

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7639

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE COMAS

Departamento: Junín
Provincia: Concepción
Distrito: Comas



JUNIO
2025

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE COMAS

Distrito Comas, Provincia Concepción, Departamento Junín.



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

Equipo Técnico:

Angel Gonzalo Luna Guillen

Segundo Alfonso Núñez Juarez

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025) - Lima- *Evaluación de peligros geológicos en la localidad de Comas, distrito Comas, provincia Concepción, departamento Junín.: Ingemmet, Informe Técnico N°A7639, 45 p.*

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	3
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	3
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. Ubicación.....	7
1.3.2. Población.....	7
1.3.3. Accesibilidad.....	7
1.3.4. Clima	8
2. DEFINICIONES	11
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	13
3.1. Unidades litoestratigráficas	13
3.1.1. Complejo Huaytapallana-Marairazo.....	13
3.1.2. Filones de lava basáltica	14
3.1.3. Grupo Copacabana	15
3.1.4. Depósitos cuaternarios	16
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	19
4.1. Pendientes del terreno	19
4.2. Unidades geomorfológicas	21
4.2.1. Unidad de Montaña	21
4.2.2. Unidad de vertientes.....	22
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	25
5.1. Derrumbes	25
5.2. Factores condicionantes	32
5.3. Factores desencadenantes	32
6. CONCLUSIONES	34
7. RECOMENDACIONES	35
8. BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXO 1: MAPAS	37

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en el centro poblado de Comas, distrito Comas, provincia Concepción y departamento Junín. 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, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno.

El área de estudio presenta una geología compleja, conformada por unidades metamórficas altamente meteorizadas del Complejo Huaytapallana–Marairazo, filones de lava basáltica alterados, calizas y lutitas fracturadas del Grupo Copacabana, y diversos depósitos cuaternarios (fluviales, aluviales, coluviales y coluvio-deluviales) de baja cohesión y alta susceptibilidad a deslizamientos. Estas condiciones geológicas, sumadas a la pendiente del terreno y procesos de meteorización intensa, generan un alto riesgo geotécnico, especialmente en zonas de corte, laderas y áreas mal drenadas.

El análisis geomorfológico y topográfico del centro poblado de Comas revela una configuración territorial condicionada por pendientes marcadas y geoformas estructurales complejas que incrementan la susceptibilidad a procesos de remoción en masa. El área urbana se localiza sobre una montaña en roca sedimentaria del Grupo Copacabana, con pendientes internas de 10° a 12°, pero rodeada por laderas escarpadas que alcanzan inclinaciones de hasta 80°, especialmente entre zonas de distinto nivel altitudinal. Las principales unidades geomorfológicas identificadas comprenden montañas en rocas sedimentarias, volcánicas y metamórficas. Presentan vertientes abruptas y procesos erosivos activos, además de vertientes coluviales y coluvio-deluviales que acumulan materiales no consolidados altamente susceptibles a inestabilidad, sobre todo en condiciones de saturación por lluvias o actividad sísmica. También se reconocen vertientes aluvio-torrenciales, terrazas fluviales y planicies inundables en zonas aledañas, aunque sin incidencia directa sobre la parte urbana. Esta configuración geodinámica evidencia una marcada vulnerabilidad del centro poblado ante fenómenos de remoción en masa, debido a la combinación de pendientes fuertes, litología heterogénea, suelos poco consolidados y alteraciones antrópicas del terreno.

En el área de estudio se identificaron peligros geológicos por movimientos en masa, específicamente cinco derrumbes, de los cuales cuatro están activos y uno es inactivo-latente. Estos eventos afectan principalmente las laderas adyacentes a la carretera de acceso y zonas pobladas, siendo provocados tanto por condiciones geológicas (materiales coluvio-deluviales mal consolidados y litologías fracturadas) como por intervenciones antrópicas sin criterios técnicos (corte de taludes, ausencia de drenaje). Los derrumbes presentan alturas entre 8 y 70 metros y muestran signos de inestabilidad como grietas, deformaciones y erosión superficial. Ante este panorama, se recomienda realizar una evaluación de riesgo geológico (EVAR), implementar obras de estabilización y drenaje, reforestar con especies nativas, establecer un sistema de monitoreo continuo, capacitar a la población en gestión de riesgos, restringir edificaciones en zonas inestables y realizar mantenimientos periódicos en la vía de acceso.

Tomando en cuenta las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica actual, se determina que el centro poblado Comas, se encuentra en **Peligro Alto** a movimientos en masa, considerando como **Zona Crítica** la parte alta de Comas cartografiada en el mapa 4, del anexo 1.

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 distrital de Comas, según Oficio N° 0112-2025-MDC/A es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la localidad de Comas.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los ingenieros geólogos Angel Gonzalo Luna Guillen y Segundo Alfonso Núñez Juárez, para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el sector mencionado, el 18 de marzo del 2025. Los trabajos de campo se realizaron en coordinación con los representantes de la Municipalidad Distrital de Comas.

La evaluación técnica se realizó en tres 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 con drone, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Comas 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) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que se presentan en sectores puntuales de la localidad de Comas (indicados por representantes de la Municipalidad en referencia).
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyeron en los movimientos en masa en el sector Comas.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), así como reportes que señalan la existencia de movimiento en masa en el sector de estudio, de los cuales destacan los siguientes:

- A) El Boletín N° 72, Serie C, "Peligro geológico en la región Junín" (Luque et al., 2020), elaborado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Este documento ofrece mapas de susceptibilidad a movimientos en masa, identificando áreas con diferentes niveles de riesgo. Según el mapa de susceptibilidad presentado el sector de Comas, se clasifica dentro de zonas de susceptibilidad Alta a muy Alta a movimientos en masa. Esto implica que es propensa a deslizamientos, huaicos y otros fenómenos geológicos similares, especialmente durante temporadas de lluvias intensas o eventos sísmicos (figura 2).
- B) Tomando como referencia el Mapa Geológico del Cuadrángulo de Jauja, Hoja 24-m1 (Valdivia et al., 2021), el área de inspección se caracteriza por la presencia de afloramientos de rocas sedimentarias del Grupo Copacabana, el cual agrupa areniscas y conglomerados, además de limolitas rojas y tobas volcánicas. Estas formaciones están cubiertas por depósitos coluvio-deluviales, compuestos por materiales sueltos acumulados debido a procesos gravitacionales y de escorrentía (figura 3).
- C) El registro de peligros geológicos en el sistema GEOCATMIN, recopila información histórica de eventos, habiéndose registrado tres incidentes en el sector de análisis: un deslizamiento y dos derrumbes, los cuales se detallan en el cuadro que se presenta a continuación (figura 1, tabla 1).

Tabla 1. Eventos de peligros geológicos registrados en el área de estudio.

FECHA	EVENTO	PROYECTO DE REGISTRO	OBSERVACIÓN
20/3/2012, 19:00	Deslizamiento	MAPA DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR REGIONES: LIMA – PASCO – JUNÍN	

2/3/2012, 19:00	Derrumbe 1	MAPA DE RIESGOS GEOLÓGICOS POR REGIONES: LIMA – PASCO – JUNÍN	
31/3/2003, 19:00	Derrumbe 2	Estudio Riesgos Geológicos - Franjas 1,2,3,4	Derrumbes periódicos activos, en una longitud de 105 m y altura de 20 a 50 m, a la margen izquierda del río Comas, escarpa antigua en la parte superior del talud, a la altura del Km1+400 al 1+500 carretera Comas-Satipo



Figura 1 Peligros geológico registrados en las cercanías de la localidad de Comas por el GEOCATMIN.

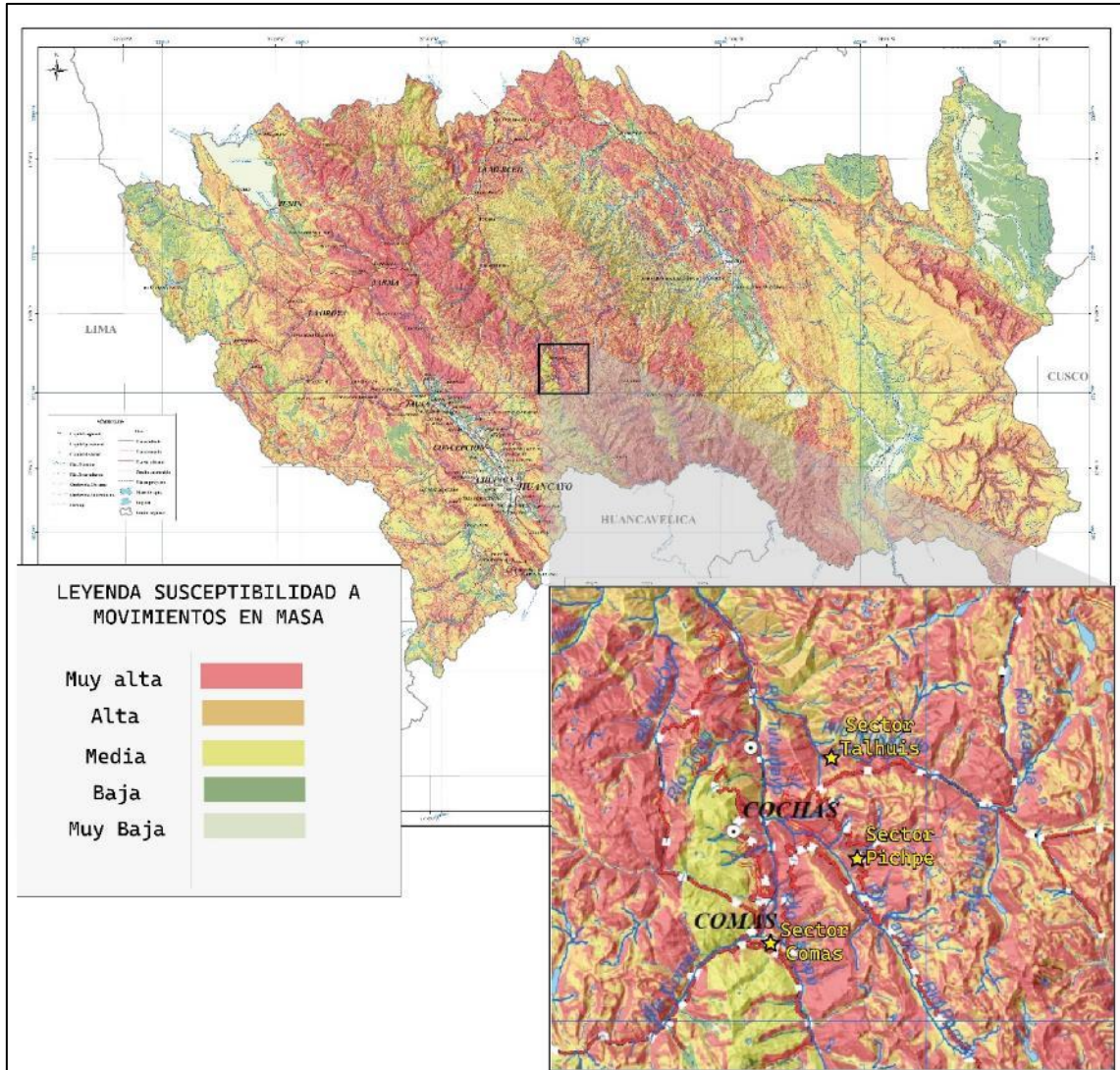


Figura 2: Susceptibilidad en el área de estudio a movimientos en masa (Fuente: Luque et al., 2020)

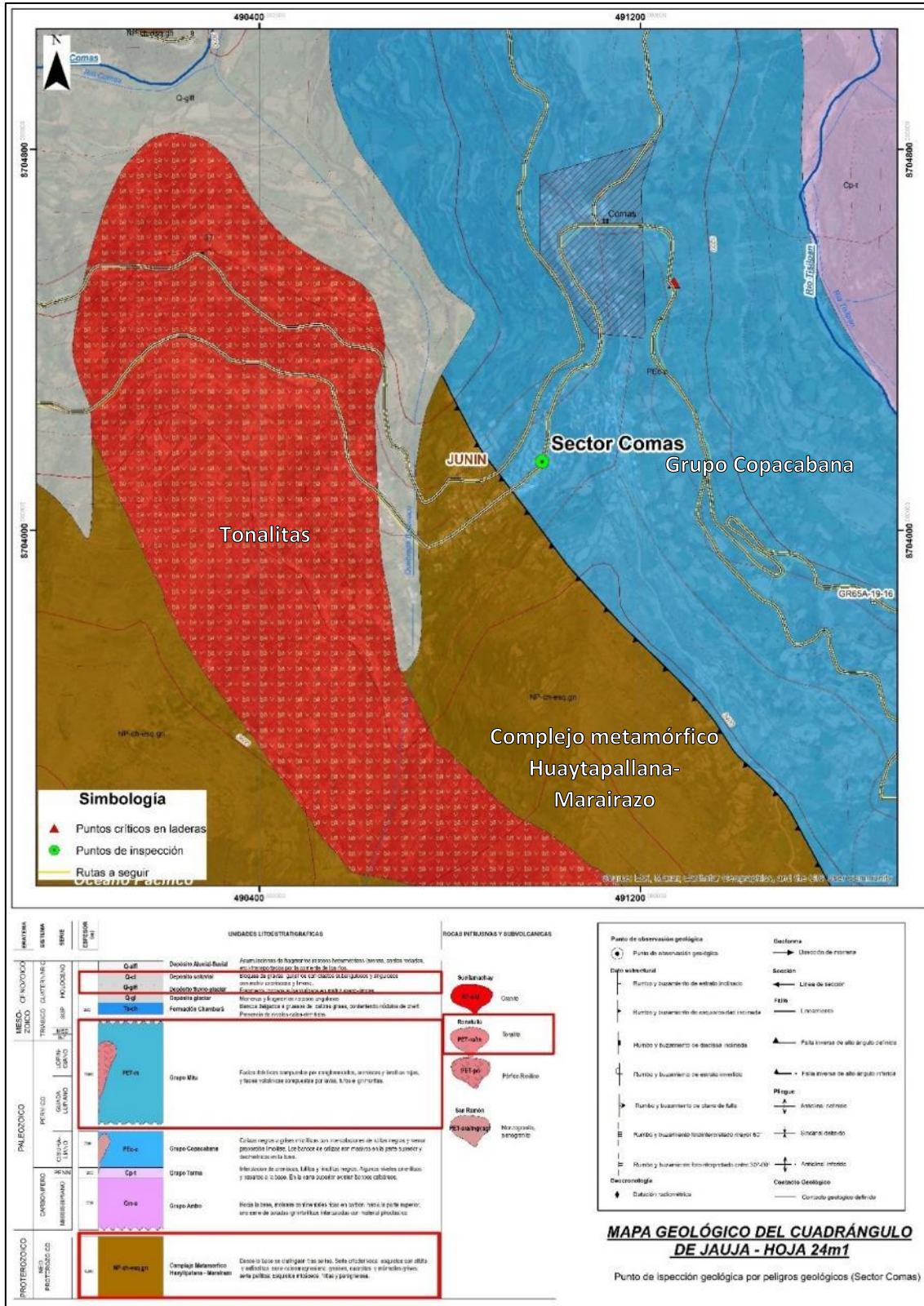


Figura 3: Mapa geológico regional, escala 1:100 000 (Fuente: Valdivia et al., 2021)

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El distrito de Comas, en la provincia de Concepción, región Junín se encuentra en la Cordillera Oriental de los Andes, a 3,272 m s.n.m. Con una geografía accidentada caracterizada por montañas, valles interandinos y bosques montanos, está influenciado por un clima templado frío en las alturas y más húmedo en las zonas bajas.

Tabla 2. Coordenadas del área de estudio delimitada por 4 vértices.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Sur	Latitud	Longitud
1	490363.00 m E	8703630.00 m S	-11.727021°	-75.088439°
2	491410.00 m E	8703622.00 m S	-11.727097°	-75.078831°
3	491413.00 m E	8704449.00 m S	-11.719618°	-75.078801°
4	490370.00 m E	8704474.00 m S	-11.719389°	-75.088373°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	490993.00 m E	8704144.00 m S	-11.722375°	-75.082656°

1.3.2. Población

Según los resultados de los Censos Nacionales 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el distrito de Comas, cuenta con una población total de 3,303 habitantes. En cuanto a viviendas particulares, se registraron 981 unidades habitacionales en el distrito.

Tabla 3: Distribución poblacional en el distrito Mi Perú

DISTRITO	POBLADO	POBLACIÓN	VIVIENDAS
Comas	Comas	3303	981

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la sede central de Ingemmet en Lima, mediante la siguiente ruta (tabla 3):

Tabla 3. Ruta de acceso

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima-Concepción	Carretera asfaltada	290 km	7 h
Concepción Comas	Carretera asfaltada	54 km	1.5 h

1.3.4. Clima

El análisis de datos satelitales de precipitaciones en la localidad de Comas durante el periodo comprendido entre enero de 2024 y marzo de 2025, muestra un comportamiento cíclico.

Las precipitaciones se inician en el mes de enero, con registros de valores máximos diarios de **20.5 mm**. A medida que avanza el año, la intensidad de las precipitaciones disminuye progresivamente entre los meses de mayo y septiembre, alcanzando sus valores más bajos en este periodo seco. Posteriormente, a partir de octubre, las lluvias comienzan nuevamente a incrementarse, alcanzando un pico máximo de **29.5 mm diarios**, valores que se mantienen hasta marzo del año siguiente. Este patrón sugiere una marcada estacionalidad en el régimen de lluvias, con una temporada húmeda predominante entre los meses de octubre y marzo, y una temporada seca entre mayo y septiembre.

En cuanto a la temperatura, se observa una variabilidad mínima a lo largo del año. Sin embargo, la diferencia entre temperaturas mínimas y máximas durante el día y la noche es notable. Durante el día, las temperaturas alcanzan valores de hasta **17 °C**, mientras que en la noche descienden hasta **4 °C**, evidenciando una oscilación térmica considerable.

Estos datos reflejan un clima característico de regiones andinas, donde la estacionalidad de las precipitaciones influye en la disponibilidad hídrica y las actividades agrícolas, mientras que la amplitud térmica diaria es una constante en el comportamiento climático de la zona (figura 5).

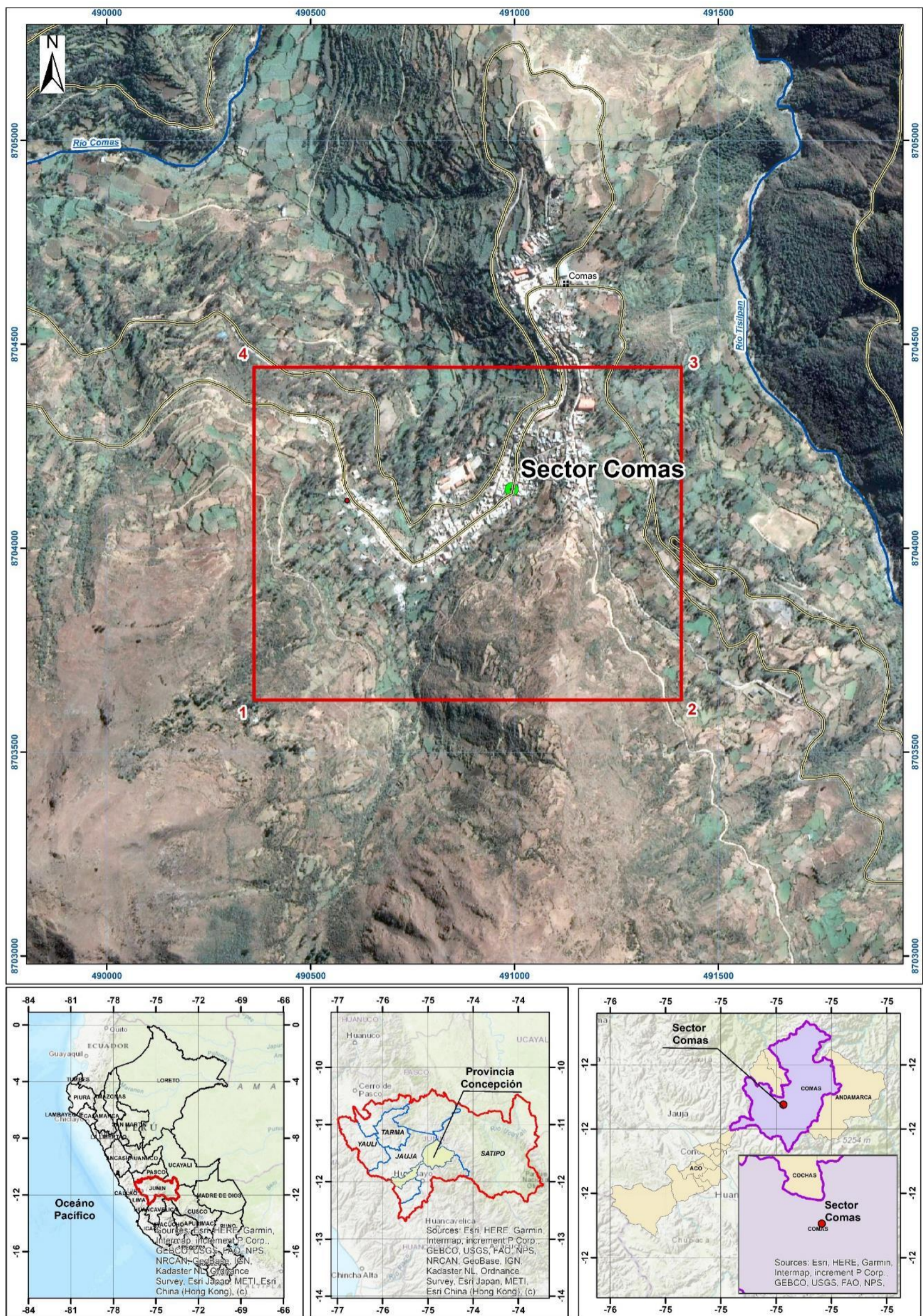


Figura 4: Mapa de ubicación del sector de estudio.

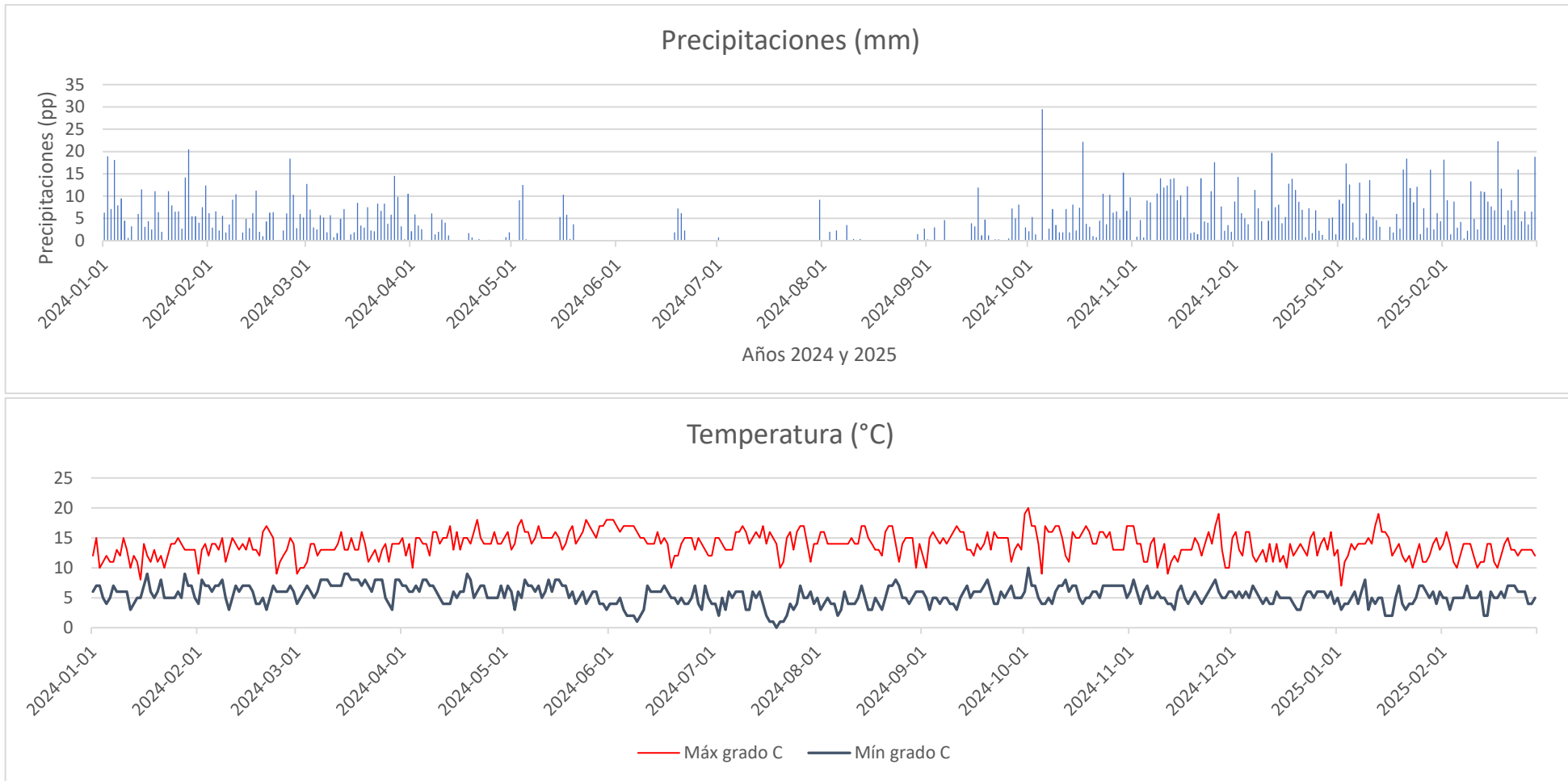


Figura 5: Precipitaciones máximas diarias en mm, para el periodo enero 2024- enero 2025. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo y las temperaturas mínimas y máximas. Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/10036911>.

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.

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

CÁRCAVAS: Las cárcavas son formas de erosión hídrica en el terreno, caracterizadas por surcos o zanjas profundas generadas por la acción concentrada del agua sobre suelos poco consolidados y de baja cohesión. Su formación ocurre cuando la escorrentía superficial aumenta debido a la deforestación, el sobrepastoreo, el cambio en el uso del suelo o eventos climáticos extremos. A medida que las cárcavas se desarrollan, pueden expandirse y profundizarse, afectando la estabilidad del terreno, reduciendo la productividad del suelo y aumentando el riesgo de movimientos en masa. Su control requiere la implementación de medidas de conservación del suelo, como la reforestación, la construcción de barreras y el manejo adecuado del agua de escorrentía.

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

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

DERRUMBE: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

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

ESCARPE Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

EROSIÓN DE LADERAS La erosión de laderas es un proceso geomorfológico en el cual el material superficial del terreno es removido y transportado debido a la acción de agentes erosivos como el agua, el viento y la gravedad. Este fenómeno puede ser acelerado por factores como la pendiente del terreno, la falta de cobertura vegetal, la composición del suelo y la influencia antrópica, incluyendo actividades como la deforestación, la construcción y el pastoreo excesivo. La erosión de laderas no solo contribuye a la degradación del suelo y la pérdida de estabilidad del terreno, sino que también puede desencadenar movimientos en masa, como deslizamientos o flujos de detritos, incrementando el riesgo geológico en zonas vulnerables

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.

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

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

MOVIMIENTO EN MASA: 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, transtornos 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.

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).

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

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: Lugar con un alto potencial de ocurrencia (periódica o excepcional) de uno o más peligros geológicos que pueden ser desencadenados principalmente por lluvias o sismos y generar daños en los elementos expuestos.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis ingeniero - geológico se desarrolló en base a la Carta Geológica del cuadrángulo de Jauja – hoja 24-m1 (Mapa integrado, 2021), a escala 1/50 000, e información obtenida en campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litológicas que afloran en el área de estudio están conformadas por secuencias volcánico sedimentarias, que se encuentran cubiertas por depósitos recientes coluviales, coluvio-deluviales y depósitos aluviales, que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad (anexo 1: Mapa 01), estas se describen a continuación.

3.1.1. Complejo Huaytapallana-Marairazo

El Complejo Huaytapallana–Marairazo, aflorante entre la comisarfa de Comas y el arco de entrada al centro poblado de Comas, está constituido por una secuencia metamórfica compuesta principalmente por cuarcitas, esquistos, filitas y gneises. Estas rocas presentan una foliación bien desarrollada, orientada predominantemente de forma subparalela al buzamiento regional, y se encuentran altamente fracturadas y profundamente meteorizadas, condiciones que favorecen la formación de suelos residuales poco consolidados, de coloración rojiza a pardo amarillenta y textura arcillosa.

Los cortes de carretera a lo largo de este tramo exponen claramente la intensa degradación de la roca madre, con estructuras que han perdido cohesión y muestran evidencias de alteración avanzada, asociada a procesos de hidratación y oxidación. Esta degradación estructural es el resultado tanto de la tectónica compresiva (falla inversa) que afecta al sector regionalmente, como de la prolongada exposición a agentes meteorizantes en la superficie.

Geotécnicamente, estos materiales son de competencia muy baja, susceptible a movimientos en masa tipo deslizamientos y derrumbes superficiales, especialmente durante la temporada de lluvias o en zonas de corte de talud sin tratamiento



Fotografía 1: Cuarzitas meteorizadas en las coordenadas UTM, WGS 84, 18s, X: 490547.20 m E; Y: 8704236.97 m S (vista cercana).

3.1.2. Filones de lava basáltica

En el extremo occidental del distrito de Comas, específicamente en la zona de ingreso al área de análisis, se identifican filones de lava basáltica de orientación subvertical a ligeramente inclinada. Estas intrusiones presentan un color oscuro a gris, típico de basaltos frescos, que se encuentran intensamente meteorizadas, lo que ha generado la formación de suelos residuales compuestos principalmente por arcillas expansivas y limos derivados de la alteración de minerales máficos.

Desde el punto de vista estructural, estos filones cortan discordantemente las secuencias metamórficas del Complejo Marañón–Marairazo, el cual está compuesto predominantemente por esquistos, filitas y gneises. Esta relación de corte evidencia una intrusión posterior de los basaltos, probablemente asociada a eventos magmáticos terciarios o cuaternarios, relacionados a la actividad tectónica andina tardía.

A nivel petrográfico, los basaltos muestran una textura afanítica a porfírica (cuando no está totalmente alterada), con presencia de fenocristales de plagioclasa y minerales máficos embebidos en una matriz de grano fino. La meteorización ha promovido procesos de sericitización, cloritización y oxidación, que afectan severamente su resistencia mecánica.

Desde el punto de vista geotécnico, los suelos residuales derivados de estos basaltos presentan baja cohesión y alta plasticidad, por lo que deben ser considerados zonas críticas en cualquier análisis de estabilidad, drenaje o cimentación.



Fotografía 2: Andesitas altamente meteorizadas en las coordenadas UTM, WGS 84, 18s, X: 490547.20 m E; Y: 8704236.97 m S

3.1.3. Grupo Copacabana

El Grupo Copacabana aflora de manera significativa en los alrededores del distrito de Comas, presentándose como una unidad geológica altamente fracturada y afectada por meteorización intensa. Está compuesta principalmente por calizas gris claro, con intercalaciones de lutitas grises laminadas de baja competencia, que se desprenden fácilmente debido a la alteración mecánica. Estas lutitas, al encontrarse meteorizadas, presentan una resistencia muy baja a la compresión simple, se estima entre 0.2 y 1.0 MPa, ubicándose en la categoría de roca muy débil según clasificación geomecánica (ensayo con martillo de geólogo).

Desde el punto de vista estructural, las capas del Grupo Copacabana presentan un buzamiento (dip) de 25° y dirección de buzamiento (dip direction) de 120°, lo que indica una inclinación suave hacia el sureste. Este patrón estructural ha sido fuertemente influenciado por una falla inversa regional, identificada en el mapa geológico regional (cuadrángulo de Jauja 24 m-1), la cual marca el contacto tectónico con el Complejo Marañón–Marairazo. Esta falla ha inducido una significativa deformación y cizallamiento, promoviendo el fracturamiento intenso observado en los afloramientos y facilitando los procesos de meteorización profunda.

Las condiciones geológicas descritas convierten al Grupo Copacabana en una unidad de alta susceptibilidad a movimientos en masa, especialmente en laderas o zonas de corte, siendo vulnerable a procesos de deslizamiento en superficies de debilidad (como las lutitas) y derrumbes tipo bloque debido a la presencia de diaclasas abiertas y superficies de fractura expuestas (fotografía 3).



Fotografía 3: Calizas intercaladas con lutitas del Grupo Copacabana UTM, WGS 84, 18s, X: 491123.35 m E; Y: 8704361.67 m S (vista cercana).

3.1.4. Depósitos cuaternarios

Depósitos fluviales (Qh-fl)

El área de estudio está flanqueada por los ríos Tisilpan y Comas, los cuales discurren en un profundo encajonamiento que alcanza un desnivel aproximado de 290 metros respecto al terreno circundante. En sus cauces se observan depósitos de gravas subredondeadas (fotografía 6).

Depósitos aluviales (Qh-al)

Los depósitos aluviales se observan en ambas márgenes del río, compuestos principalmente por gravas de composición heterogénea, intercaladas con arenas gruesas y finas, además de limos en menor proporción. Estos materiales presentan una estratificación irregular, con clastos subangulosos a subredondeados de tamaños variables.

Depósitos coluviales (Qh-co)

En la ladera este del distrito de Comas, se les encuentra en el sector conocido como Pucurs, así como otras zonas con evidencia de derrumbes recientes como la entrada principal a Comas y la curva de acceso a la parte superior del centro poblado donde se desarrollan depósitos coluviales, asociados a movimientos en masa tipo derrumbe.

Estos depósitos están conformados por un material heterogéneo y heterométrico, compuesto por bloques de roca de diferentes tamaños (desde gravas gruesas hasta bloques mayores a 1 m), “embebidos” en una matriz conformada por limo y arcilla, producto de la meteorización de las unidades geológicas subyacentes (principalmente del Complejo Marairazo y el Grupo Copacabana). La geometría de estos depósitos varía

localmente, presentándose en forma de abanicos coluviales, taludes acumulativos y conos de derrumbe (fotografías 4 y 5).

La dinámica de estos materiales, su baja cohesión interna, y la pendiente moderada a fuerte de las laderas en las que se encuentran, los convierte en zonas de alta susceptibilidad a nuevos deslizamientos, especialmente durante la temporada de lluvias o en presencia de actividad sísmica.

Depósitos coluvio deluviales (Qh-cd)

Los depósitos coluvio-deluviales en el distrito de Comas se desarrollan ampliamente en ambas laderas laterales al centro poblado, ocupando la mayor extensión superficial en el mapa geológico local. Corresponden a una mezcla de materiales coluviales (transportados por gravedad) y deluviales (arrastrados por escurrimiento superficial), conformando una unidad geológica de origen cuaternario reciente asociada a procesos de remoción en masa y erosión superficial.

Están compuestos por una mezcla heterométrica de fragmentos de roca de formas angulosas a subangulosas y bloques de roca de diversas litologías (principalmente calizas, esquistos y basaltos meteorizados), inmersos en una matriz limo-arcillosa de color pardo a gris oscuro, con humedad superficial moderada a alta dependiendo de la estación. Esta matriz poco consolidada confiere al depósito una baja cohesión y alta plasticidad, lo que lo hace susceptible a procesos de movimientos en masa superficiales, especialmente en pendientes pronunciadas o mal drenadas.

En general, esta unidad presenta una estratificación poco definida, típica de depósitos retrabajados, y su morfología se adapta a la topografía irregular del relieve, ocupando laderas medias e inferiores, así como zonas de pie de monte. Desde el punto de vista geotécnico, representa una unidad inestable, cuya manipulación sin técnicas adecuadas puede desencadenar procesos de inestabilidad (fotografía 7).



Fotografía 4: Depósitos coluviales en el sector Pucurs – Comas. UTM, WGS 84, 18s, X: 491278.15 m E; Y: 8704511.18 m S.



Fotografía 5: Depósitos coluviales en la entrada del centro poblado Comas. UTM, WGS 84, 18s, X: 490587.96 m E; Y: 8704189.21 m S.



Fotografía 6: Depósitos fluviales en el fondo del valle – Río Tisilpan.



Fotografía 7: Depósitos coluvio-deluviales en el sector de Comas.

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, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el anexo 1: Mapa 02, se presenta el rango de pendientes elaborado en base a información del modelo de elevación digital del terreno (DEM) de 12 m/pixel de resolución, obtenido del servidor ALASKA, ALOS PALSAR.

El mapa de pendientes del área de estudio revela que el centro poblado de Comas se encuentra circunscrito por laderas con pendientes pronunciadas, cuyos valores oscilan entre 25° y 45°, clasificadas como muy fuertes.

De acuerdo con el perfil topográfico B-B', se observa que Comas se sitúa sobre la cima de una lomada, parte de una estructura montañosa mayor, limitada lateralmente por laderas con inclinaciones de 30° a 35° en promedio, que descienden hacia las quebradas Batanaco y río Tisilpan.

En el área urbana del centro poblado, las pendientes varían entre 10° y 12°, lo que sugiere condiciones topográficas moderadas. Sin embargo, se identifica una diferenciación altitudinal interna: una zona baja, donde se localizan infraestructuras como la carretera de acceso, la comisaría y la municipalidad, y una zona alta, separada por un desnivel de aproximadamente 15 m, donde se asientan otras viviendas. La ladera que conecta ambas zonas presenta pendientes extremadamente escarpadas, con valores de 70° a 80°, lo que constituye un sector de alta susceptibilidad a procesos de

remoción en masa, especialmente en condiciones de saturación del terreno o sismos (figura 6).

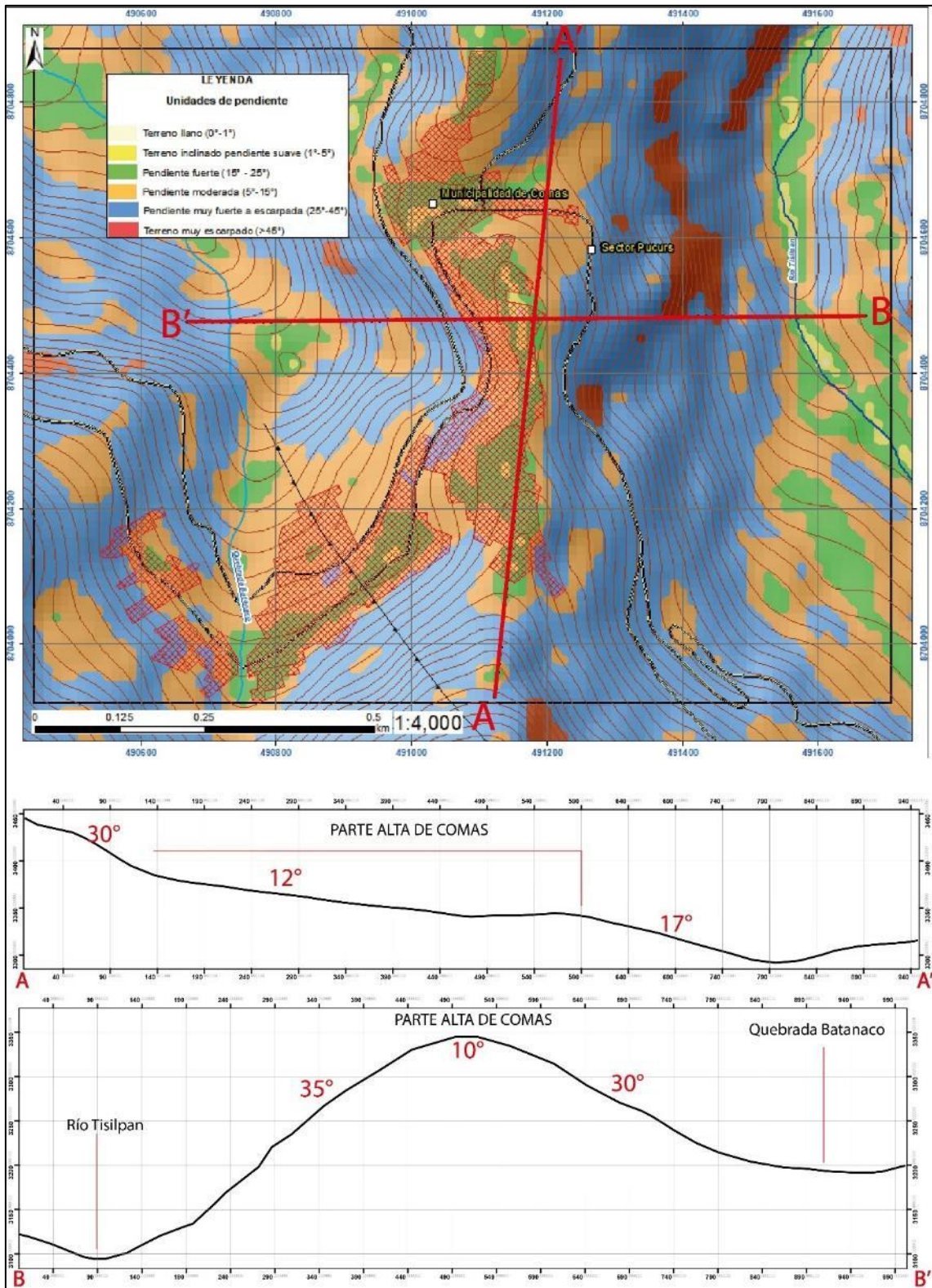


Figura 6: Perfiles promedio de pendientes en el área de inspección.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (Anexo 1: Mapa 03), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación.

En la zona evaluada y alrededores se han diferenciado las siguientes geoformas (ver figura 7).

Las principales subunidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio corresponden a montañas modeladas en rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas, que constituyen la unidad estructural dominante del paisaje. Posteriormente, se reconocen vertientes coluvio-deluviales y coluviales, caracterizadas por la acumulación de materiales no consolidados en pendientes de moderadas a fuertes, susceptibles a procesos de remoción en masa.

De manera complementaria, se identifican vertientes aluvio-torrenciales asociadas a quebradas activas, como la quebrada Batanaco, y planicies inundables desarrolladas a lo largo del cauce del río Tisilpan. Asimismo, se observan terrazas aluviales en ambos márgenes de dicho río; sin embargo, estas últimas no tienen influencia directa en el área urbana del centro poblado, por lo que se mencionan únicamente por su presencia en el ámbito cartográfico de la inspección.

4.2.1. Unidad de Montaña

Subunidad Montaña en roca-sedimentaria (RM-rs):

El relieve montañoso labrado en rocas sedimentarias con del Grupo Copacabana, constituye la principal unidad morfoestructural sobre la cual se asienta el centro poblado de Comas. Esta unidad presenta cimas redondeadas, suaves y alargadas, que morfológicamente se asemejan a lomadas, aunque en realidad corresponden a estructuras montañosas, dado que forman parte de una proyección mayor dentro del sistema orográfico regional.

Desde el punto de vista geomorfológico, estas montañas exhiben vertientes abruptas, con laderas de pendientes que varían entre 70° y 80°, lo que representa un grado de inclinación muy escarpado y altamente susceptible a fenómenos de remoción en masa, especialmente en presencia de precipitaciones intensas o modificaciones antrópicas del terreno.

Además, se observan cambios bruscos en el relieve, con transiciones marcadas entre zonas altas y bajas, que generan diferencias de cota de hasta 15 m dentro del mismo asentamiento. Estas diferencias de altitud se manifiestan en la distribución urbana del centro poblado, que se divide en una parte alta (área residencial) y una parte baja (donde se ubican la carretera de acceso, la comisaría y la municipalidad), separadas por laderas cortas empinadas, con pendientes de hasta 80°, lo que representa un riesgo para edificaciones en la base de dichas pendientes.

Subunidad Montaña en roca volcánica (RM-rv):

En el área de estudio también se identifican montañas constituidas por roca volcánica, particularmente filones de basaltos que se presentan adosados o intruidos sobre rocas metamórficas preexistentes. Desde el punto de vista geomorfológico, estos cuerpos ígneos han generado relieves abruptos y masivos, con morfologías rectilíneas o ligeramente convexas, diferenciables de las formas redondeadas que presentan las montañas en roca sedimentaria.

Estas montañas volcánicas presentan laderas con pendientes fuertes a muy fuertes, superiores a los 45°, y en algunos sectores con pendientes casi verticales.

Subunidad Montaña en roca metamórfica (RM-rm):

En el sector de estudio se identifican también montañas formadas en filitas, esquistos y en menor medida cuarcitas, rocas metamórficas del Grupo Marañón, compuesta por. Geomorfológicamente se caracterizan por formar relieves montañosos robustos, de gran continuidad y alineamiento estructural, controlados por la foliación, esquistosidad y fallas regionales.

Presentan cimas alargadas o crestas angulosas, producto de la resistencia diferencial de los materiales y de los procesos tectónicos que las han deformado intensamente. Son comunes los flancos de ladera con formas asimétricas, donde uno de los lados es abrupto (escarpa estructural) y el opuesto más suave, reflejando el buzamiento de los planos de foliación o esquistosidad.

En términos de pendiente, estas montañas muestran valores moderados a muy escarpados (de 35° a más de 60°), con presencia de bloques caídos y afloramientos rocosos expuestos en sectores altos, mientras que en las laderas inferiores predominan materiales coluviales derivados del desgaste mecánico de las rocas metamórficas.

4.2.2. Unidad de vertientes.

Subunidad de vertiente coluvial (V-co):

En el área de estudio se identifican vertientes coluviales desarrolladas como producto de procesos gravitacionales antiguos, principalmente derrumbes y caídas de bloques que han originado la acumulación de materiales no consolidados en la base de las laderas más escarpadas. Estas vertientes se disponen a manera de abanicos o mantos irregulares, que cubren la transición entre las montañas estructurales (rocosas) y los sectores más bajos del terreno.

Una de las vertientes coluviales más relevantes se ubica entre la parte alta y baja del centro poblado de Comas, presentando pendientes de 25° a 40°, compuestas por una mezcla heterogénea de bloques angulosos de caliza y lutita, junto con una matriz fina limo-arcillosa, que evidencia procesos de arrastre y acumulación por gravedad.

Esta vertiente se ha generado por la remoción en masa de las laderas de la montaña sedimentaria que domina el relieve, formando una especie de lengua coluvial, sobre la cual se han asentado viviendas y vías de acceso.

En el sector Pucurs, margen izquierda del río Tisilpan, se desarrolla otra vertiente coluvial de características similares, aunque de mayor extensión. Esta proviene de derrumbes y movimientos antiguos de laderas compuestas por rocas metamórficas

intensamente fracturadas. Su morfología escalonada y su textura superficial mixta indican una actividad geomorfológica prolongada, con materiales que han sido retransportados por escorrentía estacional y gravedad, generando una cobertura de suelos poco consolidados y con evidencias de saturación temporal en época de lluvias.

Estas vertientes son áreas de inestabilidad latente, debido a su composición heterogénea, pendiente moderada a fuerte, y acumulación de humedad, factores que pueden propiciar la reptación de suelos o la reactivación de procesos de remoción en masa en condiciones críticas, como lluvias intensas o intervención antrópica.

Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-cd):

En el área de estudio, los depósitos coluvio-deluviales constituyen la unidad superficial predominante, desarrollándose sobre las laderas de montañas compuestas por rocas sedimentarias, volcánicas y metamórficas. Esta subunidad se forma por la combinación de procesos gravitacionales (coluviales) y procesos de arrastre por escorrentía superficial difusa (deluviales), lo cual da lugar a acumulaciones heterogéneas de materiales de distinta granulometría.

Geomorfológicamente, estos depósitos se disponen a manera de mantos o faldas que recubren parcialmente las laderas de las montañas, con espesor variable que puede alcanzar varios metros, dependiendo de la pendiente y del aporte de material desde zonas más altas. Se observan principalmente en las laderas medias y bajas, con pendientes que oscilan entre 15° y 35°, y presentan una textura caótica, compuesta por:

- Bloques y fragmentos angulosos de roca, con diámetro de 30 cm hasta 1 m, provenientes de derrumbes antiguos.
- Gravas, arenas y limos, arrastrados por escurrimientos de corta duración.
- Matriz limo-arcillosa, de color marrón a rojizo, que evidencia procesos de humectación y saturación periódica.

En muchos sectores, este depósito actúa como una unidad de cobertura sobre las rocas del Grupo Copacabana y otras formaciones, ocultando parcialmente la litología original del relieve.

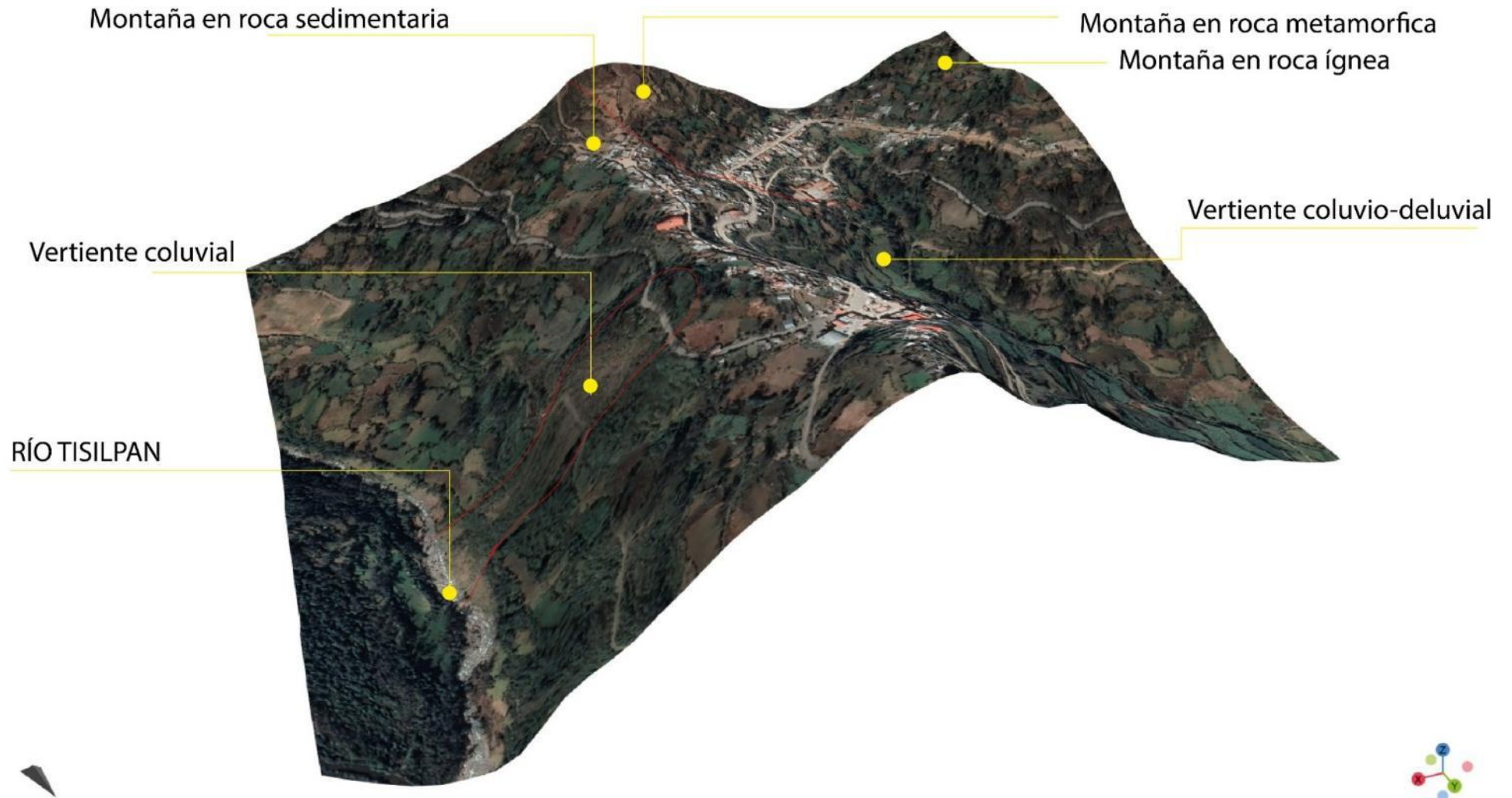


Figura 7: Subunidades geomorfológicas en el área de estudio.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el área de estudio corresponden a derrumbes (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 y se realizó la cartografía geológica y geodinámica basado en la observación morfométrica in situ. También se tomaron datos con GPS, fotografías a nivel de terreno y modelos digitales de elevación (ALOS PALSAR), respectivamente, complementada con la interpretación de imágenes satelitales.

A continuación, se describen los peligros geológicos por movimientos en masa:

5.1. Derrumbes

Derrumbe 1- inactivo latente (DR-IL_1)

En el sector conocido como Pucurs, ubicado en la margen izquierda del río Tisilpan, se presenta un derrumbe de gran magnitud, registrado oficialmente en el Catálogo Nacional de Peligros Geológicos del INGEMMET (GEOCATMIN) con fecha de ocurrencia el 2 de marzo del 2012. Este evento está representado cartográficamente en el Mapa de Riesgos Geológicos por Regiones (Lima, Pasco y Junín) y se caracteriza por haber generado una cicatriz de remoción masiva, con una altura aproximada de 70 m, la cual afectó directamente la trocha carrozable que conecta hacia los centros poblados de Pichpe y Talhuis (figura 8).

A raíz de este derrumbe, el trazo de la vía fue reconstruido y reubicado sobre el pie de la ladera afectada, lo que ha generado condiciones de inestabilidad secundaria. Actualmente, en dicha zona se observan signos de movimientos menores relacionados con:

- Pendientes pronunciadas en el corte del talud vial.
- Saturación del material detrítico, especialmente en temporada de lluvias.
- Ausencia de cobertura vegetal, que favorece la erosión superficial y pérdida de cohesión (figura 9).

Durante la inspección se identificó un pequeño derrumbe activo, de aproximadamente 1.5 m de ancho, que, aunque no presenta magnitud significativa, evidencia que las condiciones del terreno siguen siendo inestables. Por ello, el evento es clasificado como un “derrumbe inactivo-latente”, es decir, que no se encuentra en actividad actual significativa, pero puede reactivarse ante condiciones detonantes como lluvias intensas, sismos o intervención antrópica mal diseñada.



Figura 8: ladera media- baja del derrumbe inactivo latente (D-il1), cubierto por vegetación.



Figura 9: Parte alta del derrumbe inactivo latente (D-il1), muestra evidencias de desprendimientos recientes de baja magnitud.



Figura 10: Desplazamientos de 1.5 m desde la zona de arranque en el derrumbe inactivo latente (D-il1), muestra evidencias de desprendimientos recientes bajos.

Derrumbe 2 - activo (Da-2)

En el inicio de una trocha de acceso hacia la parte superior de la localidad de Comas, se identificó un derrumbe con una altura aproximada de 15 m y un ancho de 10 m, que afecta de manera directa la ladera que bordea dicho acceso (figura 11).

Este proceso involucra tanto material litológico fragmentado (calizas y lutitas del Grupo Copacabana, altamente meteorizadas y fracturadas), como depósitos coluvio-deluviales saturados, los cuales presentan muy baja cohesión en condiciones de humedad. Esta condición es favorecida por las pendientes marcadas de la ladera, el escurrimiento superficial deficiente y la falta de cobertura vegetal.

Durante la inspección de campo se evidenciaron grietas en el terreno cercano a la margen superior de la ladera, así como separaciones estructurales en bermas, asfalto y otras infraestructuras menores, lo que denota una deformación progresiva del terreno. Estas manifestaciones son indicativas de una susceptibilidad alta a movimientos en masa, por lo que el sector ha sido clasificado como una **zona crítica** de inestabilidad.

La importancia de este evento radica en que compromete potencialmente tanto a las viviendas ubicadas en la parte superior de la ladera, como a aquellas localizadas en su pie, las cuales estarían expuestas a procesos de enterramiento por derrumbes súbito, especialmente en temporadas de lluvias intensas o sismos locales.

Este escenario demanda la implementación urgente de medidas preventivas, incluyendo señalización, monitoreo técnico geotécnico, control de aguas superficiales, y una evaluación más detallada mediante estudios geofísicos y geotécnicos, con el fin de establecer el grado de riesgo y proponer una intervención oportuna.



Figura 11: Derrumbe (Da-2), en la parte baja de la ladera considerada como zona crítica en el sector de Comas alta.



Figura 12: Ubicación de agrietamientos y evidencias de inestabilidad en la ladera de estudio.

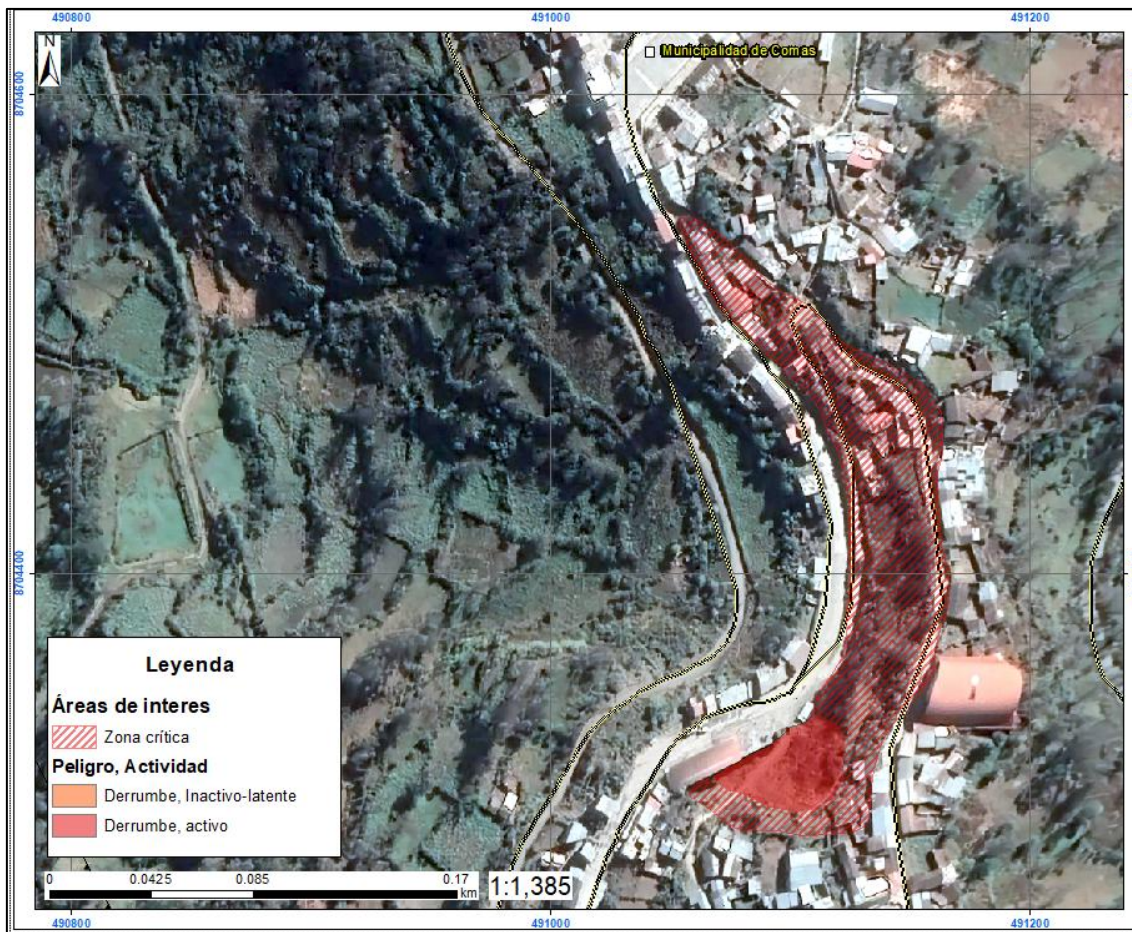


Figura 13: Área considerada como zona crítica en la parte alta de Comas (0.9 ha).

Derrumbe 3 - activo (Da-3)

Este derrumbe localizado en un tramo vial de acceso, presenta una altura aproximada de 10 m y afecta principalmente a la ladera conformada por rocas metamórficas del Complejo Marañón, donde afloran filitas y cuarcitas intensamente fracturadas. Estas litologías, debido a su grado de metamorfismo medio y a la fuerte fracturación, presentan baja resistencia estructural en condiciones de corte vertical.

El proceso de remoción en masa observado se encuentra relacionado directamente con la intervención antrópica, específicamente por el corte del talud para habilitación de vía, lo que generó la inestabilidad inmediata del talud expuesto, provocando su colapso parcial.

Encima de estas rocas aflorantes se reconocen depósitos coluvio-deluviales poco consolidados, los cuales contribuyen a la acumulación de material suelto, que en temporadas de lluvias puede movilizarse fácilmente en forma de caída de detritos.

Actualmente, se han implementado muros de sostenimiento de tipo empírico, contruidos de manera artesanal, cuya funcionalidad es prevenir la caída directa de bloques o material suelto sobre la carretera adyacente. Sin embargo, dada la condición litológica de susceptibilidad media a alta, especialmente en épocas de lluvias o ante sismos, las estructuras mencionadas pueden fallar.



Figura 14: Derrumbe Da-3, en el sector de acceso a Comas.

Derrumbe 4 - activo (Da-4)

Este derrumbe presenta una altura aproximada de 8 m y se localiza adyacente a la carretera de acceso al centro poblado de Comas. El proceso involucra principalmente depósitos coluvio-deluviales, conformados por materiales heterométricos, mal consolidados y de origen mixto (producto de arrastre gravitacional y fluvial superficial desde las partes altas de la ladera).

La ocurrencia del fenómeno se encuentra estrechamente vinculada a actividades antrópicas, específicamente al corte abrupto del talud para futuras edificaciones de viviendas, sin considerar criterios técnicos de estabilidad. Esta modificación de la pendiente natural ha generado una pérdida del equilibrio del talud, favoreciendo el colapso superficial del material.

Se evidencia una ausencia de estructuras de sostenimiento adecuadas y falta de manejo de aguas superficiales, lo cual incrementa el riesgo de nuevos desprendimientos, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando el terreno alcanza niveles críticos de saturación.



Figura 15: Derrumbe Da-4, en el sector de acceso a Comas.

Derrumbe 5 - activo (Da-5)

El derrumbe N°5 se ubica inmediatamente adyacente al derrumbe N°4, sobre el mismo frente de ladera en el margen de la carretera de acceso al centro poblado de Comas. Este evento presenta una altura aproximada de 8 m, involucrando principalmente depósitos coluvio-deluviales mal consolidados, los cuales cubren la ladera conformada por materiales metamórficos y sedimentarios altamente fracturados y meteorizados.

Al igual que el derrumbe N°4, su origen es antrópico, producto del corte del talud durante las intervenciones viales, sin el adecuado análisis de estabilidad o diseño de sostenimiento. El terreno alterado no cuenta con obras de drenaje superficial, lo que favorece la saturación del suelo durante las lluvias, aumentando la susceptibilidad al colapso.

Ambos derrumbes conforman un frente inestable continuo en la ladera, con señales de recurrentes desprendimientos menores y acumulación de detritos sobre la vía.



Figura 16: Derrumbe Da-5, en el sector de acceso a Comas.

5.2. Factores condicionantes

a) Factor litológico

- Rocas altamente fracturadas, meteorizadas o débiles (filitas, lutitas, pizarras, etc.).
- Suelos poco consolidados o coluvio-deluviales con baja cohesión.

b) Factor geomorfológico

- Pendientes fuertes a muy fuertes (mayores a 25° hasta 80°) aumentan la inestabilidad.
- Laderas convexas o sobre empinadas.
- Laderas orientadas hacia el escurrimiento de aguas.

c) Factor antrópico

- Cortes abruptos en la base de la ladera.
- Deforestación o pérdida de vegetación estabilizadora.
- Viviendas o infraestructuras construidas en zonas inestables o sobre taludes.

5.3. Factores desencadenantes.

- Los principales factores desencadenantes de derrumbes en el área de estudio son las precipitaciones intensas y prolongadas, que saturan los suelos coluvio-deluviales poco consolidados, reducen su resistencia al corte y aumentan el peso del material, facilitando su movilización.

- Falta de drenaje superficial adecuado, tanto natural como artificial, lo cual incrementa la infiltración de agua en taludes intervenidos por cortes de carretera o construcciones.
- Sismos moderados o fuertes, comunes en la región andina, que reactivan masas inestables o agravan las ya debilitadas por la meteorización.

Estos factores, actuando sobre condiciones preexistentes de inestabilidad, originan procesos de remoción en masa que afectan infraestructura y viviendas, especialmente en sectores críticos como Comas, y Pucurs.

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. La geología local está dominada por rocas sedimentarias del Grupo Copacabana (calizas y lutitas), en su mayoría moderadamente meteorizadas y fracturadas, que forman las montañas sobre las que se asienta el centro poblado de Comas. También se identificaron rocas metamórficas del Complejo Marañón (filitas y cuarcitas), así como afloramientos volcánicos (basaltos) en forma de filones adosados a los materiales metamórficos, los cuales se encuentran altamente meteorizados y fracturados.
2. Las zonas bajas están cubiertas por depósitos coluvio-deluviales de composición limo-arenosa con bloques, saturables y poco consolidados, que constituyen los principales materiales susceptibles a remoción en masa.
3. El área presenta montañas modeladas con cimas redondeadas y vertientes escarpadas que alcanzan pendientes de 70° a 80°. Se han identificado vertientes coluviales y vertientes coluvio-deluviales, así como zonas de acumulación producto de eventos de remoción en masa anteriores, especialmente en el sector de Pucurs.
4. En el centro poblado de Comas se han identificado diversos derrumbes activos e inactivos latentes asociados a condiciones geológicas y geomorfológicas adversas, como la presencia de rocas sedimentarias fracturadas del Grupo Copacabana, depósitos coluvio-deluviales saturables y pendientes muy escarpadas que alcanzan entre 70° y 80°.
5. Procesos agravados por cortes de talud no controlados para la construcción de la vía de acceso y ausencia de obras de estabilización adecuadas, lo cual ha generado eventos de remoción en masa con alturas que varían entre 3 y 15 m.
6. Se ha identificado una zona crítica en la parte alta de Comas (0.9 ha), donde existen grietas, asentamientos en la vía y una alta susceptibilidad a derrumbes, situación que pone en riesgo tanto a las viviendas situadas en lo alto como a las ubicadas en el pie de ladera. La continuidad de estos procesos y la alta exposición de la población e infraestructura requieren medidas urgentes de mitigación y prevención.
7. Tomando en cuenta las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámica actual, se determina la parte baja del centro poblado de Comas, se encuentra en **Peligro Alto** a movimientos en masa de tipo derrumbes, y la parte alta de la ladera de Comas es una zona de **Peligro Alto y Zona Crítica**, cartografiada en el mapa 4 del anexo 1.

7. RECOMENDACIONES

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

- 1- Realizar un estudio de Evaluación del Riesgo Geológico (EVAR): Este permitirá determinar los niveles de riesgo en las zonas críticas, priorizando acciones de reubicación para viviendas expuestas.
- 2- Implementar obras de ingeniería como muros de contención, drenajes superficiales y subterráneos, y estructuras de sostenimiento adecuadas en los sectores con corte de talud y alta pendiente.
- 3- Canalizar adecuadamente las aguas pluviales y de escorrentía mediante cunetas revestidas y canaletas que reduzcan la infiltración en los depósitos coluvio-deluviales.
- 4- Reforestar con especies nativas en zonas de ladera para mejorar la estabilidad del terreno y controlar la erosión superficial.
- 5- Establecer un sistema de monitoreo continuo (grietas, movimientos, humedad) en las zonas críticas, especialmente en la parte alta de Comas y márgenes de la vía de acceso.
- 6- Capacitar a la población local sobre la identificación temprana de signos de inestabilidad y protocolos de evacuación.
- 7- Prohibir edificaciones en zonas con evidencia de inestabilidad o en sectores cercanos a escarpas y taludes empinados.
- 8- Revisar periódicamente el estado de la vía de acceso y ejecutar trabajos de reparación, drenaje y estabilización donde se evidencien fallas o asentamientos.



Segundo A. Núñez Juárez
ESPECIALISTA EN PELIGROS GEOLÓGICOS

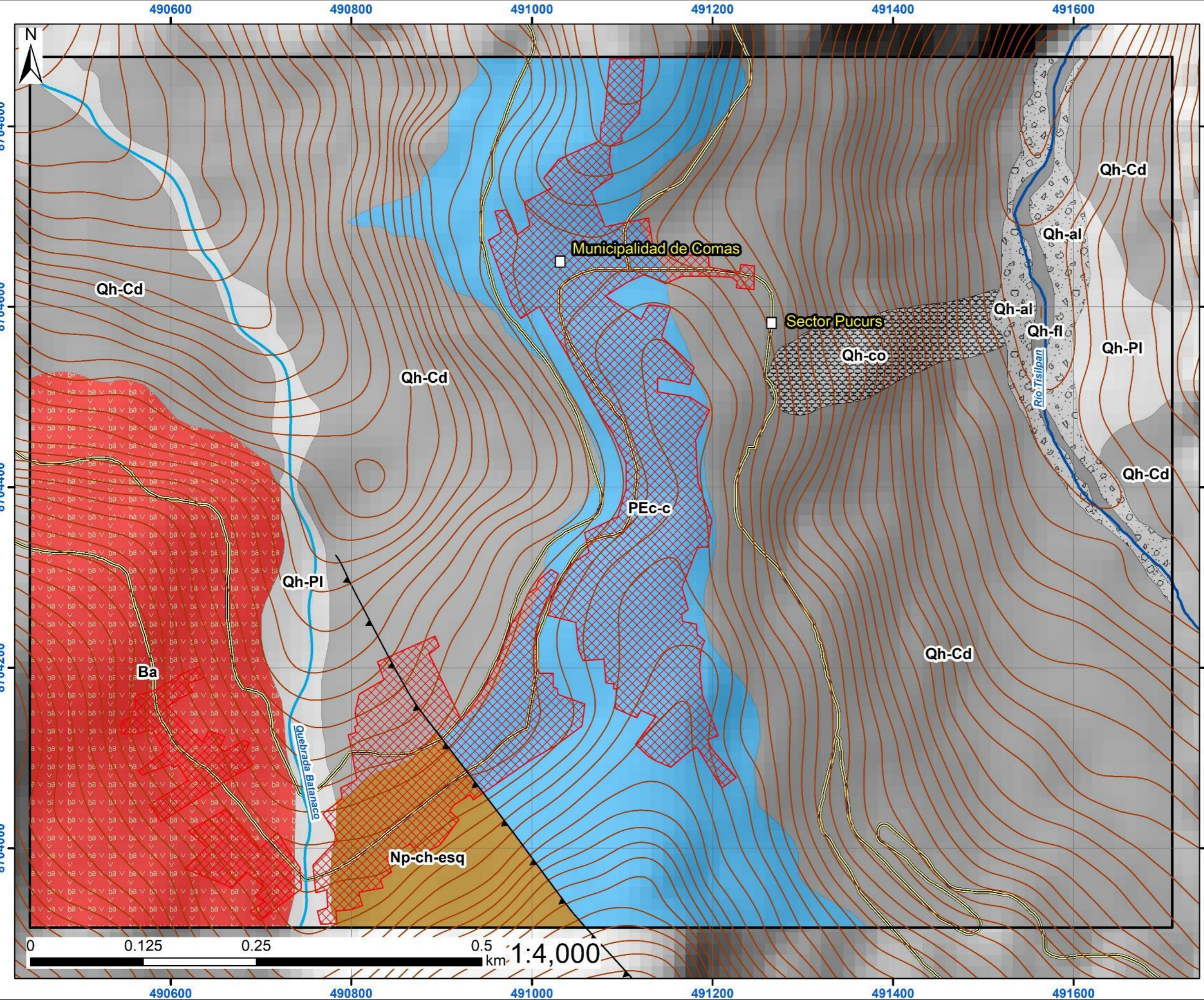


Ing. BILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- González, L.; Ferrer, M.; Ortuño, L. & Oteo, C., eds. (2002) - Ingeniería Geológica. Madrid: Pearson Educación, 732 p.
- Köppen, W. (2010). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Clasificación de climas según temperatura, precipitación y ciclo estacional.). Petermanns Geogr. Mitt., 64, 193-203, 243-248
- Luque Poma, G., Rosado Seminario, M., Pari Pinto, W., Peña Laureano, F., & Huamán Nieto, M. (2020). Peligro geológico en la región Junín (Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, No. 72, 222 p., 9 mapas). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).
- 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.
- Romero, D & Torres, V. (2003) - Revisión y actualización del cuadrángulo de Huancavelica (26-n). INGEMMET, 22 p.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2021) – SENAMHI. (consulta: 03 de abril 2021). <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>.
- Shruthi, R. B. V., Kerle, N., & Jetten, V. G. (2011) - Object - based gully feature extraction using high spatial resolution imagery. Geomorphology, 134(3-4), 260- 268. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.07.003.
- Suárez, J. (1998) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Universidad Industrial de Santander, 548 p.
- Vílchez, M. (2018) – Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la quebrada Puca. Informe técnico N° A6926, 42 p.

ANEXO 1: MAPAS



Leyenda

- Qh-Cd/ Depósito coluvio-deluvial
- Qh-PI/ Depósito proluvial
- Qh-al/ Depósito aluvial
- Qh-co/ Depósito coluvial
- Qh-fl/ Depósito fluvial
- PEc-c/ Grupo Copacabana
- Ba/ Flujo de lavas basálticas
- Np-ch-esq/ Complejo metamorfoico Huaytapallana Marairazo

Simbología

- Curvas 10 m (Fuente: Alos Palsar)
- Área de trabajo
- Quebradas
- Río principal
- Vía carrozable
- Límites C.P. Comas
- Falla inversa

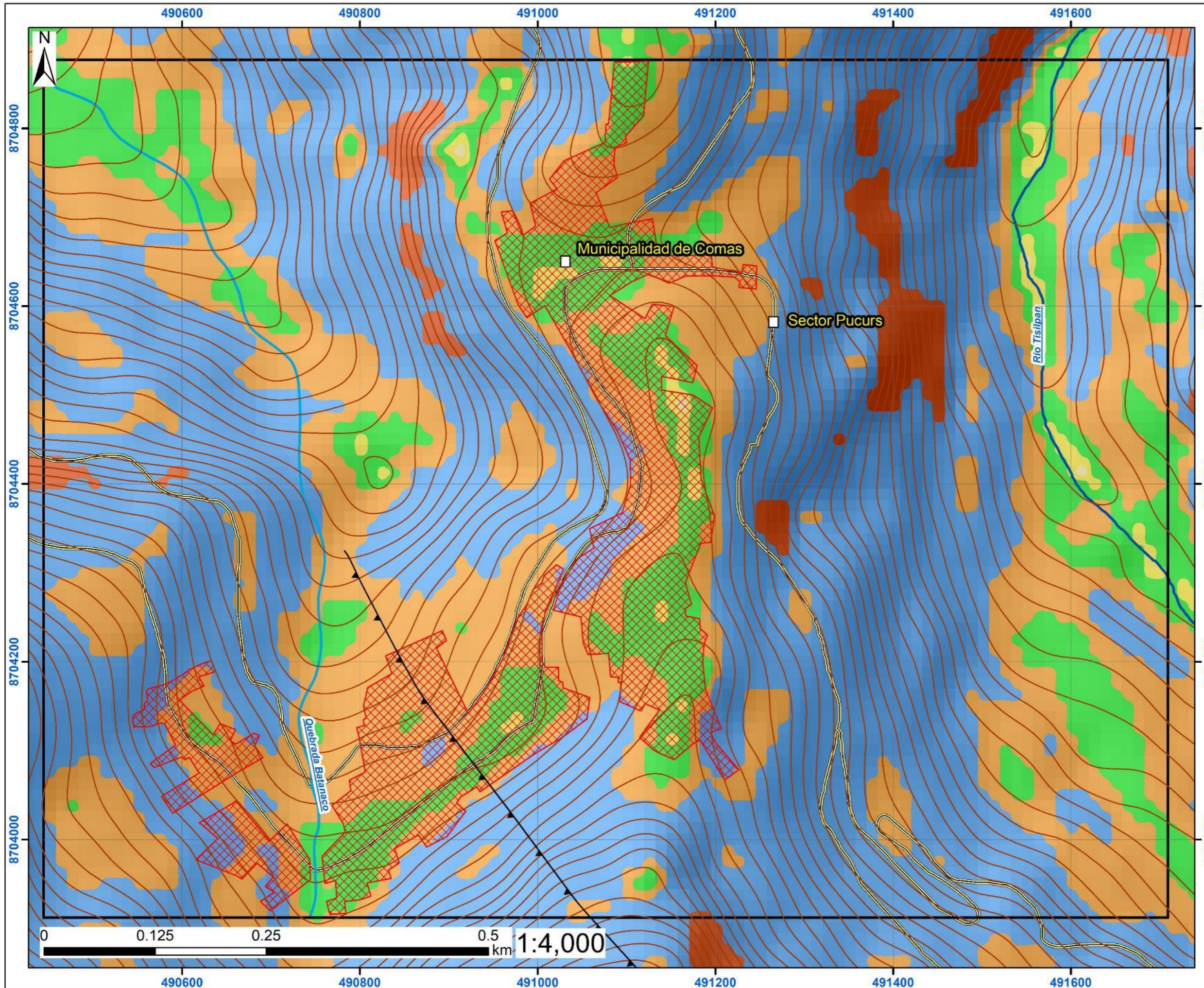


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT 16. SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA DE UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS EN LA LOCALIDAD DE COMAS
DISTRITO COMAS, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN,
DEPARTAMENTO DE JUNÍN

DATUM: WGS84 Zona 18 Sur Escala: 1:7500 - A3	Elaborado por: ingemmet 2025 Fecha: Abril 2025
01	



LEYENDA

Unidades de pendiente

- Terreno llano (0°-1°)
- Terreno inclinado pendiente suave (1°-5°)
- Pendiente fuerte (15° - 25°)
- Pendiente moderada (5°-15°)
- Pendiente muy fuerte a escarpada (25°-45°)
- Terreno muy escarpado (>45°)

Simbología

- Curvas 10 m (Fuente: Alos Palsar)
- Área de trabajo
- Quebradas
- Río principal
- Vía carrozable
- Límites C.P. Comas
- Falla inversa



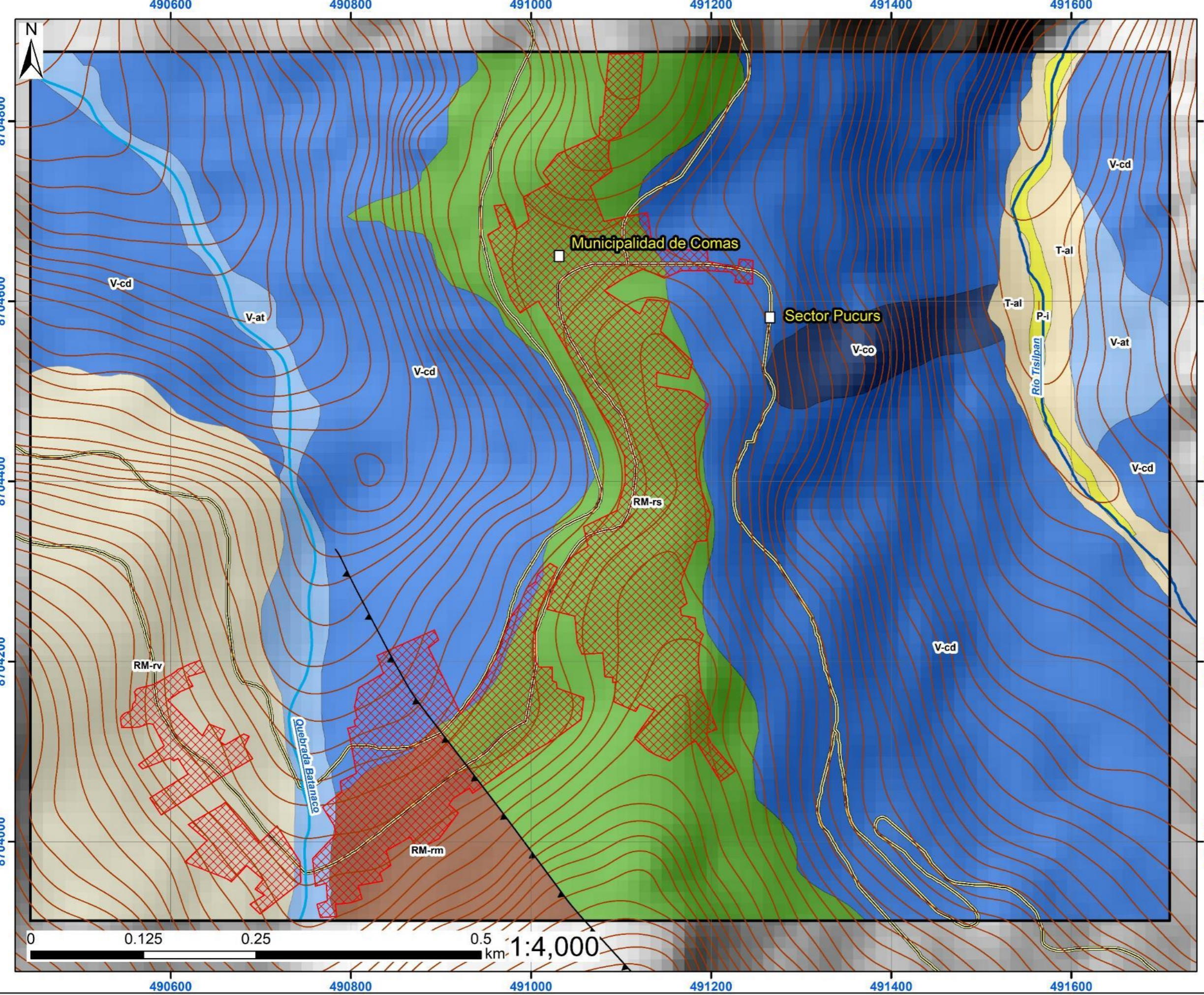
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT 16. SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA DE PENDIENTES DEL TERRENO EN LA LOCALIDAD DE COMAS
 DISTRITO COMAS, PROVINCIA DE CONCEPCION,
 DEPARTAMENTO DE JUNÍN

DATUM: WGS84 Zona 18 Sur	Elaborado por: Ingemmet 2025	02
Escala: 1:4000 - A3	Fecha: Abril 2025	



Legenda

Subunidades geomorfológicas

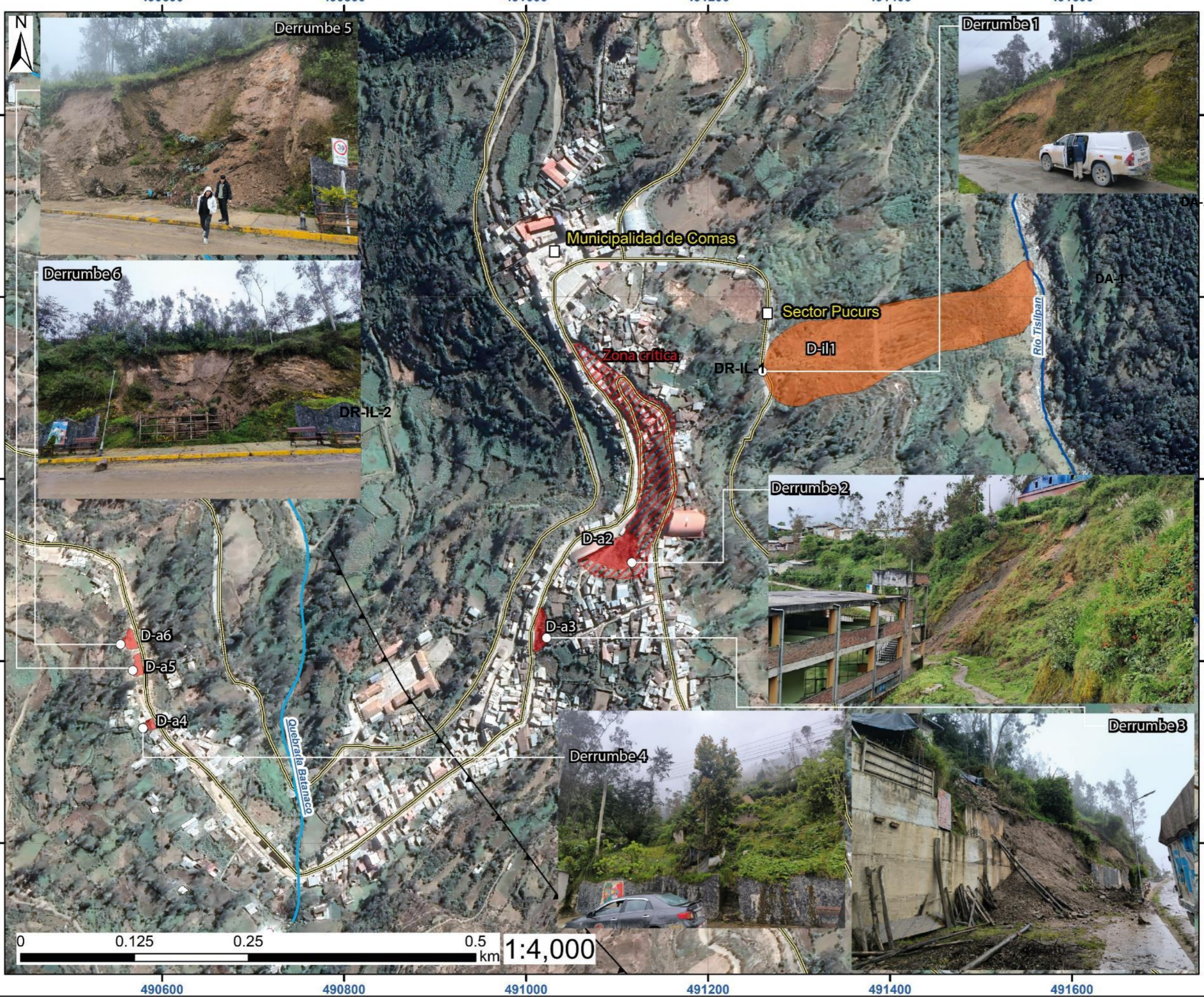
- RM-rv / Montaña en roca volcánico
- RM-rm / Montaña en roca metamorfica
- RM-rs / Montaña en roca sedimentaria
- V-at / Vertiente aluvio torrencial
- V-cd / Vertiente coluvio deluvial
- V-co / Vertiente coluvial
- P-i / Planicie inundable
- T-al / Terraza aluvial

Simbología




- Curvas 10 m (Fuente: Alos Palsar)
- Quebradas
- Río principal
- Vía carrozable
- Limites C.P. Comas
- Falla inversa










DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
ACT 16. SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
MAPA DE SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EN LA LOCALIDAD DE COMAS DISTRITO COMAS, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
DATUM: WGS84 Zona 18 Sur	Elaborado por: Ingemmet 2025	03
Escala: 1:4000 - A3	Fecha: Abril 2025	



Leyenda

- Áreas de interes**
-  Zona crítica
- Peligro, Actividad**
-  Derrumbe, Inactivo-latente
 -  Derrumbe, activo

Simbología

-  Curvas 10 m (Fuente: Alos Palsar)
-  Área de trabajo
-  Quebradas
-  Río principal
-  Vía carrozable
-  Limites C.P. Comas
-  Falla inversa

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO		
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
ACT 16. SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE COMAS DISTRITO COMAS, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, DEPARTAMENTO DE JUNÍN		
DATUM: WGS84 Zona 18 Sur	Elaborado por: Ingemmet 2025	<h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">04</h1>
Escala: 1:4000 - A3	Fecha: Abril 2025	

