PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA CENTRO POBLADO TUNYA		
VERSIÓN DIGITAL Año 2023	Escala: 1/1,500 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 04