

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7658

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA, ENTRE LOS CENTROS POBLADOS DE HUALLCOR Y SAN PEDRO

Departamento: Áncash

Provincia: Huaraz

Distrito: Huaraz



**SETIEMBRE
2025**

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA ENTRE LOS CENTROS POBLADOS DE HUALLCOR Y SAN PEDRO.

Distrito Huaraz, provincia Huaraz, departamento Áncash



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

Equipo técnico:

Norma Luz Sosa Senticala

Ely Ccorimanya Chalco

Referencia bibliográfica

Sosa, N. (2025). *Evaluación de Peligros geológicos por movimientos en masa, entre los centros poblados de Huallcor y San Pedro*. Distrito y provincia de Huaraz, departamento Áncash. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7658, 51p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	7
a) Ubicación	7
b) Accesibilidad	7
c) Poblado	7
d) Clima	9
e) Uso de suelo	10
f) Zonificación sísmica	10
a) Fallas activas	11
2. DEFICIONES GEOLÓGICAS	11
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	15
3.1. Unidades litoestratigráficas	15
3.1.1. Formación Lloclla	15
3.1.2. Depósitos cuaternarios	17
a) Vertiente coluvial (Q-co)	17
b) Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)	17
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	18
4.1. Pendientes del terreno	18
4.2. Índice topográfico de humedad	22
4.3. Unidades geomorfológicas	24
4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	24
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	25
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	26
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	27
5.1.1. Derrumbe entre la vía Hualcor -San Pedro	27
5.1.2. Deslizamientos entre la vía Hualcor -San Pedro	37
5.2. Factores condicionantes	41
5.3. Factores desencadenantes	42
6. CONCLUSIONES	43
7. RECOMENDACIONES	45
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

RESUMEN

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 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.

En el contexto litológico entre los sectores Huallcor y San Pedro afloran areniscas de coloración gris y beige, con fracturas con espaciamientos muy próximos entre sí (0.10-0.02 m) y abiertos (1.0 – 5.0 mm). Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas. También se tienen depósitos coluviales , , aluvial y proluvial.

Las unidades geomorfológicas identificadas son montañas en rocas volcánicas con laderas de pendiente fuerte a muy escarpada (15° - >45°), donde se ubican geoformas de tipo piedemonte coluvial, vertiente con depósito de deslizamiento y piedemonte aluvio-torrencial con pendientes que van de moderada a muy fuerte (5° - 45°) y depósitos proluviales que presentan pendientes de suaves a moderadas (1° a 15°).

Los factores condicionantes para la ocurrencia de movimientos en masa de tipo derrumbes, deslizamientos, flujos y erosión de laderas (cárcavas) entre los centros poblados de Huallcor y San Pedro se relacionan con la presencia de depósitos inconsolidados pertenecientes a movimientos en masa antiguos y recientes, en un depósito moderadamente meteorizado y fracturado. Además de la presencia de montañas en roca volcánica con pendiente de los terrenos suave a muy fuerte (5° - >45°). Como factor detonante, se tienen la ocurrencia de lluvias intensas y/o excepcionales, así como ocurrencia de sismos.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas, geohidrológicas y geodinámicas, entre los sectores Huallcor y San Pedro, donde ocurrió la reactivación de derrumbes se considera como **Zona Crítica** y de **Peligro Alto** ante la generación de derrumbes, deslizamiento, flujo de detritos y erosión de ladera (cárcava), podrían reactivarse ante lluvias y/o sismos, que podrían ocasionar daños en los alrededores.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica, como considerar un nuevo trazo de vía, evitar realizar cortes del talud, de realizarse, deben ser con dirección técnica, para no generar inestabilidad, así como realizar el EVAR correspondiente.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico -Ingemmet, ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos y actividades de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) “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.

En atención al oficio N° 00064-2025-MPHZ/A, y en el marco de las competencias del Ingemmet, se realiza la evaluación de peligros geológicos del centro poblado de Hualcor ubicados en el distrito y provincia de Huaraz, departamento Áncash.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a las Ingenieras Norma L. Sosa y Ely Ccorimaya para realizar la evaluación técnica correspondiente, la cual se realizó el 18 de marzo del 2025, en coordinación con las autoridades locales de la Municipalidad Distrital de Huaraz.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad provincial de Huaraz, Gobierno Regional de Áncash, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER-Áncash) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa entre los centros poblados de Hualcor y San Pedro.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Emitir recomendaciones pertinentes para la reducción y mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos 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), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos Geológicos en la región Áncash” (Zavala et al., 2009). En el contiene el inventario

de peligros geológicos en la región Áncash, en el cual se registró un total de 2129 ocurrencias.

Así mismo, el presente boletín muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 2:500 000, del centro poblado Hualcor se localizan en zonas de **susceptibilidad Media a Alta**, (figura 1). Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

- B) Boletín N° 76, Serie A, Carta Geológica Nacional: "Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián, y Yanahuanca" escala 1:100000 (Cobbing, et al., 1996).

Describen las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio y alrededores que corresponde a rocas volcánicas de tipo piroclásticas de composición andesítica y lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas del Grupo Calipuy; así como depósitos cuaternarios. ubicadas en la margen derecha del río Santa.

- C) Boletín N°69, Serie L, Actualización Carta Geológica Nacional; Geología de los cuadrángulos de Recuay (hojas 20i1 y 20i4) y La Unión (hojas 20j1, 20j2, 20j3 y 20j4), escala 1: 50 000. Describe a la Formación Lloclla.

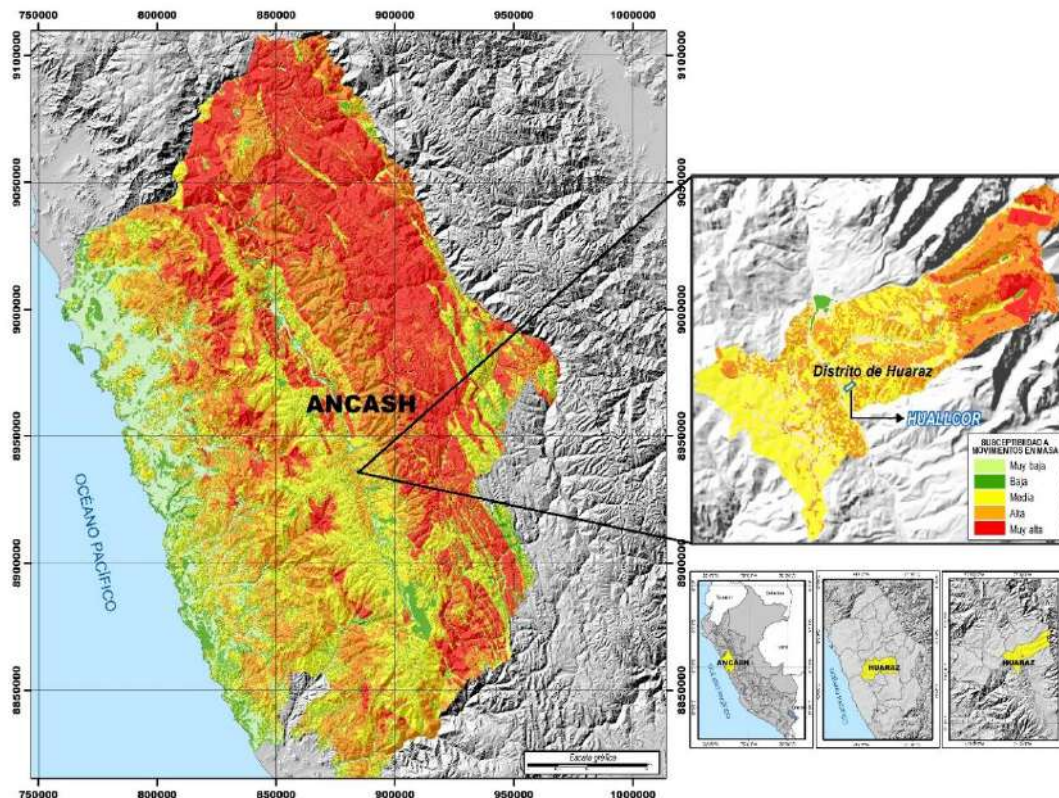


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa en el área de estudio y alrededores (Zavala et al., 2009).

1.3. Aspectos generales

a) Ubicación

El centro poblado Hualcor, políticamente pertenece al distrito y provincia de Huaraz, departamento Áncash (figura 2).

Las coordenadas UTM (WGS84-Zona 18S) del área de estudio se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas del área de evaluación.

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	221936.00	8938366.00	-9.594757°	-77.533322°
2	222623.00	8937980.00	-9.598299°	-77.527093°
3	222359.00	8937524.00	-9.602402°	-77.529519°
4	221669.04	8937903.04	-9.598931°	-77.535784°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	222173.00	8938002.00	-9.598070°	-77.531189°

b) Accesibilidad

El acceso al centro poblado Hualcor, se realizó por vía terrestre desde la ciudad de Lima, mediante la carretera Panamericana la siguiente ruta (cuadro 2):

Cuadro 2. Rutas y accesos a las áreas evaluadas.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima - Barranca	Asfaltada	190	3 h
Barranca - Huaraz	Asfaltada	218	4 h
Huaraz – C.P. Hualcor	Asfaltada/Trocha carrozable	15	35 min

c) Población

Tomando los resultados del Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el centro poblado Hualcor, del distrito de Huaraz cuenta con una población censada de 238; varones 115 y mujeres 123, habitantes distribuidos en un total de 194 viviendas respectivamente (cuadro 3):

Cuadro 3. Población y viviendas censadas.

Centro poblado	Población			Número de viviendas
	Varones	Mujeres	Total	
Centro poblado Hualcor	115	123	238	194

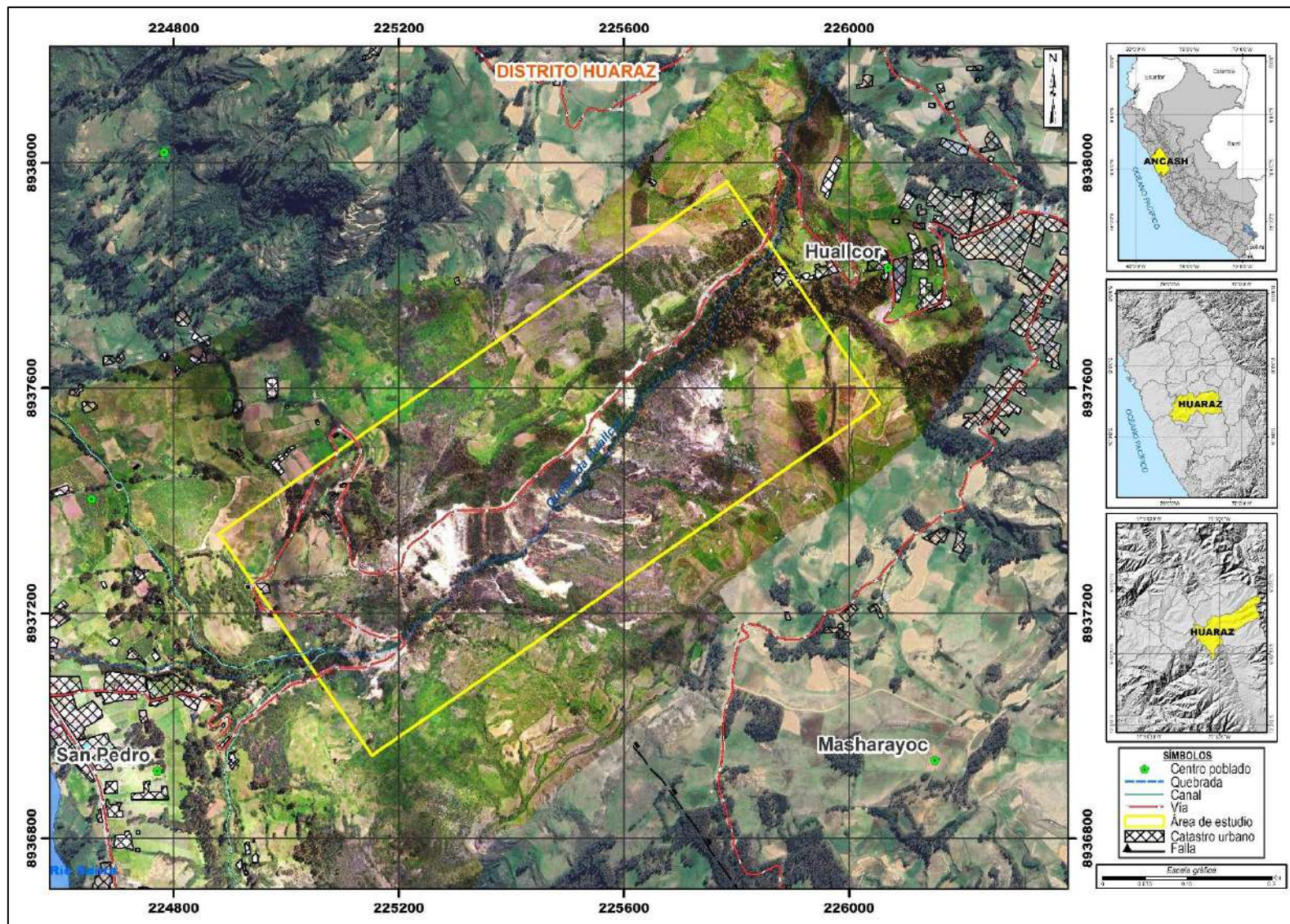


Figura 2. Ubicación de la vía que une los centros poblados de Hualcor y San Pedro, distrito y provincia de Huaraz, departamento de Áncash.

d) Clima

De acuerdo con el Mapa climático del Perú, elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, el centro poblado de Hualcor del distrito de Huaraz, se caracteriza por presentar un clima semiseco, semifrío, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos raster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo julio, 2020 - julio 2024 fue de 36.0 mm, (figura 3). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de noviembre a abril.

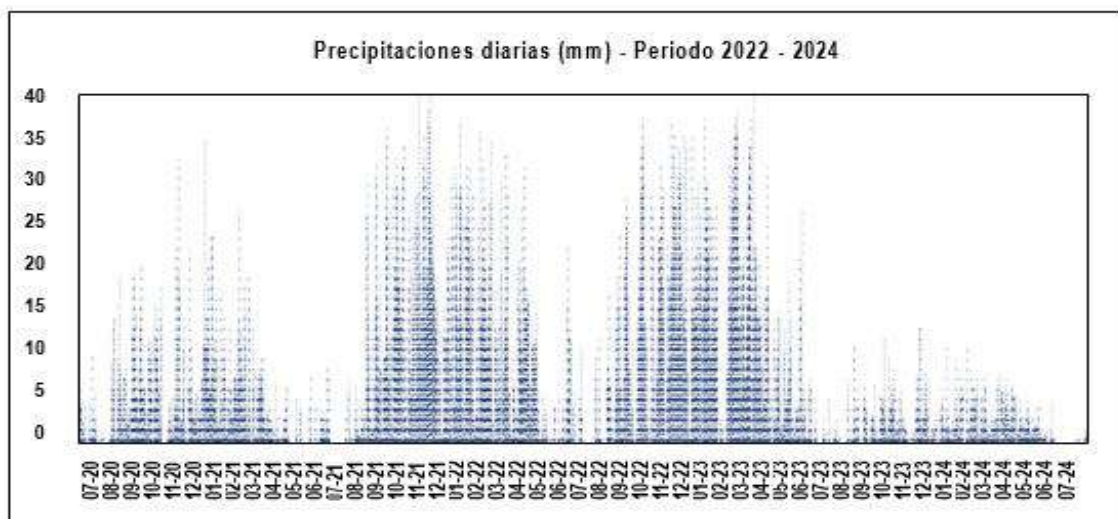


Figura 3. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo julio, 2020 - julio, 2024. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8321220>.

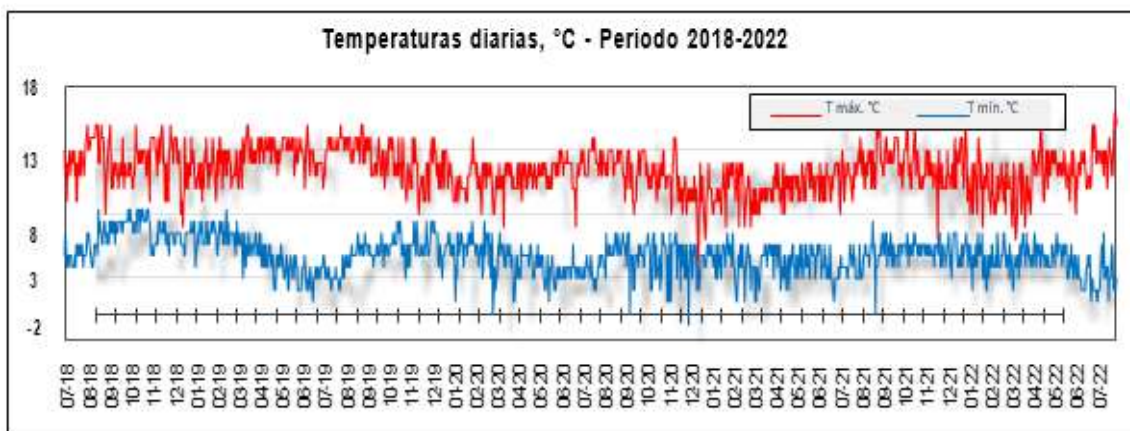


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo julio, 2018 – julio 2022. La figura permite analizar la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8321220>

e) Uso de suelo

En relación al uso del suelo, la ladera entre los centros poblado de Hualacor y San Pedro, desarrolla actividad agrícola, ganadera y minera. (fotografía 1). Cabe mencionar que estas se están desarrollando en pendientes que van de moderada a alta (5° - 25°).



Fotografía 1. Terrenos utilizados para cultivos y pastoreo de ganado vacuno, estos se ubican entre las coordenadas UTM 8937879 N, 225852 E.

f) Zonificación sísmica

Tomando como referencia, los niveles de zonificación sísmica en el Perú, el área de estudio se ubica en la Zona 3 (sismicidad alta) figura 4, localizada principalmente en la margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.35 g (cuadro 4 y figura 5).

La zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el cuadro 4. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (DS N° 003-2016-VIVIENDA).

Cuadro 4. Factores de zona Z

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

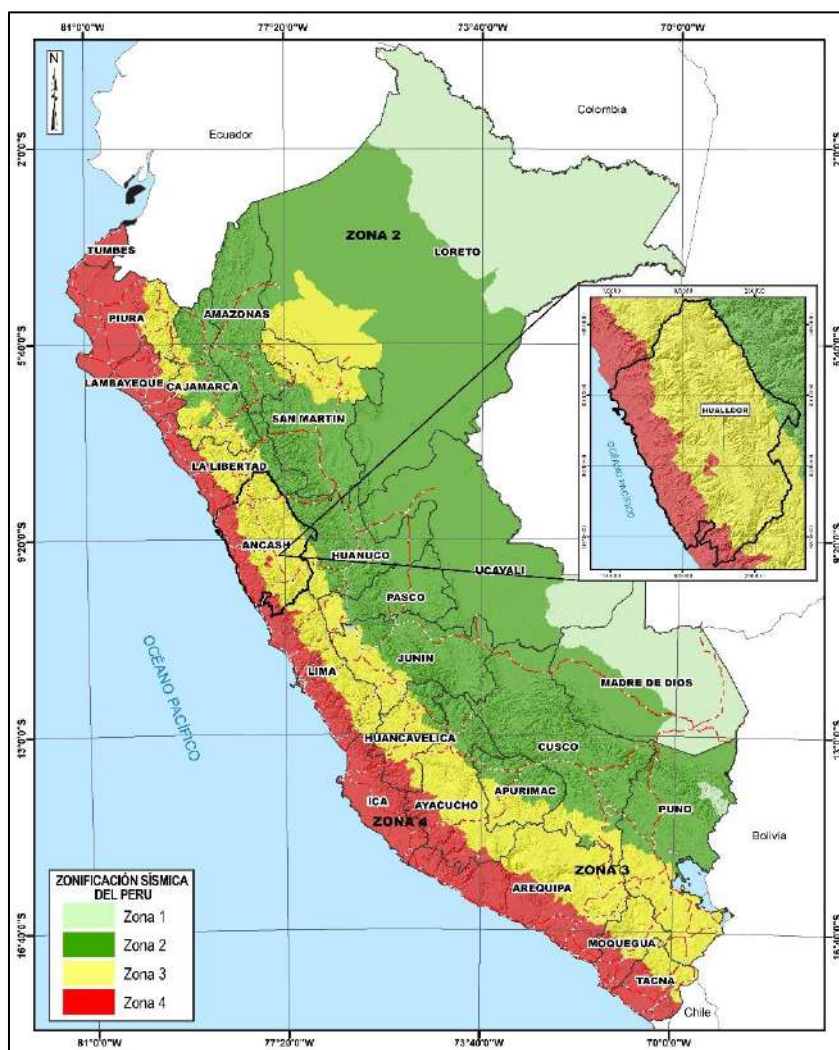


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú.

Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 del MVCS (2016).

a) Fallas activas

El centro poblado de Hualcór se ubica a 22.5 km al oeste, de la falla de la Cordillera Blanca, es de tipo normal, el cual está cortando depósitos glaciares de la zona. Sus movimientos son normales a ligeramente sinestrales, el sistema de fallas tiene una longitud de 190 km y cada una de las fallas que la conforman no tiene más de 8 km. Los saltos verificables son variables y están comprendidos entre 1 y 50 m.

2. DEFINICIONES GEOLÓGICAS

En el informe se desarrollan 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. La terminología técnica utilizada, tiene 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), 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 anexos 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).

- Movimiento en masa activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- Movimiento en masa reactivado: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.
- Movimiento en masa 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).
- Movimiento en masa antiguo: Movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

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

Acuífero: Es una formación natural o una estructura geológica, capaz de almacenar y transmitir agua con buena conductividad hidráulica, para suministrar una cantidad razonable de agua para un pozo o manantial. La conductividad hidráulica de un acuífero debe ser generalmente más que 10^{-6} m/s.

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

Caída: Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

Caída de rocas: Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.

Condicionante: Se refiere a todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento.

Cárcava: Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.

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).

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.

Detonante (sin.: disparador, desencadenante, gatillante): 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 y la sobrecarga de una ladera.

Erosión: Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciar, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

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.

Falla activa: Importantes fuentes sismogénicas originadas en continente, estas estructuras son capaces de generar sismos con magnitudes de hasta 7 Mw. A diferencia de los sismos originados por la subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana, las fallas geológicas activas presentan sismicidad superficial, es decir, tienen epicentros superficiales (<30 km aprox.), característica que hace de estas estructuras geológicas, sean muy peligrosas ante posibles reactivaciones, que pueden producir fenómenos de movimientos en masa y licuefacción de suelos.

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.

Flujo: Movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Existen tipos de flujos como flujos de lodo, flujos de detritos (huaicos), avalanchas de rocas y detritos, crecida de detritos, flujos secos y lahares (por actividad volcánica).

Flujo de detritos (huaico): Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

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

Macizo rocoso Es el conjunto de material de roca in situ y sus discontinuidades. La presencia de discontinuidades de diverso tipo confiere al macizo un carácter heterogéneo y un comportamiento no continuo, condicionado por la naturaleza, frecuencia y orientación de los planos de discontinuidad de los cuales dependen el comportamiento geomecánico e hidráulico del mismo.

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

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

Peligro geológico: es un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Susceptibilidad: 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.

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

Las características geológicas del área de estudio se describen teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Recuay (20i) a escala 1: 100,000 (Cobbing & Sánchez, 1996), así como la información contenida en el Boletín N° 76: “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca” (Cobbing *et al.*, 1996), publicados por Ingemmet.

Esta información fue actualizada en el año 2007, donde se elaboró el Mapa geológico del Cuadrángulo de Huaraz – Hoja 20-h-IV a escala 1:50 000, se describen afloramientos de rocas volcánicas de tipo areniscas. Finalmente, Mamani *et al* (2025), en el Boletín 69: Geología de los cuadrángulos de Recuay (hojas 20i1 y 20i4) y La Unión (hojas 20j1, 20j2, 20j3 y 20j4)., describe a la Formación Lloclla.

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

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son principalmente de origen volcánico, representados por la Formación Lloclla; así como depósitos cuaternarios coluvial, coluvio-deluvial, aluvial y proluvial (**Anexo 1: Mapa 1**).

3.1.1. Formación Lloclla

Esta unidad litoestratigráfica fue definida por Bonnot (1984) en la quebrada Lloclla al sur de Huaraz en la margen derecha del valle del río Santa (hoja 20i4). Estratigráficamente descansa de manera discordante, sobre los volcánicos Calipuy (Eoceno- Mioceno). Litológicamente están compuestos de clastos de conglomerados redondeados a subredondeados de naturaleza granítica, areniscas metamórficas, volcánicos y lutitas negras que se ordenan en secuencias granocrecientes, materiales que presentan una imbricación de clastos y laminaciones oblicuas, limolitas de laminación horizontal y delgados niveles de calizas lacustres

Para la zona de estudio se identificaron niveles de areniscas de color gris y beige, de resistencia alta (más de 4 golpes del martillo de geólogo), con espaciamentos muy próximas entre sí (0.10-0.02 m), y abiertas (1.0 – 5.0 mm), (figura 6). Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y medianamente fracturadas (F3). En algunos sectores se evidenció estratos intercalados entre areniscas y limolitas.(figura 7)

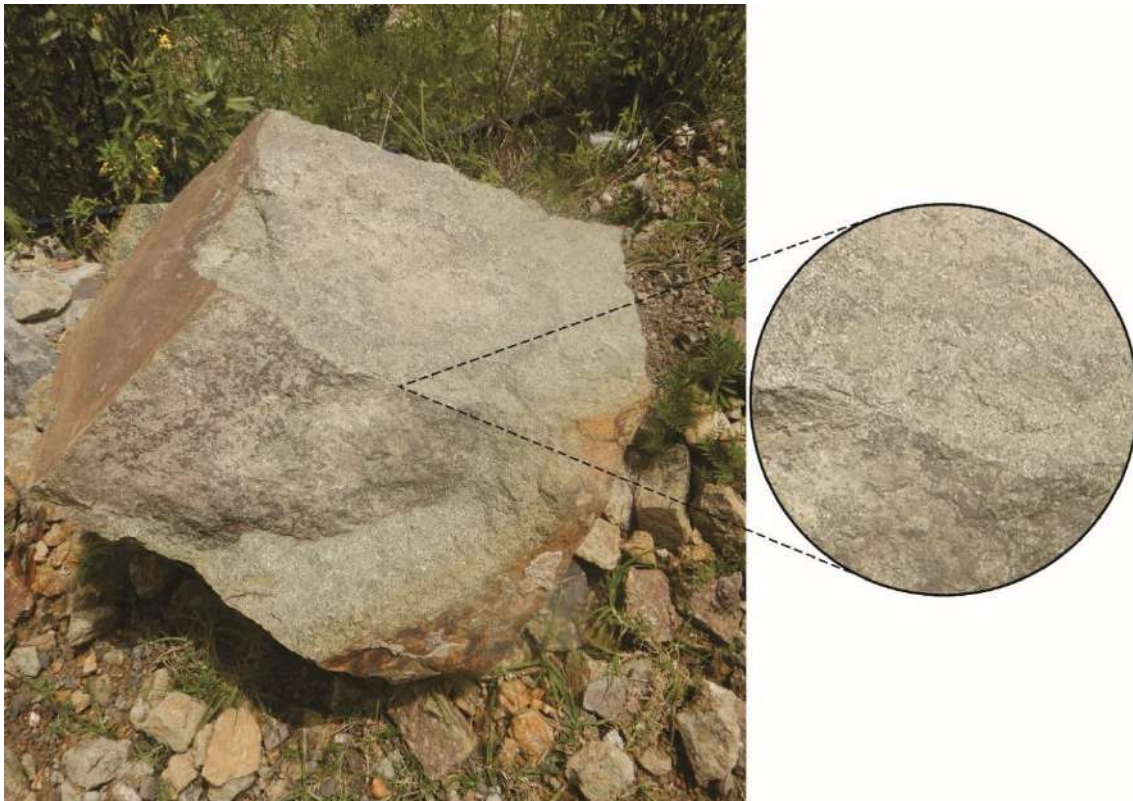


Figura 6. Areniscas de coloración gris, estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y medianamente fracturado (F3), ubicadas a un en el tramo de carretera de San Pedro hacia Hualcor.

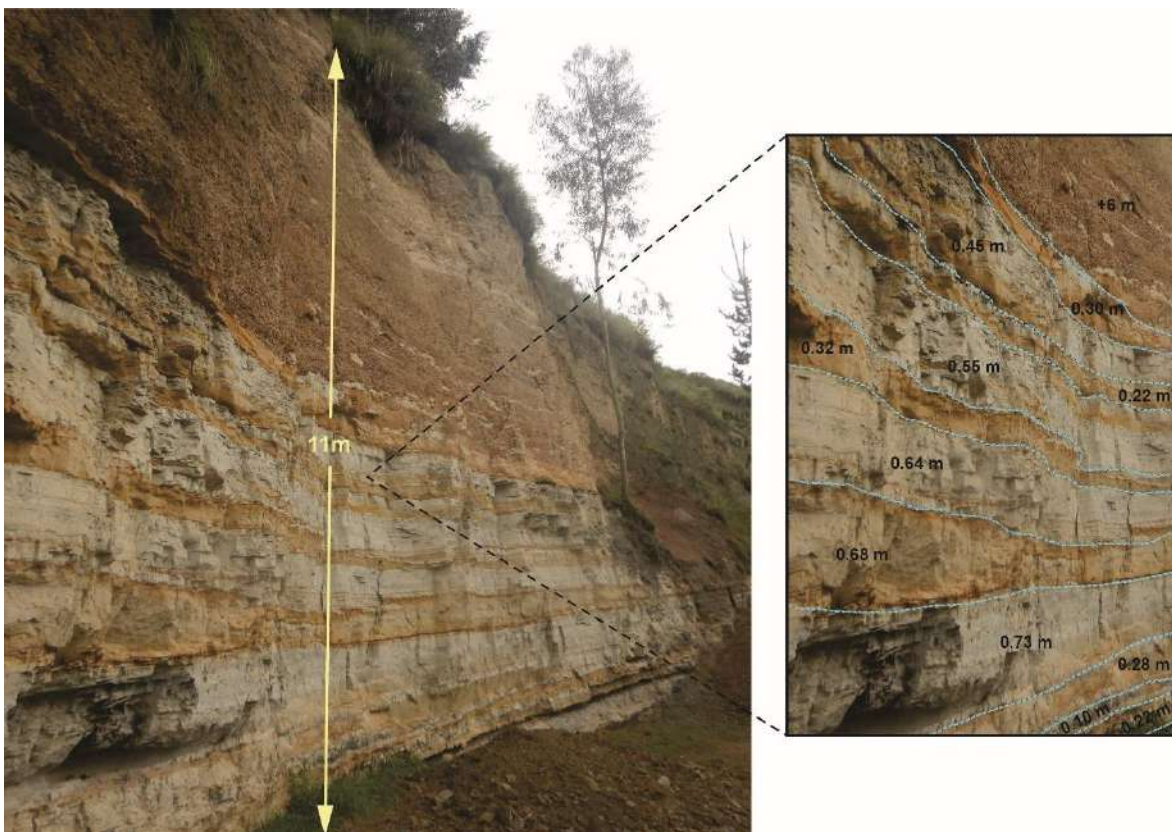


Figura 7. Vista con dirección noreste, se observa estrato rocoso de 11 m. de alto, compuesto de areniscas y limolitas intercaladas, de coloración gris y beige, cubierta en la parte alta por vegetación característica de la zona.

3.1.2. Depósitos cuaternarios

a) Vertiente coluvial (Q-co)

Son depósitos inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos, heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, acumulados en forma de conos o canchales. Los bloques más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice, carecen o tienen escasa matriz, son sueltos sin cohesión. (figura 8)

Conforman taludes de reposo poco estables y se encuentran acumulados al pie de taludes escarpados.



Figura 8. Vista de depósito coluvial, con pendiente mayores a 30°, ubicadas a un lado de la vía.

b) Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Corresponde a una acumulación sucesiva y alternada de materiales de origen coluvial y deluvial, los cuales no es posible diferenciarlos. Se localizan en forma caótica al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía; compuestos por fragmentos líticos, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.02 a 0.35 m envueltos en una matriz areno arcillo-limoso, producto de alteración de los esquistos; además se presentan medianamente consolidados. (figura 9)



Figura 9. Vertiente coluvio-deluvial identificado en la margen derecha de la quebrada Hualcor, donde se observan bloques y gravas de naturaleza volcánica, subangulosas a redondeados, envueltas en matriz limo arcilloso - arenoso .

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis geomorfológico, se utilizaron modelos digitales de terreno de 10 m de resolución (USGS) y de resolución 0.15 m de resolución obtenido mediante sobrevuelo con dron. También se realizó el análisis de imágenes satelitales para el estudio de la morfometría del relieve, complementada con los trabajos de campo.

Como parte de este análisis, se consideraron los rangos de pendiente establecidos por el Ingemmet (pendiente del terreno llano a muy escarpado) y elaborados en base a los modelos digitales del terreno, así como la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación).

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 2**, se presenta el mapa de pendientes de terreno, elaborado en base a la información del modelo de elevación digital (DEM) de 10 m de resolución (USGS), ver cuadro 5.

De acuerdo con este mapa y el rango de pendientes del terreno entre los centros poblados de Huallicor y San Pedro se presentan terrenos con pendiente suave a muy escarpado (1° - $>45^\circ$), (figura 10). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, en caso de sismos, lluvias o cualquier otra agente facilita la ocurrencia de movimientos en masa como derrumbes, caída de rocas deslizamiento y procesos de erosión.



Figura 10. Vista de la inclinación de las laderas colindantes entre la vía de San Pedro - Huallicor, donde se muestra pendientes muy fuertes a muy escarpadas (55° - $>45^\circ$).

Cuadro 5. Rango de pendientes del terreno

Pendiente y Rango	Descripción
Llano 0°-1°	Son terrenos llanos que corresponden a depósitos cuaternarios. Se distribuyen mínimamente en los cauces de quebradas. Estos terrenos pueden ser susceptibles a procesos de inundación fluvial durante lluvias excepcionales.
Inclinado-suave 1°a 5°	Terrenos planos a ligeramente ondulados que se distribuyen a lo largo de las quebradas. Estos terrenos están sujetos a inundaciones de tipo fluvial y pluvial (especialmente cuando se presenta el fenómeno de El Niño). En este rango se asienta parte del poblado San Pedro, ubicado en la margen derecha de la quebrada Hualcor.
Moderado 5°a 15°	Terrenos con moderada pendiente que presentan buena distribución en las laderas de las montañas, así como en las vertientes con depósitos de deslizamientos y vertientes coluviales. Estos terrenos están sujetos a derrumbes, caída de rocas y erosión de ladera. Sobre este rango En este rango se asienta la otra parte del poblado San Pedro; así mismo dentro de este rango se asienta parte del poblado Hualcor.
Fuerte 15°a 25°	Son pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes, donde se registran procesos de derrumbes, Caída de rocas y deslizamientos. Estas se identifican en ambos márgenes de la quebrada Hualcor (parte baja).
Muy fuerte a escarpado 25°a 45°	Terrenos con distribución restringida a la zona de montañas que ocupan pequeñas grandes áreas de la zona de estudio, ubicadas en ambos márgenes de la quebrada Hualcor (parte alta). Las laderas de las montañas en roca volcánica presentan pendiente del terreno muy fuerte a escarpado (25° a >45°), estas zonas se podrían generar procesos como derrumbes, caída de rocas y procesos de erosión de laderas.
Muy escarpado >45°	Ocupa áreas muy reducidas y distribuidas a lo largo de laderas y cumbres de montañas. Estos terrenos están sujetos a derrumbes, caídas de rocas y deslizamiento por la pendiente del terreno muy escarpado. Este rango de pendiente se localiza mínimamente en toda la zona de estudio, que condiciona la ocurrencia de los procesos mencionados anteriormente.

Fuente: Ingemmet (2009).

En la **figura 11**, se presenta el mapa de pendientes y elevaciones de los centros poblados de Hualcor y San Pedro, elaborado en base a información del modelo de elevación digital (DEM) de 0.15 m. de resolución obtenido de sobrevuelos de dron para la zona de estudio.

A nivel general en el área de estudio, la pendiente que presenta el del terreno va de moderada a muy escarpada (5°-45°). En referencia a las elevaciones estas se encuentran entre los 3 200 a 3630 m s.n.m.

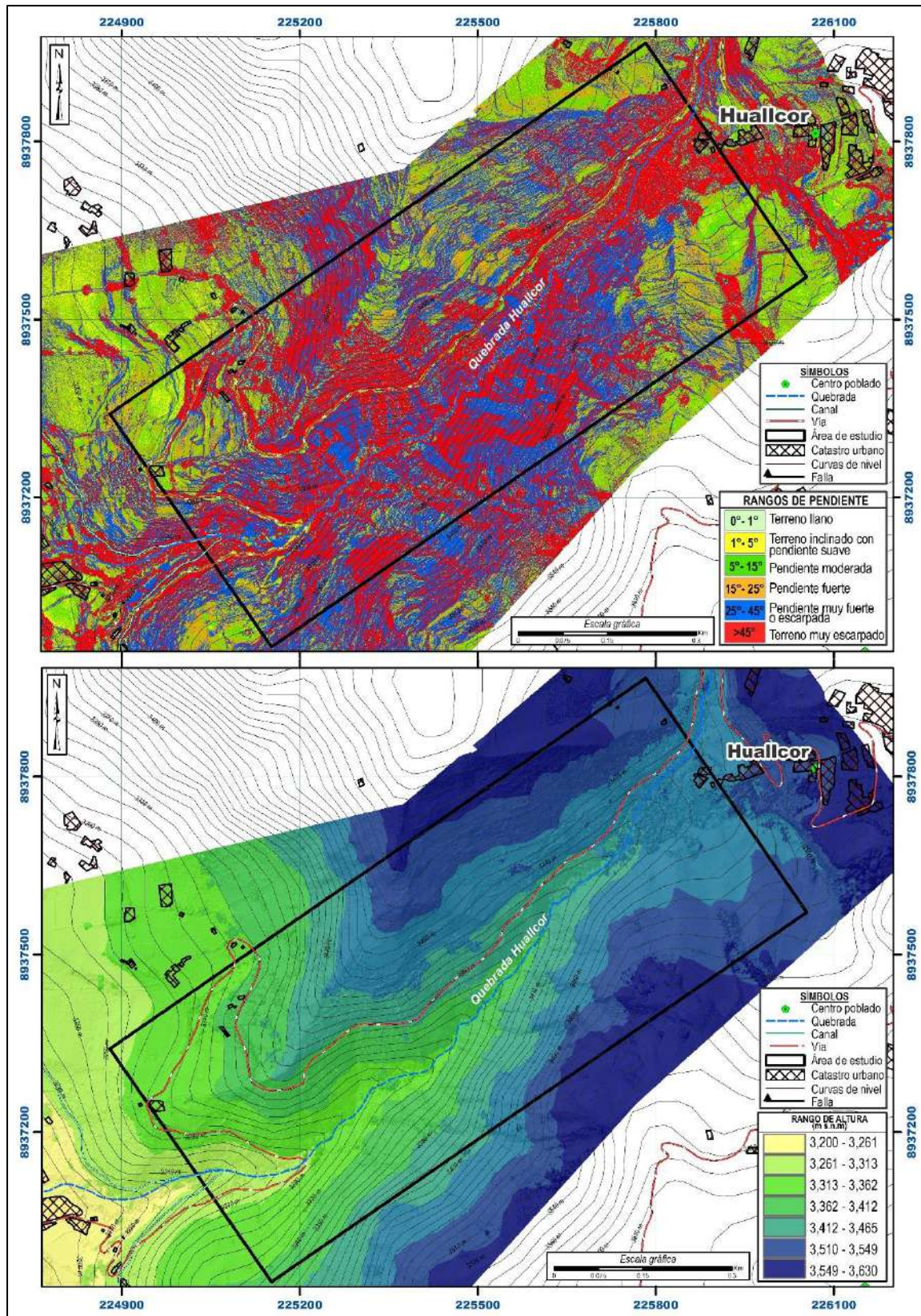


Figura 11. Pendiente del terreno (parte superior) y Elevación del terreno (parte inferior) elaborado en base al modelo de elevación digital de 0.15 m de resolución obtenida del levantamiento fotogramétrico con dron entre los centros poblados de Huallicor y San Pedro.

4.2. Índice topográfico de humedad

El índice topográfico de humedad (TWI) permite identificar lugares potenciales donde se concentra la humedad o las zonas de acumulación de agua de escorrentía superficial. La obtención de este indicador fue realizada mediante una secuencia de análisis de modelos digitales de terreno (MDT) de alta resolución y precisión (obtenido de la fotogrametría del dron) y procesados en el aplicativo SAGA GIS.

Se observa el descenso de acumulación de agua, en tres sectores representativos dentro del área de estudio:

El sector A, que inicia desde 3540 m, se visualiza varios ramales, se puede identificar que entre las con las coordenadas UTM 8937580 N, 225558 E discurren hacia la vía San Pedro - Hualcor, cuyo punto central cuenta. Se visualiza cantidades de van de Alto a Medio; sin embargo, se observan en sus márgenes, estas cantidades cambian de Medio a bajo presencia de acumulación de agua. (figura 12), sector donde se identificó deslizamientos antiguos; la misma que incrementa su caudal en temporadas de lluvia (noviembre – marzo) producto de las precipitaciones pluviales, cabe mencionar que estas aportan a la inestabilidad de la ladera, lo cual podría generar la reactivación o generación de movimientos en masa

Para el sector B, ubicado entre las coordenadas UTM 8937302 N, 225028 E, se evidencia acumulación de agua desde donde discurre agua en varias direcciones, y alcanzan la trocha carrozable. A 193 m de este sector se identificó una caída de rocas el cual afectó 75 de la vía; cuya última reactivación del evento fue el 06 de marzo del 2025, margen derecha de la quebrada Hualcor.

En el sector C, con coordenadas UTM 8937098 N, 225231 E, desde la parte alta discurre en dirección hacia la quebrada cantidades regulares de agua, que van de alto a bajo. En este sector se evidencian derrumbes, los cuales se depositan en la quebrada. lo cual podría incrementarse producto de las precipitaciones pluviales, aumentado la inestabilidad de la ladera: podría generar la reactivación o generación de movimientos en masa. De la misma forma se observa algunos ramales dentro del área de estudio los cuales discurren hacia la quebrada Hualcor; cabe mencionar que toda la zona evaluada presenta una importante cantidad de drenajes, que discurren ladera abajo en temporada de lluvias intensas.

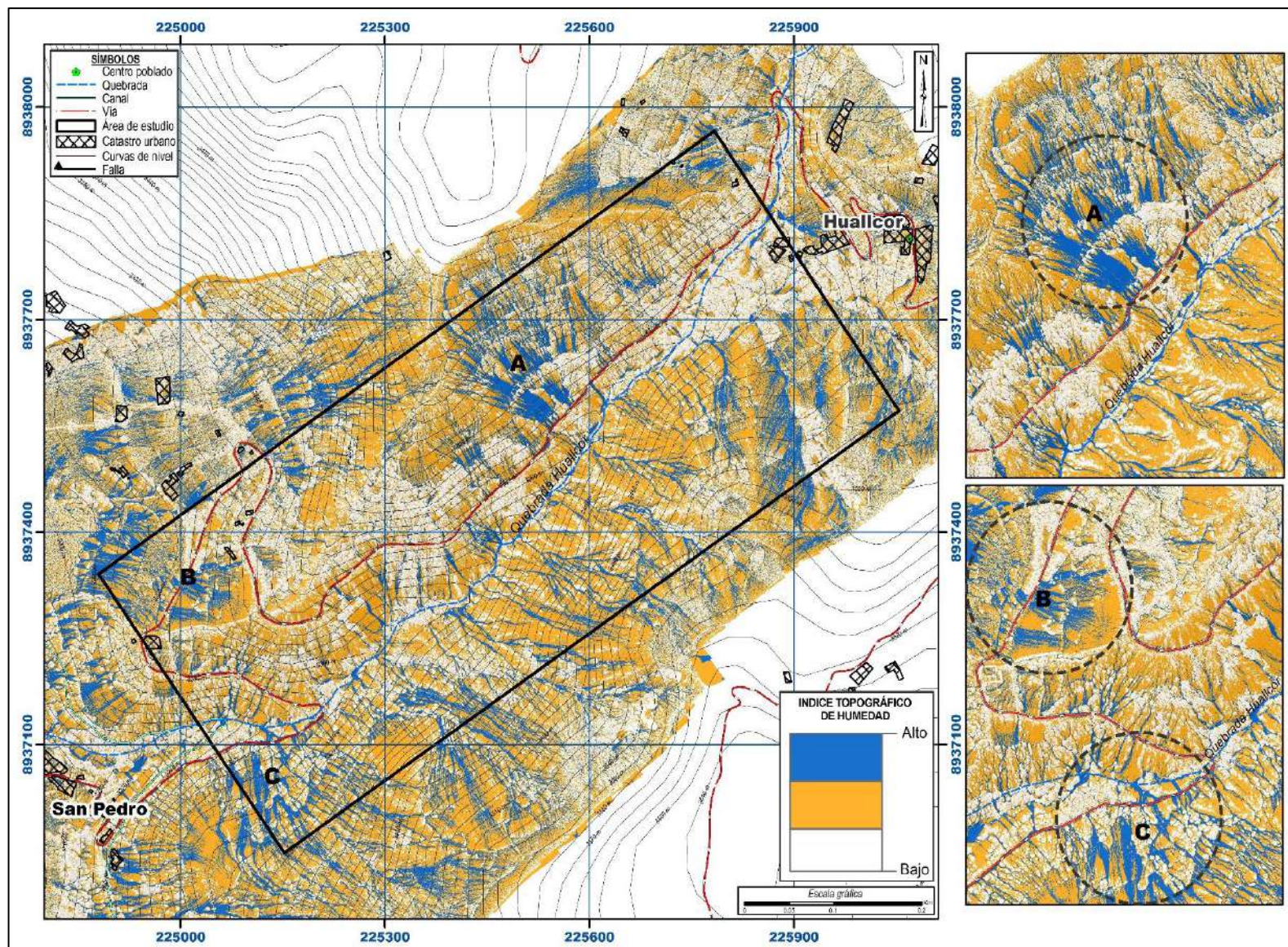


Figura 12. Mapa de la acumulación de agua (TWI) entre los centros poblados de Hualcor y San Pedro.

4.3. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (**Anexo 1: Mapa 3**), 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; además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1: 250000 elaborado por Ingemmet.

En la zona evaluada y alrededores se han diferenciado las siguientes geoformas (Ver cuadro 6).

Cuadro 6. Unidades y subunidades geomorfológicas

Unidades geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montaña en roca volcánica (RM-rv)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Vertiente o piedemonte	Piedemonte coluvial (P-co)
	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)
	Piedemonte aluvio-torrencial (P-at)
Planicie	Terraza aluvial (T-al)

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales, sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes contruidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene las siguientes unidades:

A) Unidad de Montañas:

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

- Relieve montañoso en rocas volcánicas(RM-rv)

Corresponde a las cadenas montañosas modeladas en rocas volcánicas. Esta subunidad está conformada por montañas con laderas y crestas de topografía

abrupta (25- >45°) con elevaciones que alcanzan los 3530 m s.n.m. Se encuentran constituidos por rocas volcánicas de composición intermedia a ácida, principalmente de tipo areniscas; estos se meteorizan y forman suelos arenosos y arcillosos (figura 13). Estos se encuentran en ambos márgenes de la quebrada Hualcor. Geodinámicamente se asocian a procesos de derrumbes, caída de rocas, deslizamiento y procesos de erosión de laderas.

4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se les denomina “agradacionales o constructivos”. Son determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los vientos y glaciares. Tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Villota, 2005). Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

B) Unidad de piedemonte:

Los piedemontes corresponden a un conjunto de depósitos conformando una superficie inclinada y disectada que se extiende al pie de sistemas montañosos y que ha sido formada por la depositación sucesiva de materiales transportados por corrientes de agua que emergen desde los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas (Villota, 1991). Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

- Vertiente o piedemonte coluvial (V-co)

Corresponde a las geoformas originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, probablemente detonados por lluvias excepcionales y/o prolongadas o actividad sísmica. Esta subunidad corresponde a la combinación de geoformas formadas por la acumulación de depósitos de movimientos en masa recientes y acumulaciones de material movilizado por la escorrentía superficial que se acumulan lentamente al pie de las montañas. (figura 13).

- Piedemonte aluvio-torrencial (P-at)

Son acumulaciones de sedimentos acarreados por el río Alcamayo, estas áreas presentan pendientes moderadas a fuertes y están relacionados a lluvias ocasionales, extraordinarias o muy excepcionales. En estos sectores normalmente se generan flujos de detritos. Esta unidad se ubica en el ápice de la quebrada Hualcor.

C) Unidad de planicie

Corresponde a superficies planas con ligeras onduladas. Está asociada a depósitos aluviales, proluviales y fluviales, limitados en muchos casos por depósitos de piedemonte y laderas de montañas o colinas.

- Unidad de terraza aluvial (T-a)

Geoforma de origen denudacional y/o depositacional, formada por la depositación rápida de materiales transportados por flujos que se activan estacionalmente. Está constituida por intercalaciones de secuencias de bloques y gravas subredondeadas a subangulosas de litología heterogénea, heterométricos y mal clasificados, envueltos en una matriz arcillosa a limoarcillosa. (figura 13).

Las terrazas presentan alturas que varían de 1.2 m a 8 metros aproximadamente, en la margen derecha del río Santa, sobre esta unidad se observaron viviendas.

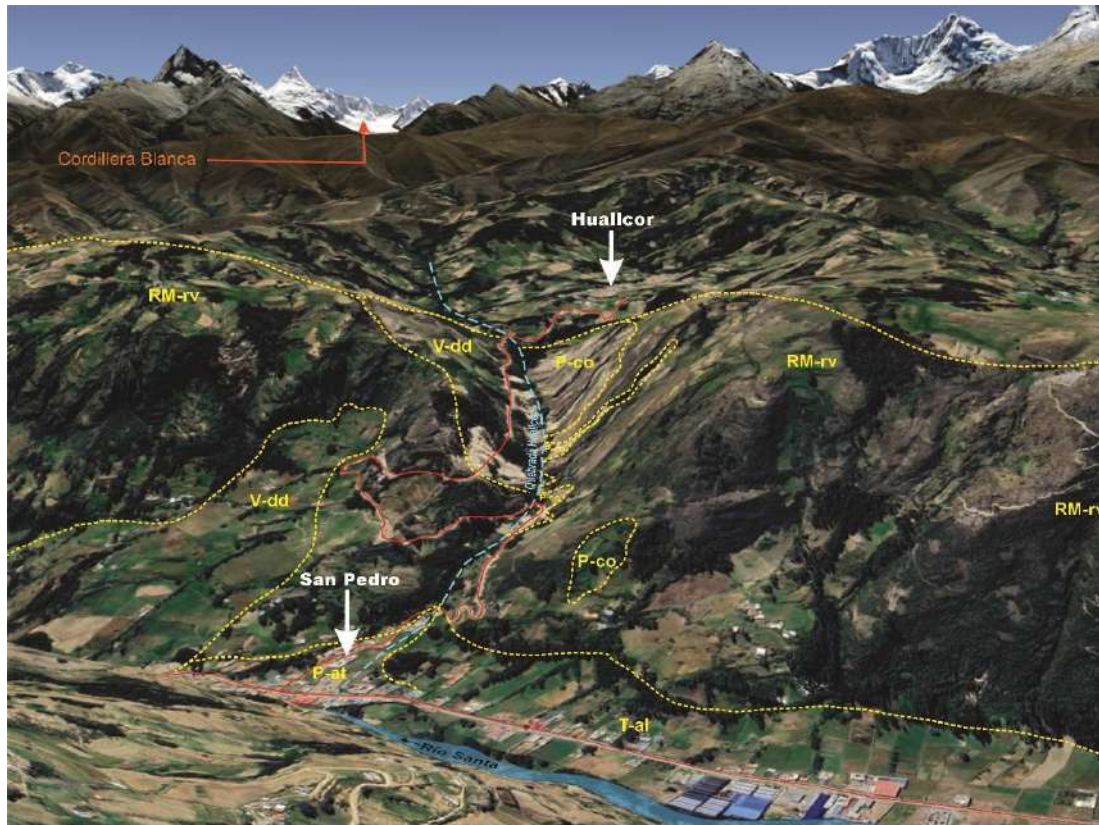


Figura 13. Vista de las Unidades geomorfológicas entre los poblados Hualcor y San Pedro: (RM-rv) montañas en roca volcánica, (V-dd) Vertiente de depósito de deslizamiento, (P-co) Piedemonte coluvial, (P-at) y terrazas aluviales en ambas márgenes del río Santa (T-al). Vista al sureste.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados entre los poblados Hualcor y San Pedro, corresponden a movimientos en masa, tipo: caída de roca, derrumbes, deslizamiento, según el Proyecto Multinacional Andino: GCA, 2007 (**Mapa 4, Anexo 1**); así como otros peligros geológicos, tipo: erosión de laderas (cárcavas).

La cartografía geodinámica en la zona de estudio permitió diferenciar procesos de movimientos en masa antiguos y evidencias de movimientos activos, asociados a estos tipos de peligros.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

La caracterización de estos eventos, se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron movimientos en masa, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.15 y 0.05 cm/pixel respectivamente, complementada con el análisis de imágenes satelitales.

5.1.1. Derrumbe entre la vía Hualcor -San Pedro

Se han cartografiado más derrumbes, entre antiguos y reactivados, todos estos se ubican en la margen derecha de la quebrada Hualcor tanto en laderas de montaña; así como taludes de la vía Hualcor – San Pedro. Muchos de ellos se acumulan como materiales sueltos que son arrastrados por las fuertes escorrentías ladera abajo.

De acuerdo con los testimonios de los pobladores, entre los centros poblados de Hualcor y San Pedro, se identificaron tres sectores, los cuales tuvieron reactivaciones recientes, generando preocupación a los lugareños de la zona evaluada.

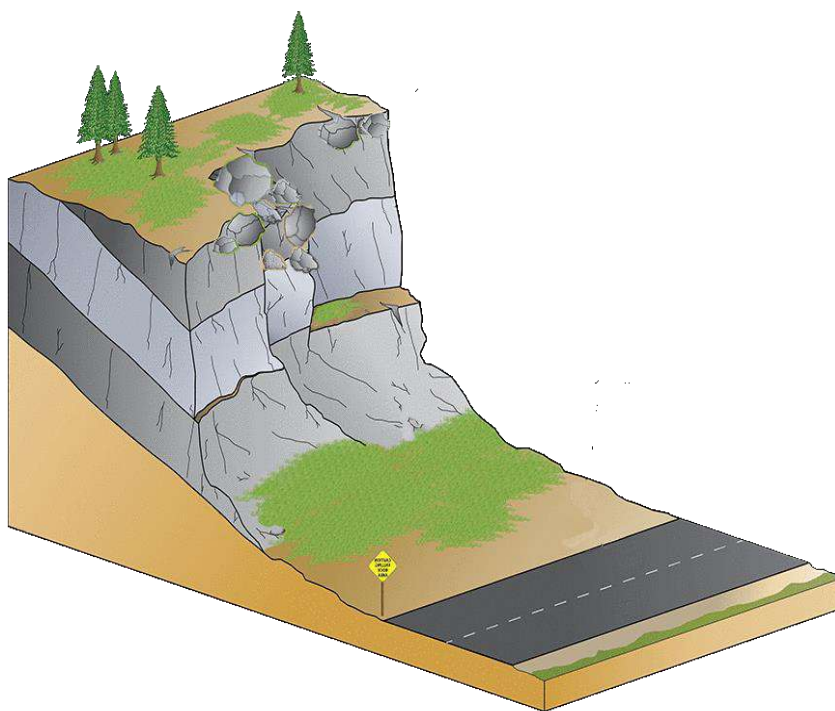


Figura 14. Diagrama de derrumbes

Estos se ubican en la vía de acceso San Pedro – Hualcor, los cuales se detallan en el cuadro 7 y figura 15:

Cuadro 7. Inventario de derrumbes reactivados.

CODIGO	COORDENADAS UTM WGS-84			Afectación de vía (m)
	NORTE	ESTE	COTA	
D1	8937273	225170	3341	88 m
D2	8937192	225113	3298	76 m
D3	8937076	225021	3264	134

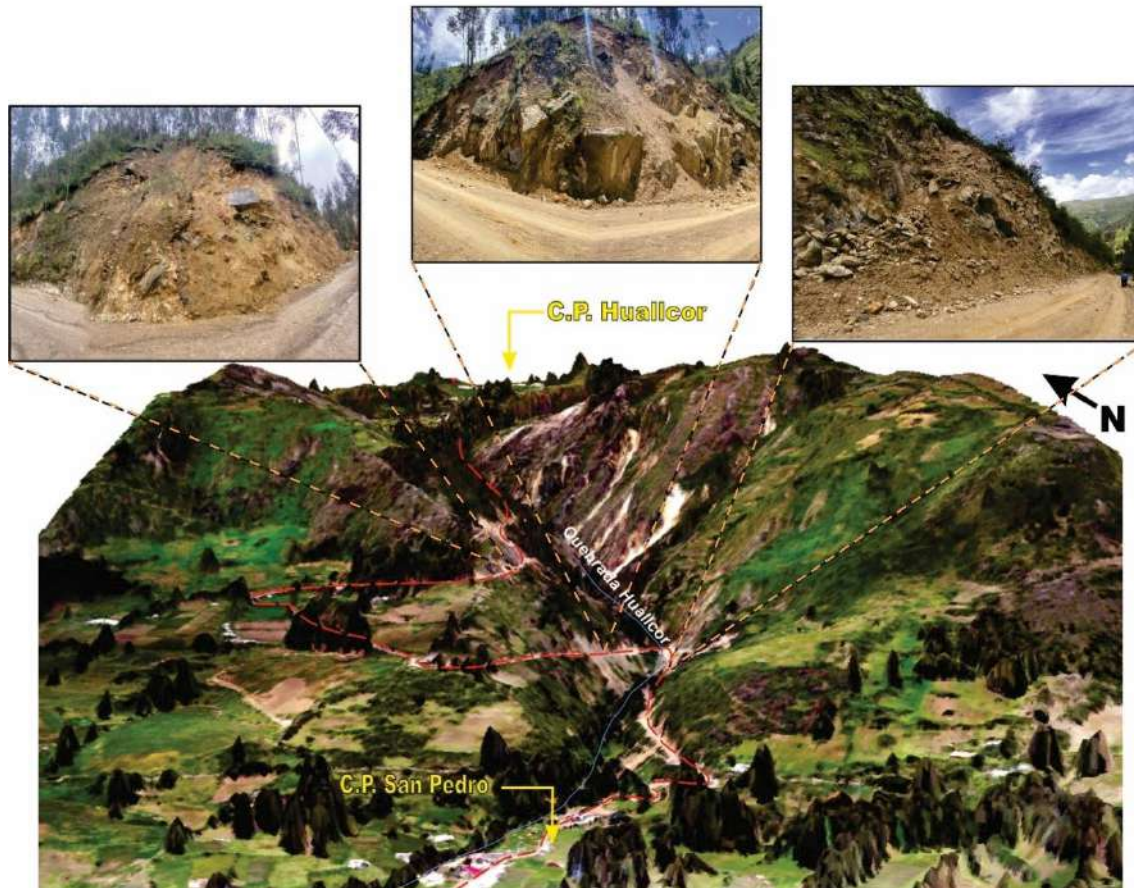


Figura 15. Vista de los tres derrumbes recientemente activados, entre la carretera Huallicor y San Pedro. En el grafico el color rojo intenso son eventos activos y los de color rojo tenue son derrumbes antiguos.

a) Derrumbe (D1)

El derrumbe nace sobre los 3341 m, reactivada el 06 de marzo del 2025, este se ubicado a 1.6 km desde el centro poblado de Huallicor, en dirección sureste, esta presenta una escarpa de 68 m aprox. de longitud, con una altura de 6.5 m, y un ancho de 88 m. ubicado entre las coordenadas UTM 8937273 N, 225170. (fotografía 2). El derrumbe afectó a la vía entre del acceso San Pedro a Huallicor por horas, así mismo afectó a las tuberías de agua potable.(PVC), que pasan por un lado de la vía.



Fotografía 2. Derrumbe (D1) en la vía de Hualcor – San Pedro, se observan bloques colgados en la ladera; así mismo el material que cae está obstruyendo la cuneta ubicada a un lado de la vía.

Características visuales

- Tipo de movimiento: Derrumbe
- Estado: Reactivado
- Arranque: Talud rocoso fracturado compuesto principalmente de rocas de composición areniscas.
- Tipo de rotura: Vuelco
- Zona de arranque: Ladera.
- Forma de zona de arranque: Irregular, discontinua
- Características del depósito: Bloques colgados y aislados (figura 16)
- Alcance máximo: 20 metros
- Tamaño de bloques: 0.50 a 2.5 m de longitud
- La pendiente varía entre 25° a 35°
- Área: 254.88 m²

Daños por el derrumbe

El derrumbe (D1) generó daños como:

- Afectó un tramo de la vía de acceso a Hualcor en 88 m
- Afectó la cuneta, sin revestimiento en un tramo de 88 m
- Podría afectar tubería del agua potable en un tramo de 30 m
- Podría afectar los árboles ubicados a un lado de la vía

En este sector se evidenció la presencia de tuberías de agua potable transportada por tubos de PVC, ubicados a un lado de la vía, las mismas que fueron afectadas por los derrumbes ocurridos con anterioridades; actualmente estas fueron repuestas. (figura 17)



Figura 16. Vista del derrumbe a) afectó directamente a la vía; actualmente se encuentra transitable, se observa algunos bloques inclinados y otros caídos, b) vista de la zona de arranque, así mismo se evidencia árboles y vegetación característica de la zona, y c) bloques colgados en la ladera que llegan a 2.5 m.

A 195 m al noreste del derrumbe D1, se identificó un derrumbe antiguo que afectó un tramo de 155 m, parte de la vía fue destruida (15 m), actualmente este tramo presenta enrocado de forma rústica. (figura 18). El material derrumbado llega hasta la quebrada, estas en temporada de lluvias, continuas o excepcionales. Así mismo afecta la cuneta sin revestimiento ubicada a un lado de la vía.



Figura 17. Tuberías de agua potable afectadas por los derrumbes, estas se ubican entre las coordenadas UTM 8937389 N, 225330 E.



Figura 18. Tramo de la vía presenta derrumbes antiguos, donde se visualiza destrucción de 15 m de la vía.



Fotografía 3. Sector afectado por derrumbes continuos ocurridos el 2021, actualmente se evidencia un baden, en un tramo de la vía. Esta se ubica entre las coordenadas UTM 8937806 N, 225783 E.



Figura 19. Derrumbes antiguos que tienen reactivaciones en temporada de lluvias.

b) Derrumbe (D2)

El derrumbe se reactivó el 6 de marzo del 2025, nace sobre los 3298 m, a 2.4 km desde el centro poblado de Hualcor, en dirección sureste. Presenta una escarpa de 72 m aprox. de longitud, con una altura de 18.5 m, y un ancho de 82 m. ubicado entre las coordenadas UTM 8937192 N, 225113. (fotografía 3).

El derrumbe afectó por dos días el tránsito vehicular y peatonal de la vía de acceso San Pedro a Huallcor, así como la cuneta sin revestimiento, ubicada al pie de la ladera; así como varios árboles colapsaron. Cabe precisar que este derrumbe se deposita en la quebrada Huallcor.

Se observaron bloques colgados en la ladera, con medidas que van de 0.50 a 3 m de diámetro los cuales genera preocupación en especial a los vehículos que transitan por este sector.



Fotografía 3. Vista panorámica del derrumbe reactivado el 6 de marzo del 2025, el cual afectó por dos días el tránsito vehicular y peatonal.

Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: Derrumbe
- Estado: Reactivado
- Arranque: Talud rocoso fracturado compuesto principalmente de rocas de composición areniscas.
- Tipo de rotura: Vuelco
- Zona de arranque: Ladera.
- Forma de zona de arranque: Irregular, discontinua
- Características del depósito: Bloques aislados y colgados (figura 20)
- Alcance máximo: 70 metros
- Tamaño de bloques: 0.50 a 3 m de longitud
- La pendiente varía entre 25° a 35°
- Área: 1153.14 m²



Fotografía 4. Vista frontal del derrumbe con dirección al norte, reactivado el 6 de marzo del 2025.



Figura 20. Vista de bloques colgados en la ladera, lo cual está generando preocupación en los transeúntes que circulan por el sector.

Daños por el derrumbe

El derrumbe (D2) generó daños como:

- Afectó un tramo de la vía de acceso a Hualcor en 82 m
- Afectó la cuneta, sin revestimiento en un tramo de 60 m
- Podría afectar los árboles ubicados a un lado de la vía



Figura 21. Se observan bloques acarreados a un lado de la vía removidas con maquinaria.

c) Derrumbe (D3)

El tercer derrumbe se ubica a 3.1 km del centro poblado Hualcor, esta se ubica entre las coordenadas UTM 8937076 N, 225021 E, con una cota de 3264 m s.n.m en dirección sureste. Presenta una escarpa de 120 m aprox. de longitud, con una altura de 21 m, y un ancho de 134 m. (fotografía 5 y 6). sobre laderas con pendientes $>30^\circ$, este evento se está desarrollando sobre depósitos coluviales.

El derrumbe afectó a la vía entre del acceso San Pedro a Hualcor por horas, así mismo afecto a las tuberías de agua potable.(PVC), que pasan por un lado de la vía.



Fotografía 5. Vista con dirección al suroeste, donde se observa la escarpa del derrumbe (D3), la ladera presenta pendientes mayores a 35°.



Fotografía 6.

Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: Derrumbe
- Estado: Reactivado
- Arranque: Talud rocoso fracturado compuesto principalmente de rocas de composición areniscas.
- Tipo de rotura: Vuelco
- Zona de arranque: Ladera.
- Forma de zona de arranque: Irregular, discontinua
- Características del depósito: Bloques aislados y colgados (figura 20)
- Alcance máximo: 22 metros
- Tamaño de bloques: 0.50 a 3 m de longitud
- La pendiente varía entre 25° a 35°
- Área: 2740.00 m²

Daños por el derrumbe

El derrumbe (D3) generó daños como:

- Afectó un tramo de la vía de acceso a Hualcor en 134 m
- Afecto y podría afectar los árboles ubicados a un lado de la vía.
- Podría afectar 25 m del canal de riego.

Se evidenció grietas transversales de 0.05 a 1.5 m de longitud, aberturas de 0.010 a 0.015 m, con profundidades visibles de 0.020 m (figura 22), estas fueron selladas meses atrás; algunas de estas volvieron a reaparecer.



Figura 21. Presencia de grietas transversales en la vía, las cuales fueron selladas hace meses atrás; sin embargo, actualmente están reapareciendo.

5.1.2.Deslizamientos entre la vía Hualcor -San Pedro

En el área evaluado se identificaron tres deslizamientos activos de tipo rotacional, (figura 22); ubicados en la margen derecha de la quebrada Hualcor. En el cuadro 8 se describe:

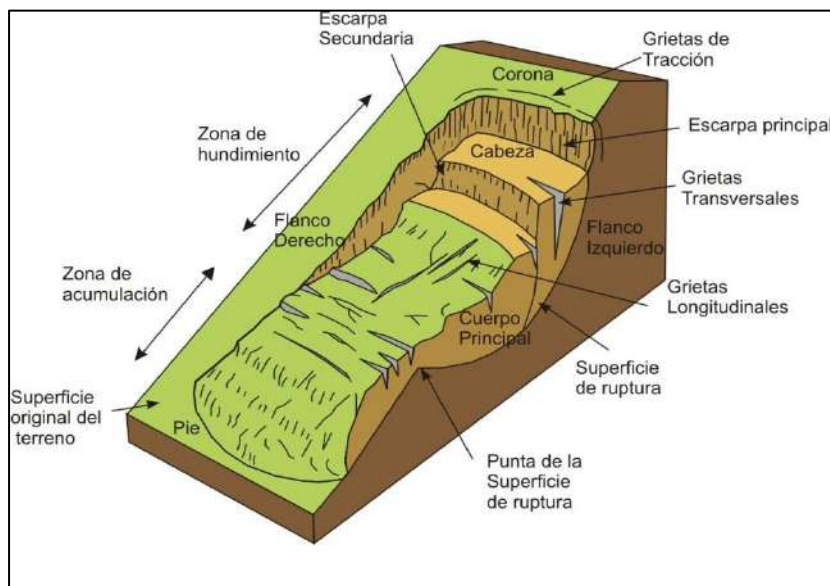


Figura 22. Partes de un deslizamiento de tipo rotacional

Cuadro 8. Características de los deslizamientos.

CODIGO	COORDENADAS UTM WGS-84			CARACTERISTICAS	RECOMENDACION
	Norte	Este	Cota		
Desl_01	8937806	226010	3518	Deslizamiento de tipo rotacional, presenta una escarpa de 18 m. de longitud, 4.5 m de altura y un ancho de 21 m. Esta se reactivó el 02 de marzo del 2025.(fotografía 7). Presenta saltos de hasta 1 m. A 5 metros de la escarpa del deslizamiento se ubica una vivienda de adobe, actualmente deshabitada. Abarca un área de 25.76 m² Se evidencia emanación de agua en medio del cuerpo del deslizamiento, el cual se está acumulando al pie del deslizamiento.(figura 23)	- La cuneta debe de ser revestida ya sea con concreto o tubería. - Se debe realizar mantenimiento periódico. - Se debe derivar las aguas subterráneas identificadas en el cuerpo del deslizamiento (ojos de agua)
Desl_02	8937986	225870	3486	En este sector se reactivó un deslizamiento dentro del cuerpo de deslizamiento antiguo, el mismo que presenta una escarpa de 49 m de longitud, 55 m de alto, saltos de 1 a 1.5 m y un ancho de 71 m.(figura 24), abarca un área de 989.02 m², el mismo que se ubica a 150 m del puente Cabracuta. Se observan cultivos de oca y maíz; los cuales están siendo afectados por el deslizamiento en un área de 0.11 ha. aproximadamente. Así como parte de vía (1 m aprox.).	- Se debe considerar evitar cultivos sobre el cuerpo del deslizamiento, con el fin de evitar pérdidas. - La cuneta debe de ser revestida ya sea con concreto o tubería.
Desl_03	8937507	225125	3344	El deslizamiento presenta una escarpa de 28 m de longitud, 5 m de alto, saltos de 1 m y 39 m de ancho, abarcando un área de 350.69 m². Se evidencia agua subterránea en el cuerpo del deslizamiento. (figura 25).El evento afecta directamente a la cuneta sin revestimiento ubicada al pie del mismo.	- La cuneta debe de ser revestida ya sea con concreto o tubería. - Se debe derivar las aguas subterráneas identificadas en el cuerpo del deslizamiento (ojos de agua)



Fotografía 7. Vista del deslizamiento rotacional (**Desl_01**), generado el 02 de marzo del 2025, por temas de salvaguardar la seguridad de los dueños, ellos han deshabitado la vivienda.



Figura 23. Se observa emanación de agua subterránea, del cuerpo del deslizamiento, el cual esta siendo empozada al pie de la misma.



Figura 24. Vista del deslizamiento (**Desl_02**), presenta una escarpa de 49 m, así mismo se puede visualizar la cuneta, que recientemente realizaron mantenimiento.



Figura 25. El deslizamiento recientemente activado, esta afectando la cuneta y presenta emanación de aguas subterráneas en dos puntos del cuerpo del deslizamiento.

Características visuales de los deslizamientos

- Estado de la actividad del movimiento: Activo
- Longitud de la escarpa: De 18 a 49 m
- Forma de la escarpa principal: elongada y semicircular.
- Salto principal: 1 a 1.5 m.
- Ancho de escarpa: Elongada, semicircular
- Velocidad del movimiento: lento.
- Área aproximada: 25.76 a 1 189 m².

Daños por los deslizamientos

Los deslizamientos identificados en la margen derecha de la quebrada generaron daños como:

- Afectó tramos de la vía de acceso a Huallcor (21 m, 39 m y 71 m)
- Afectó tramos de la cuneta sin revestimiento
- Afectó terrenos de cultivo 25 m²
- Podría afectar una vivienda de adobe
- Afecto y podría afectar los árboles ubicados a un lado de la vía.

5.2. Factores condicionantes

Son todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento; se detallan en el cuadro 9:

Cuadro 9. Factores condicionantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Litológico	• Estrato rocoso compuesto por areniscas de la Formación Lloclla, de color gris, estas rocas presentan una resistencia alta (más de 4 golpes del martillo de geólogo), con espaciamentos muy próximas entre sí (0.10-0.02 m), abiertas (1.0 – 5.0 mm) con relleno de arenas y limos. • Así como los depósitos del cuaternarios: coluvial, coluvio-deluvial y proluvial • Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y medianamente fracturado (F3).
Geomorfológico	• La subunidad geomorfológica de montañas en roca volcánica, presenta laderas con pendiente moderado a muy fuerte (25° a 45°), por lo cual son susceptibles a la ocurrencia a derrumbes, deslizamientos y erosión de ladera. • La subunidad de piedemonte coluvial y la vertiente con depósito de deslizamiento, se presenta pendiente baja a

	moderada a muy fuerte (5°- 15°), geodinámicamente asociada a deslizamientos y derrumbes. Las subunidades de piedemonte aluvio-torrencial que se originó por procesos de movimientos en masa, antiguos y/o recientes, que pueden ser del tipo flujos. Presenta terrenos de pendiente moderada a muy fuerte (5°- 15°).
Antrópico	- Modificaciones de los taludes a través de los cortes de ladera, generando inestabilidad en el terreno. - Cunetas sin revestimiento. - Tuberías de agua potable, que pasa por el cuerpo de los eventos.

5.3. Factores desencadenantes

Corresponden a eventos naturales o antrópicos, que son la causa directa e inmediata de un peligro geológico. Entre ellos pueden estar, por ejemplo: los terremotos; las lluvias (lluvia acumulada de larga duración o lluvias intensas de corta duración); la excavación del pie de una ladera y la sobrecarga de una ladera. Los cuales se detallan en el cuadro 10:

Cuadro 10. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Precipitaciones	Precipitaciones pluviales Intensas y/o excepcionales, principalmente entre los meses de diciembre a abril.
Sismos	La presencia de sismos de gran magnitud, que según el Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva & Meneses, 1984), el área de estudio se encuentra ubicada en la zona 3 que corresponde a sismicidad alta.
Actividad antrópica	- Corte de talud. - Las cunetas no presentan revestimiento; lo que está aportando con la saturación de terreno. - Tuberías de agua potable (sin mantenimiento)

6. CONCLUSIONES

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

1. La zona de estudio está compuesta por areniscas de color gris y beige, de resistencia alta (más de 4 golpes del martillo de geólogo), con espaciamientos muy próximos entre sí (0.10-0.02 m), abiertos (1.0 – 5.0 mm). Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y medianamente fracturadas (F3). En algunos sectores se evidenció estratos intercalados entre areniscas y limolitas. También se tienen depósitos coluviales, coluvio-deluvial, aluvial y proluvial.
2. Geomorfológicamente, la zona de estudio presenta montañas en roca volcánica con pendiente del terreno pendiente fuerte a muy escarpado (15° - $>45^{\circ}$), donde se ubican geoformas de tipo piedemonte coluvial, vertiente con depósito de deslizamiento y piedemonte aluvio-torrencial con pendientes que van de moderada a muy fuerte (5° - 45°) y depósitos proluvial que presentan pendientes de suave a moderado (1° a 15°).
3. Los peligros geológicos identificados entre la vía de Hualcor y San Pedro, corresponden a movimientos en masa de tipo: derrumbes, deslizamiento, flujo de detritos y erosión de ladera (cárcava).
4. Los derrumbes, son el principal peligro en la zona de estudio, corresponden a reactivaciones el 06 de marzo del 2025, presentan escarpas que van de 68 a 120 m de longitud, las alturas que varían de 6.4 a 21 m, así como anchos de 82 a 134 m.
5. Estos derrumbes afectaron principalmente a tres tramos de la vía de acceso entre los centros poblados de Hualcor – San Pedro, en casi 300 m aprox. Así como la cuneta ubicada a un costado de la vía.
6. Así mismo se identificaron deslizamientos de tipo rotacional, que presentan escarpas que van de 18 m a 49 m de longitud, con saltos de 1 m a 1.5 m abarcando áreas de 25.76 m a 989.02 m²
7. Los deslizamientos afectaron la vía en casi 70 m, de longitud, terrenos de cultivo en un área aproximada de 25.76 a 1 189 m² ; así mismo podría afectar a una vivienda de adobe ubicado próximo a la escarpa del deslizamiento (Desl_01)
8. Los factores que condicionan la ocurrencia de peligros geológicos en la zona de estudio, son la presencia de depósitos inconsolidados pertenecientes a movimientos en masa antiguos y recientes, ubicados sobre macizo rocoso moderadamente meteorizado. Además de la presencia de montañas en roca volcánica con pendiente del terreno pendiente suave a muy fuerte (5° - $>45^{\circ}$), así como las modificaciones de los taludes a través de los cortes de carreteras, generando inestabilidad en el terreno.
9. Los factores desencadenantes para la ocurrencia de movimientos en masa entre los centros poblados de Hualcor y San Pedro corresponden a lluvias excepcionales como las registradas en los meses de marzo – abril y la actividad

antrópica (canales de riego sin revestimiento), riego indiscriminado y la construcción de viviendas en cauce, son los principalmente considerados.

10. Por las condiciones expuestas el área evaluada se considera como **Zona Crítica y Peligro Alto** ante la generación de derrumbes y deslizamientos.

7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos. Así mismo, la implementación de dichas recomendaciones permitirá darle mayor seguridad a la población e infraestructura expuesta a los peligros antes mencionados.

1. Entre los poblados de Hualacor y San Pedro, evitar realizar cortes del talud; de realizarse, deben ser con dirección técnica, para no generar inestabilidad en la ladera.
2. Considerar un nuevo tramo de carretera a mediano plazo, con el fin de evitar incidencias para las personas residentes en los poblados .
3. Realizar monitoreo de los derrumbes en temporada de lluvias, especialmente de los tres derrumbes reactivadas recientemente , descritas en el ítem 5.1.1.
4. Evitar la construcción de nuevas viviendas y/o infraestructura, próxima al deslizamiento.
5. Evitar cultivar en el cuerpo del deslizamiento o próximo a ello.
6. Realizar trabajos de revestimiento de la cuneta, con el objetivo de evitar la saturación de suelo.
7. Sellar zonas de agrietamientos para evitar filtraciones de agua que puedan contribuir a la saturación del suelo.
8. Realizar una Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales (EVAR).
9. Realizar charlas de sensibilización y concientización sobre el peligro al que se encuentran expuestos entre los centros poblados de Hualacor y San Pedro.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cobbing, J., Sánchez, A., Martines, W. & Zarate, H. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca (hojas 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j). INGEMMET Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional (Escala 1: 100 000), 280 p.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/199>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- 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.
- Mamani, Y.; Ramos, W.; Cervantes, J. & Fabian, C.; (2025) - Geología de los cuadrángulos de Recuay (hojas 20i1 y 20i4) y La Unión (hojas 20j1, 20j2, 20j3 y 20j4). Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 142 p. INGEMMET, Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 69. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/5196>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2024) – SENAMHI. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Zavala, B., Valderrama, P., Pari, W., Luque, G., (2009) Riesgos Geológicos en la región Áncash, Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, 280 p., 18 mapas.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/243>

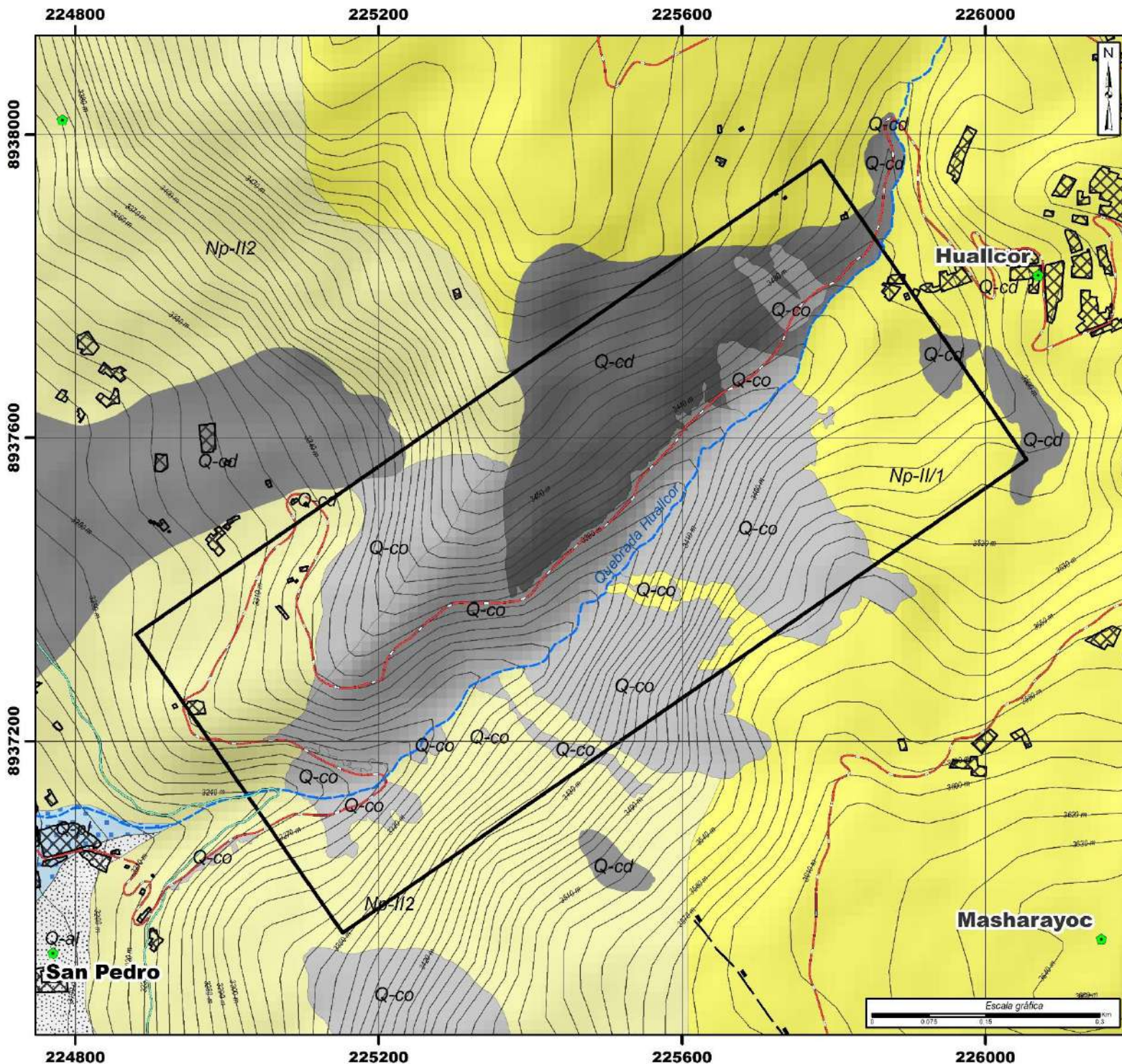
ANEXO 1: MAPAS

Mapa 1. Mapa geológico

Mapa 2. Mapa de pendientes de terreno

Mapa 3. Mapa geomorfológico

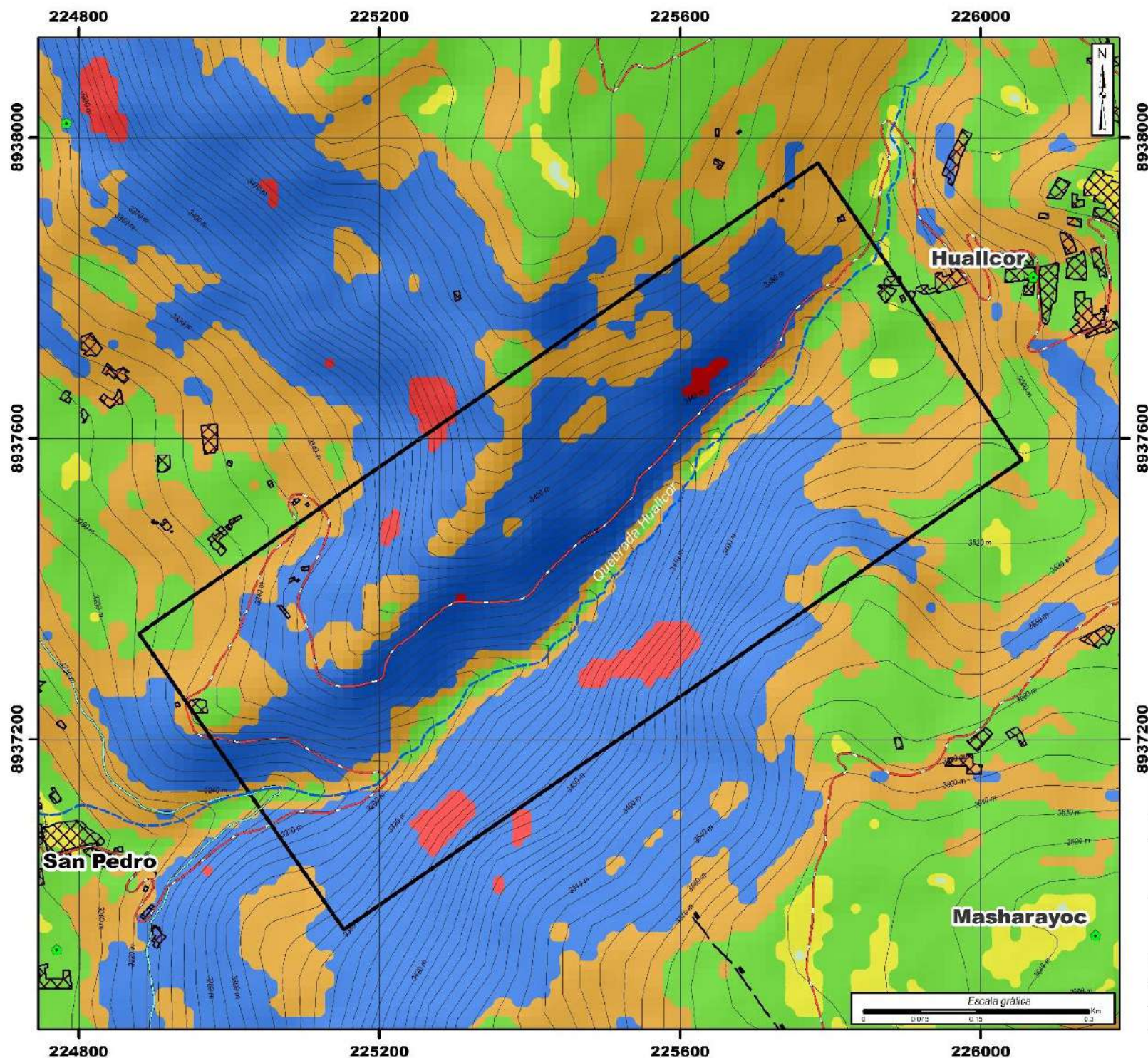
Mapa 4. Cartografía de peligros geológicos



SÍMBOLOS	
	Centro poblado
	Quebrada
	Canal
	Vía
	Área de estudio
	Catastro urbano
	Curvas de nivel
	Falla

LEYENDA		
Era	Sistema	Unidades litoestratigráficas
Cenozoico	Cuaternario	 Depósito coluvial
		 Depósito coluvio-deluvial
		 Depósito aluvial
		 Depósito proluvial
Oligoceno		 Formación <u>Miembro 2</u>
		 Formación <u>Miembro 1</u>

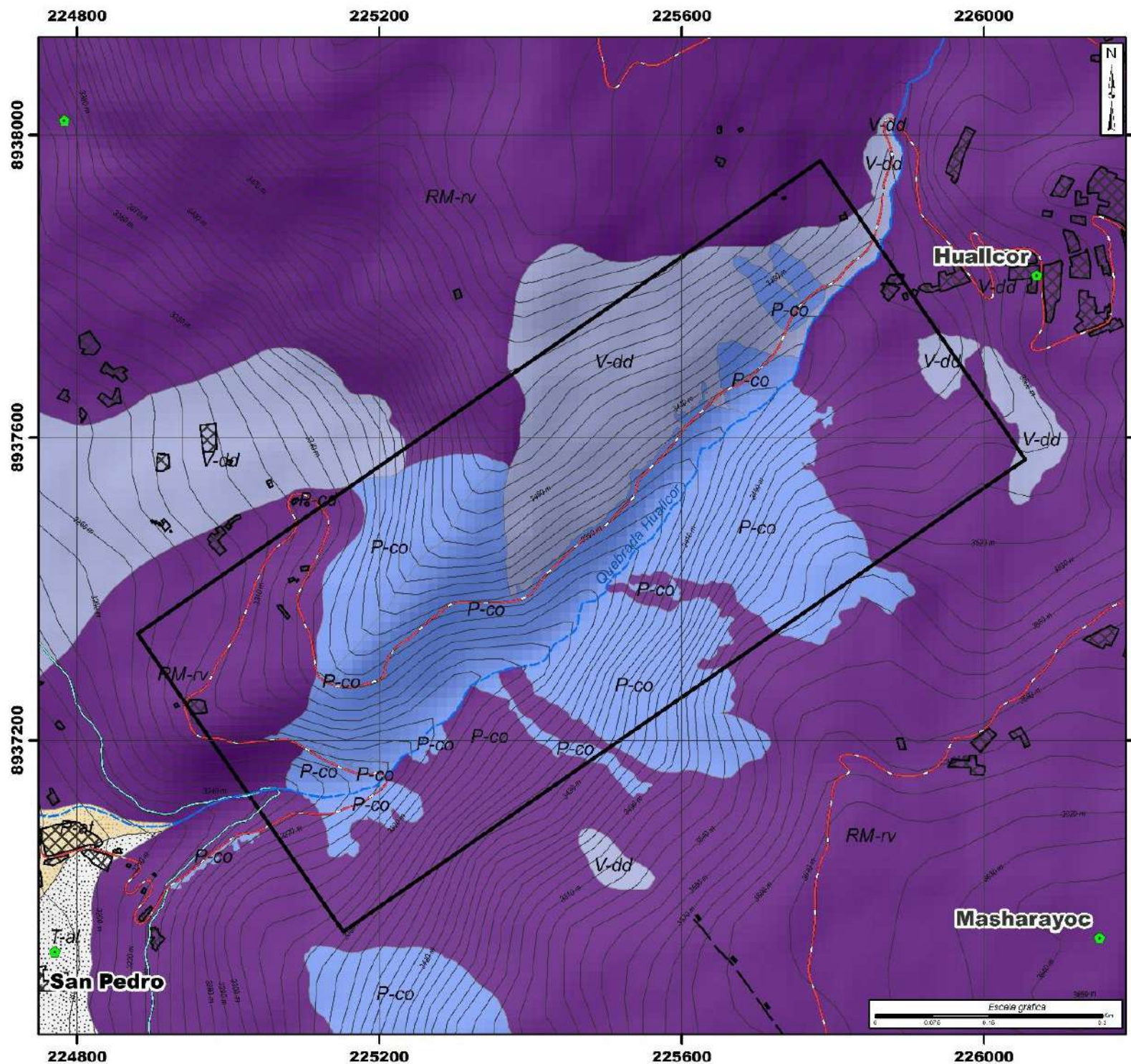
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO	
DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: HUARAZ	
GEOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO HUALLECÓR	
Escala: 1/7.000	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Mayo, 2025



SIMBOLOS	
	Centro poblado
	Quebrada
	Canal
	Via
	Área de estudio
	Catastro urbano
	Curvas de nivel
	Falla

RANGOS DE PENDIENTE	
0°- 1°	Terreno llano
1°- 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5°- 15°	Pendiente moderada
15°- 25°	Pendiente fuerte
25°- 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	Terreno muy escarpado

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO	
DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: HUARAZ	
PENDIENTE DEL CENTRO POBLADO HUALICOR	
Escala: 1/7,000	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	02
Versión digital 2025	
Impreso: Mayo, 2025	



SÍMBOLOS	
	Centro poblado
	Quebrada
	Canal
	Vía
	Área de estudio
	Catastro urbano
	Curvas de nivel
	Falla

LEYENDA		
Unidad	Código	Unidades geomorfológicas
Montaña	RM-rv	Montaña en roca volcánica
	P-co	Piedemonte coluvial
Vertiente o piedemonte	V-dd	Vertiente con depósitos de deslizamiento
	P-at	Piedemonte aluvio-torrencial
Planicie	T-al	Terraza aluvial

 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: HUARAZ	
GEOMORFOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO HUALLICOR	
Escala: 1/7,000	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Mayo, 2025

