

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7630

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL SECTOR JATUN ZANJA, CENTRO POBLADO SANTA CRUZ

Departamento: Áncash
Provincia: Huaraz
Distrito: Huaraz



MAYO
2025

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL SECTOR JATUN ZANJA, CENTRO POBLADO SANTA CRUZ

Distrito Huaraz, provincia Huaraz, departamento Ancash



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

Equipo técnico:

Norma Luz Sosa Senticala

Ely Ccorimanya Chalco

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa del sector Jatun Zanja, centro poblado Santa Cruz. Distrito y provincia de Huaraz, departamento Áncash*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7630, 41 p.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales	4
a) Ubicación	4
b) Accesibilidad	4
c) Poblado	4
d) Clima	6
e) Uso de suelo	7
f) Zonificación sísmica	7
a) Fallas activas	7
2. DEFICIONES GEOLÓGICAS	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	11
3.1. Unidades litoestratigráficas	11
3.1.1. Grupo Calipuy	11
3.1.2. Depósitos cuaternarios	12
a) Vertiente coluvial (Q-co)	12
b) Depósito glacial (Q-gl)	12
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	13
4.1. Pendientes del terreno	13
4.2. Índice topográfico de humedad	15
4.3. Unidades geomorfológicas	18
4.3.1. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional	18
4.3.2. Geformas de carácter depositacional y agradacional	19
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	21
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	21
5.1.1. Deslizamiento en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz	21
Características visuales del deslizamiento	23
Daños por el deslizamiento	25
Análisis de perfil del deslizamiento	25
5.1.2. Derrumbe	26
5.1.3. Avalancha de rocas	29

5.2. Factores condicionantes.....	32
5.3. Factores desencadenantes.....	32
6. CONCLUSIONES.....	34
7. RECOMENDACIONES	35
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

RESUMEN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “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, en la carretera, se observan afloramientos de andesitas de coloración gris, fracturadas, presentando espaciamientos muy próximos entre sí (0.08-0.03 m), abiertos (1.0 – 5.0 mm) y sin relleno visible. Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y medianamente fracturadas (F3). También se tienen depósitos coluviales y depósitos morrénicos.

Las unidades geomorfológicas identificadas son montañas en rocas volcánicas con pendiente del terreno pendiente suave a muy fuerte (5° - 45°), donde se ubican geoformas de tipo piedemonte coluvial con pendientes que van de moderada a muy fuerte (5° - 45°) y depósitos morrénicos que presentan pendientes de fuerte a muy fuerte (25° a 45°).

Los factores condicionantes para la ocurrencia de movimientos en masa, tipo deslizamiento, derrumbe, avalancha de rocas y erosión de laderas (cárcavas) ocurridos en la zona, se atribuyen a la presencia de depósitos inconsolidados pertenecientes a movimientos en masa antiguos y recientes, rocas moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas. Además de la presencia de laderas de montañas 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.

Los peligros geológicos identificados en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, corresponden a movimientos en masa de tipo: deslizamiento, derrumbe, avalancha de rocas y erosión de laderas (cárcavas).

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas, geohidrológicas y geodinámicas, el centro poblado de Santa Cruz y alrededores, donde ocurrió la reactivación de deslizamientos y derrumbes se considera como Peligro Bajo ante la generación de deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas y erosión de ladera, 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 evitar realizar cortes del talud, de realizarse deben ser con dirección técnica, para no generar inestabilidad, Prohibir el corte de talud, con el objetivo de evitar que la ladera de desestabilice, 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 en el ámbito de influencia de la jurisdicción en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz y Wilcacochoa ubicados en el distrito y provincia de Huaraz, departamento Ancash.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a las Ingenieras Norma Sosa y Ely Ccorimaya para realizar la evaluación técnica correspondiente, la cual se realizó el 16 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-Piura) 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 en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz .
- 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 Ancash” (Zavala et al., 2009). En el contiene el inventario de peligros geológicos en la región Ancash, 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, en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz 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, Chiquian y Yanahuanca” (1996); muestran las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores que corresponden principalmente al Grupo Calipuy, así como depósitos cuaternarios.

El área evaluada se ubica al extremo suroeste del cuadrángulo de Huaraz, hoja 20-h a escala 1: 100 000 que abarca parte del distrito de Huaraz. En la zona de evaluación afloran rocas volcánicas, compuestas por Andesitas, dacitas y riolitas de color gris pardo, marrón, morado, en bancos gruesos. conglomerados y lutitas marón rojizos. ubicadas en la margen izquierda del río Santa.

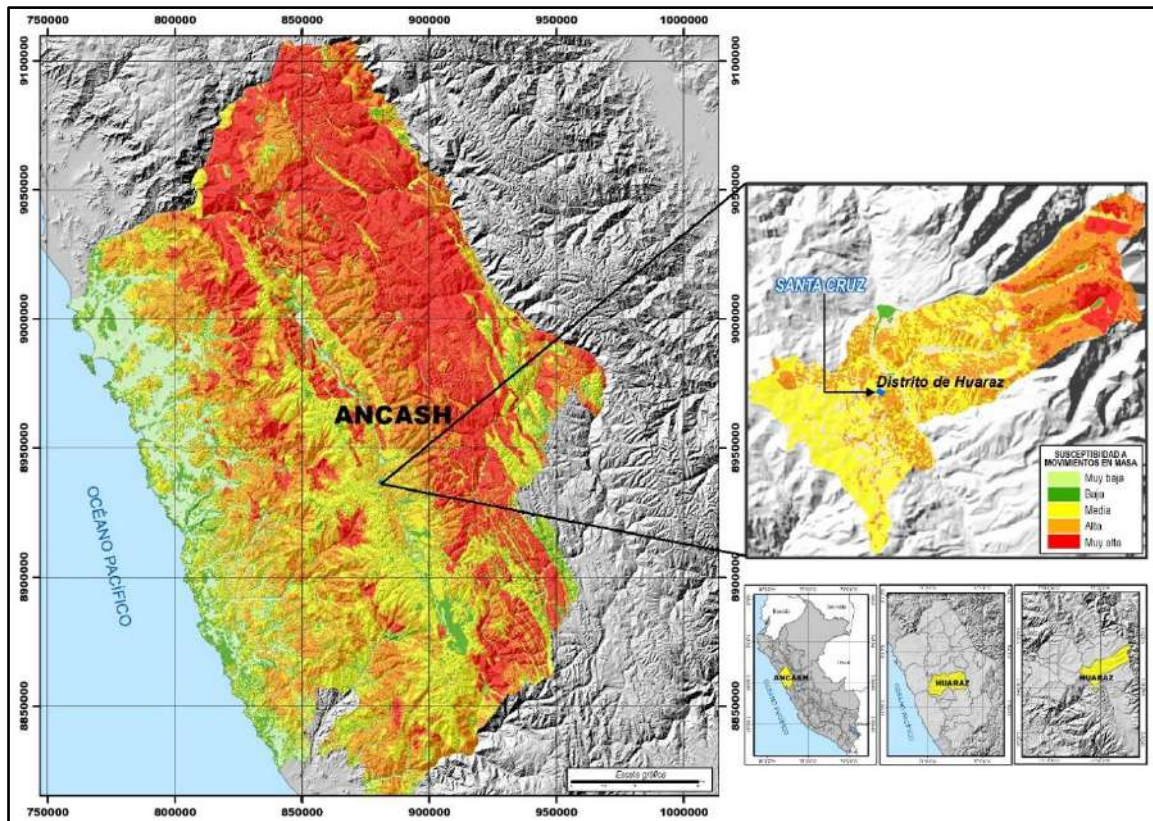


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa en el área de estudio y alrededores (Zavala et al., 2009).

1.3. Aspectos generales

a) Ubicación

El centro poblado de Santa Cruz, políticamente pertenece al distrito y provincia de Huaraz, departamento Ancash (figura 2).

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

Cuadro 1. Coordenadas del evento principal

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 sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, se realizó por vía terrestre desde la ciudad de Lima, mediante la carretera Panamericana; siguiendo 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. Santa Cruz	Asfaltada/Trocha carrozable	9	25 min

c) Poblado

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, del distrito de Huaraz presenta una población censada de 99; varones 47 y mujeres 52, habitantes distribuidos en un total de 92 viviendas respectivamente (cuadro 3):

Cuadro 3. Población y viviendas censadas.

Centro poblado	Población			Número de viviendas
	Varones	Mujeres	Total	
Centro poblado de Santa Cruz	47	52	99	92

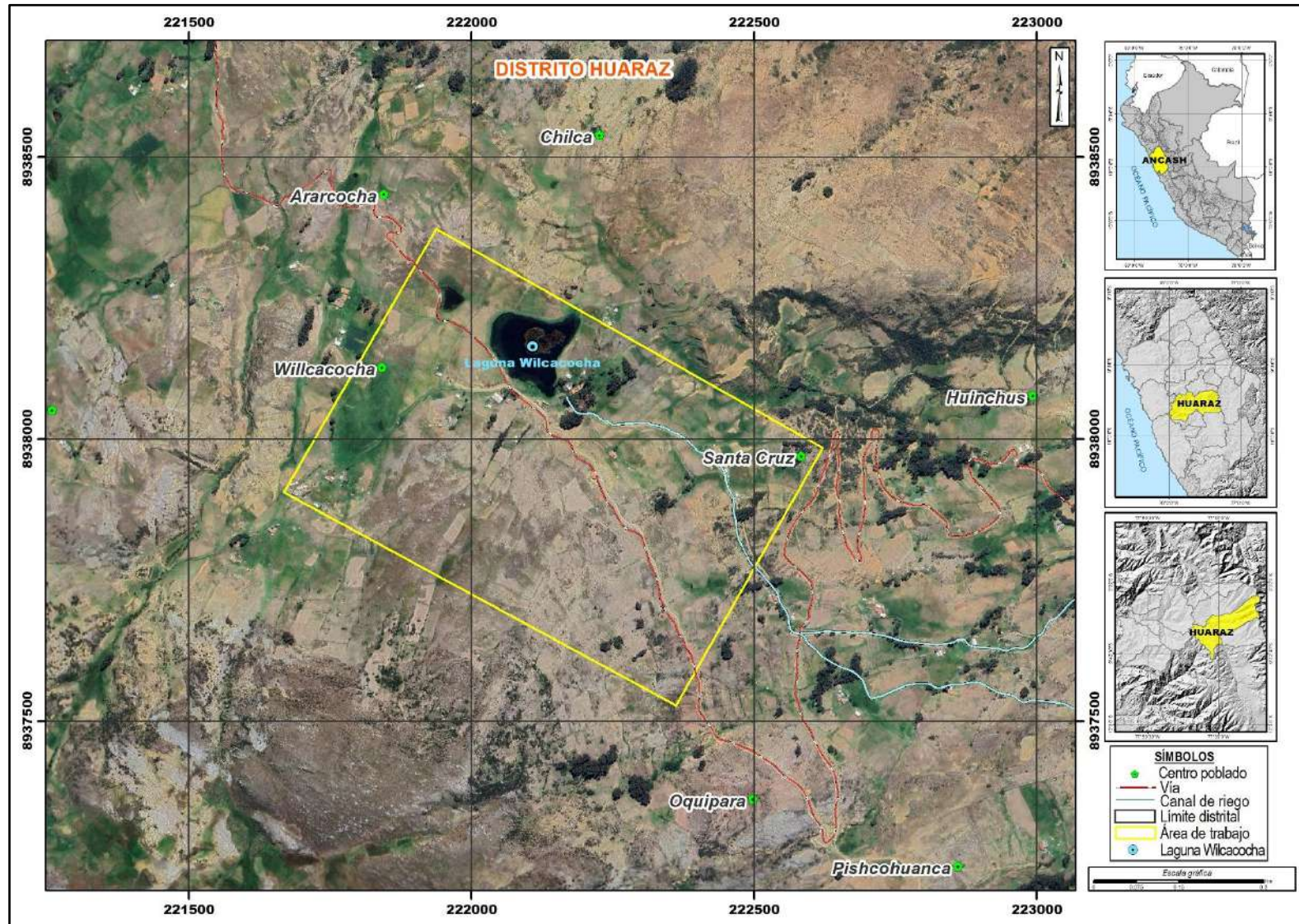


Figura 2. Ubicación en el sector Jatun Zanja en el centro poblado Santa Cruz, distrito y provincia de Huaraz, departamento de Ancash.

d) Clima

De acuerdo con el Mapa climático del Perú, elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz 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.

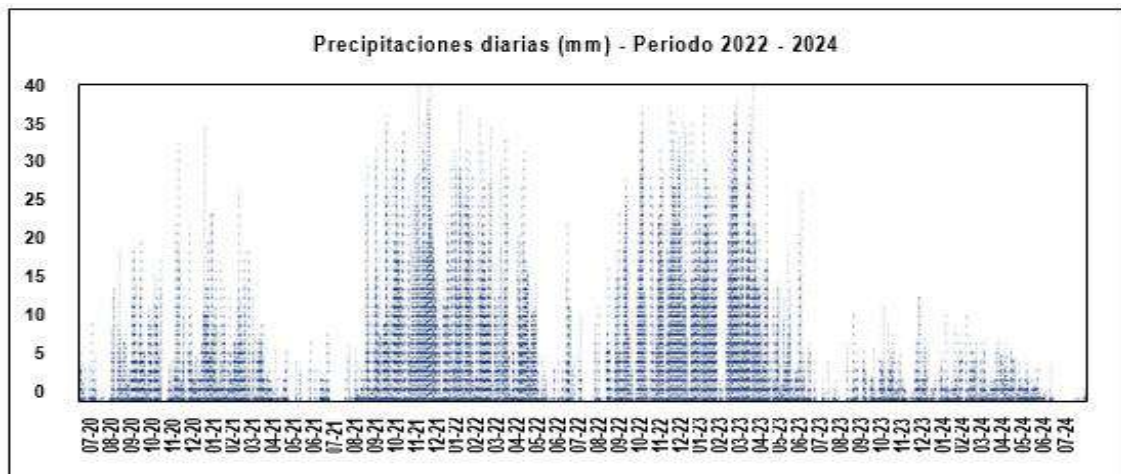


Figura 3. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo julio, 2020 - julio, 2024. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8321220>.

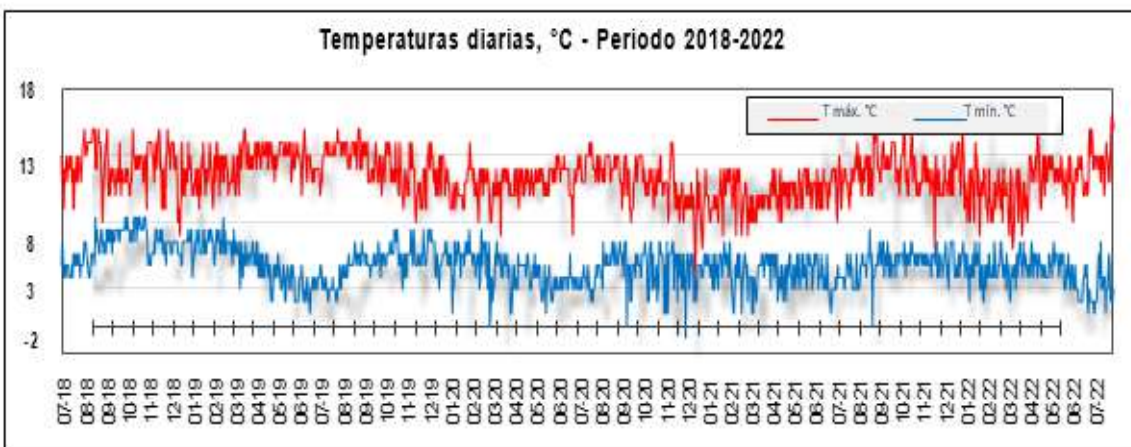


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo julio, 2018 – julio 2022. La figura permite analizar la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8321220>

e) Uso de suelo

En relación al uso del suelo, el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz , se encuentra asentado sobre una ladera de pendiente moderada no adecuada para habilitación urbana, así mismo se desarrolla la actividad agrícola. (fotografía 1)



Fotografía 1. Se observa cultivos y construcción de viviendas.

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

a) Fallas activas

El centro poblado de Santa Rosa se ubica a 15.5 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.

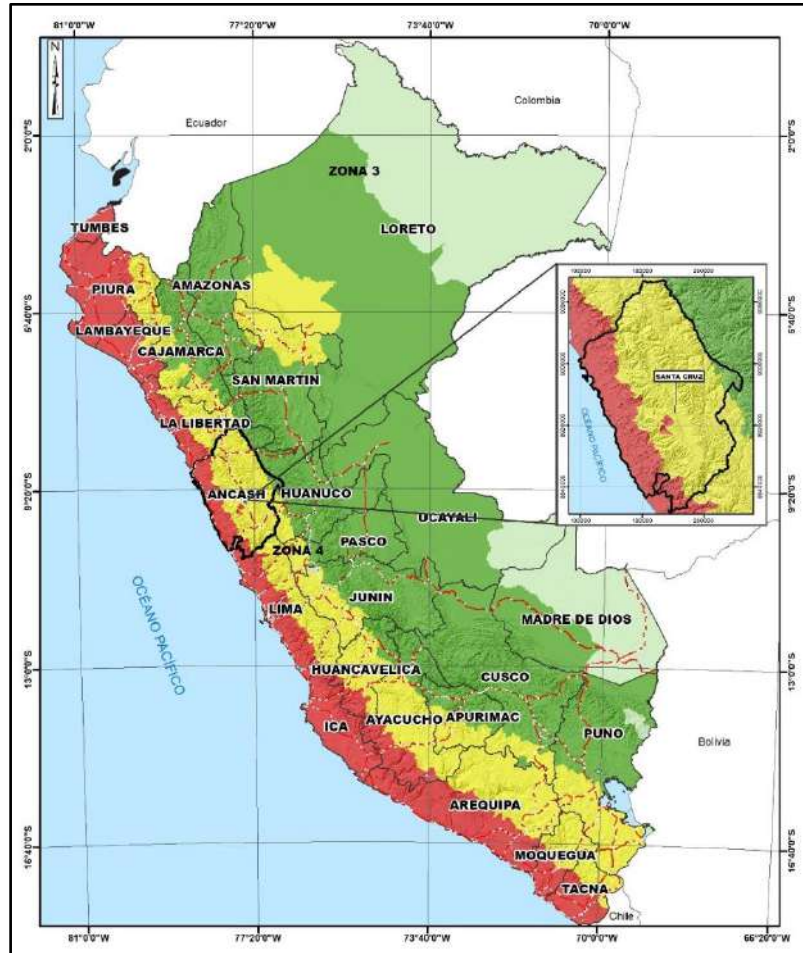


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú.

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

2. DEFICIONES 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).

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

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

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

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 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.

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).

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

La geología del área de estudio se desarrolló en base a la información recolectada en campo y al análisis del cuadrángulo geológico de Huaraz hoja 20-h a escala 1:100 000 (Cobbing, E.J.; et al 1996). 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 andesitas.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son principalmente de origen volcánico, representado por el Grupo Calipuy; así como depósitos recientes de origen coluvial, y glaciar. (**Anexo 1: Mapa 1**).

3.1.1. Grupo Calipuy

Según Cobbing, et al., (1996) esta unidad consiste de por lo menos 2000 m y en algunos sectores más de 3000 m de estratos volcánicos variados. Estos son principalmente rocas piroclásticas gruesos de composición andesítica rico en cristales de biotita, horblenda, cuarzo y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas.

En el área de trabajo se identificaron andesitas, de color gris, estas rocas presentan una resistencia alta (más de 4 golpes del martillo de geólogo), con espaciamientos muy próximas entre sí (0.08-0.03 m), abiertas (1.0 – 5.0 mm) y sin relleno visible, (figura 6 y 7). Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A4) y medianamente fracturadas (F4).

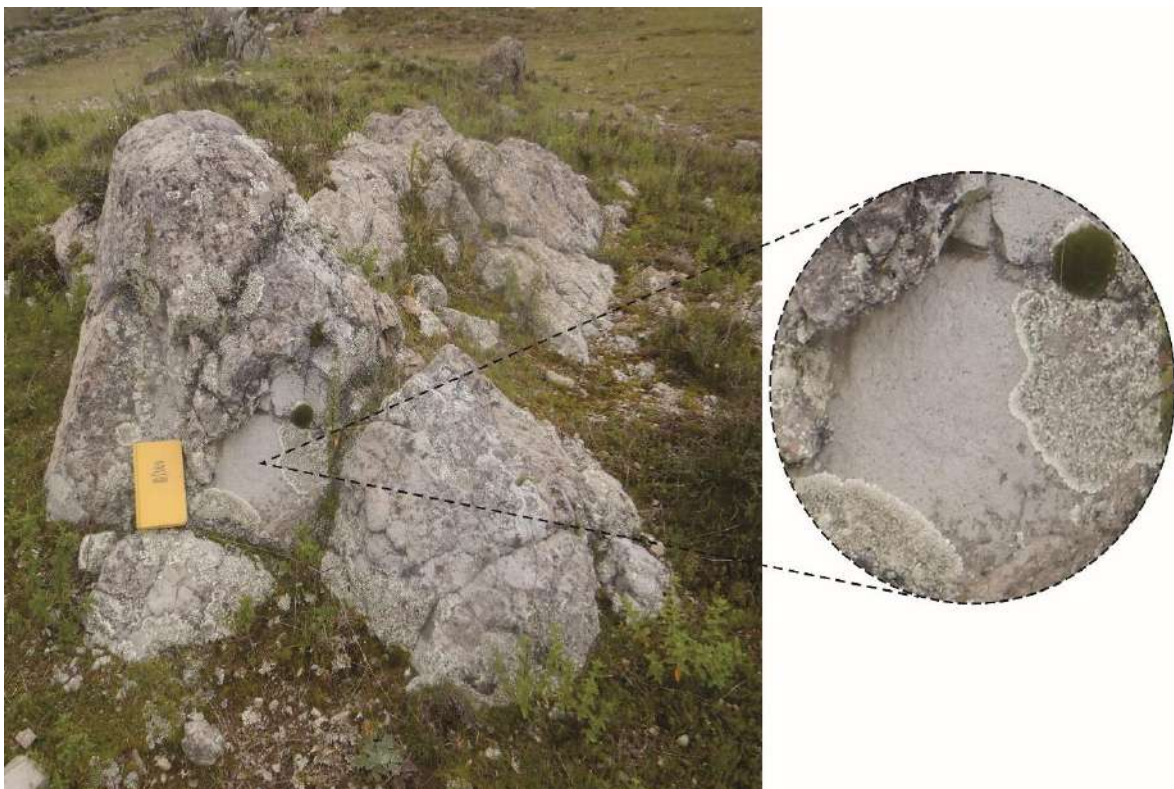


Figura 6. Vista con dirección al este de la laguna Wilcacochoa, donde se observó andesitas de coloración gris, del Grupo Calipuy; ubicados entre las coordenadas 8937807 N, 222063 E, con una cota de 3786 m s.n.m



Figura 7. Andesitas se rompen con más de 4 golpes del martillo de geólogo, estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y medianamente fracturadas (F3)., estas se ubican a un costado de la trocha carrozable.

3.1.2. Depósitos cuaternarios

a) Vertiente coluvial (Q-co)

Se localizan en las laderas media a baja por acción de la gravedad, se encuentran acumulados al pie de laderas, como material de escombros no consolidados, heterométricos constituidos por bolos (15%), cantos (20%), gravas (10%), gránulos (30%) de formas subangulosas a angulosas heterométricos y de naturaleza litológica homogénea; además de arenas (25%). (figura 8). Estos depósitos se distribuyen en el área de las avalanchas de rocas que alcanza, a través de la masa moviliza en la ladera

Están compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, subangulosos a subredondeados con diámetros que varían entre 0.05 a 1.5 m, envueltos en matriz limo arcilloso - arenoso, se disponen en forma caótica. Este depósito es producto de la meteorización de las rocas sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa, que se presentan en el área de estudio.

b) Depósito glacial (Q-gl)

Son depósitos compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, subangulosos a subredondeados con diámetros que varían entre 0.03 a 0.30 m, envueltos en matriz limo arcilloso - arenoso, se disponen en forma caótica, con inclinación al valle principal. Conforman un depósito de gravas polimícticas en una matriz arenosa sin estratificación.

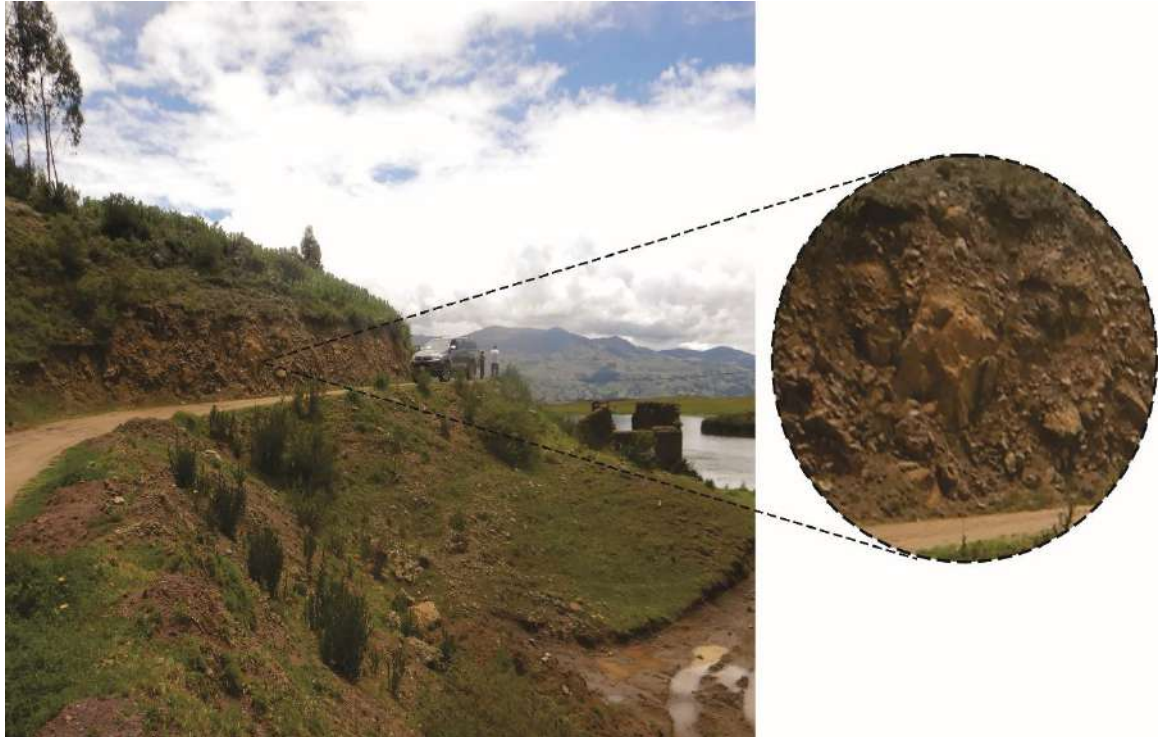


Figura 8. Vertiente coluvial identificado a un lado de la vía, donde se observan bloques y gravas de naturaleza sedimentaria, subangulosas a redondeados, envueltas en matriz limo arcilloso - arenoso .

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 pendientes establecidos por el Ingemmet (pendiente del terreno llano a muy escapado) 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 en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz y alrededores presentan terrenos con pendiente suave a muy fuerte ($1^\circ - 45^\circ$). 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, deslizamiento y procesos de erosión.

Cuadro 5. Rango de pendientes del terreno

Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano	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.
1°a 5°	Inclinado-suave	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 asientan lagunas, entre la más representativa esta la laguna Wilcacocha.
5°a 15°	Moderado	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 avalancha de rocas, deslizamientos, derrumbes y erosión de ladera. Sobre este rango En este rango se asienta parte del poblado Wilcacocha.
15°a 25°	Fuerte	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 deslizamientos, y derrumbes.
25°a 45°	Muy fuerte a escarpado	Terrenos con distribución restringida a la zona de montañas que ocupan pequeñas áreas de la zona de estudio, ubicadas al sur del poblado Santa Cruz. Las laderas de las montañas en roca volcánica presentan pendiente del terreno muy fuerte a escarpado, estas zonas se podrían generar procesos como deslizamientos, derrumbes y erosión de laderas.
>45°	Muy escarpado	Ocupa áreas muy reducidas y distribuidas a lo largo de laderas y cumbres de montañas. Estos terrenos están sujetos a caídas de rocas y derrumbes 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 09**, se presenta el mapa de pendientes y elevaciones 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 del terreno va de moderado a muy escarpada (5 - 45°).

4.2. Índice topográfico de humedad

El índice topográfico de humedad (TWI) permite identificar los lugares potenciales donde se concentra la humedad o las zonas de acumulación de 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 SAGA GIS.

Se observa el descenso de acumulación de agua desde el parte bajo - alta de la ladera donde está asentado el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz. Presenta acumulación de agua, desde donde discurre agua en varias direcciones; en su mayoría estas discurren hacia la trocha carrozable Santa Cruz a Chilca (distrito de Huaraz) .

Para la zona del deslizamiento, ubicado entre las coordenadas UTM 8938002 N, 222173 E, 3731 m s.n.m se observa cantidades de van de medio a bajo; en la parte de la escarpa presenta humedad media; sin embargo, se observan en sus márgenes: margen derecha (27 m) y margen izquierda (54 m) alta presencia de acumulación de agua. (figura 10)

Así mismo se pudo identificar un ramal que discurre en dirección noreste desde los 3720 m s.n.m. ,que desemboca al río Santa, debido a la laguna Wilcacochoa ubicada entre las coordenadas UTM 8938147 N, 222099 E; la misma que incrementa su caudal en temporadas de lluvia (noviembre – marzo) lo cual podría incrementarse producto de las precipitaciones pluviales, aumentando la inestabilidad de la ladera, lo cual podría generar la reactivación o generación de movimientos en masa

De la misma forma se observa al suroeste en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, presenta acumulación de alta a moderada cantidad, hacia unas pequeñas quebradas, cabe mencionar que toda la zona evaluada presenta una importante cantidad de drenajes, que discurren ladera abajo en temporada de lluvias intensas.

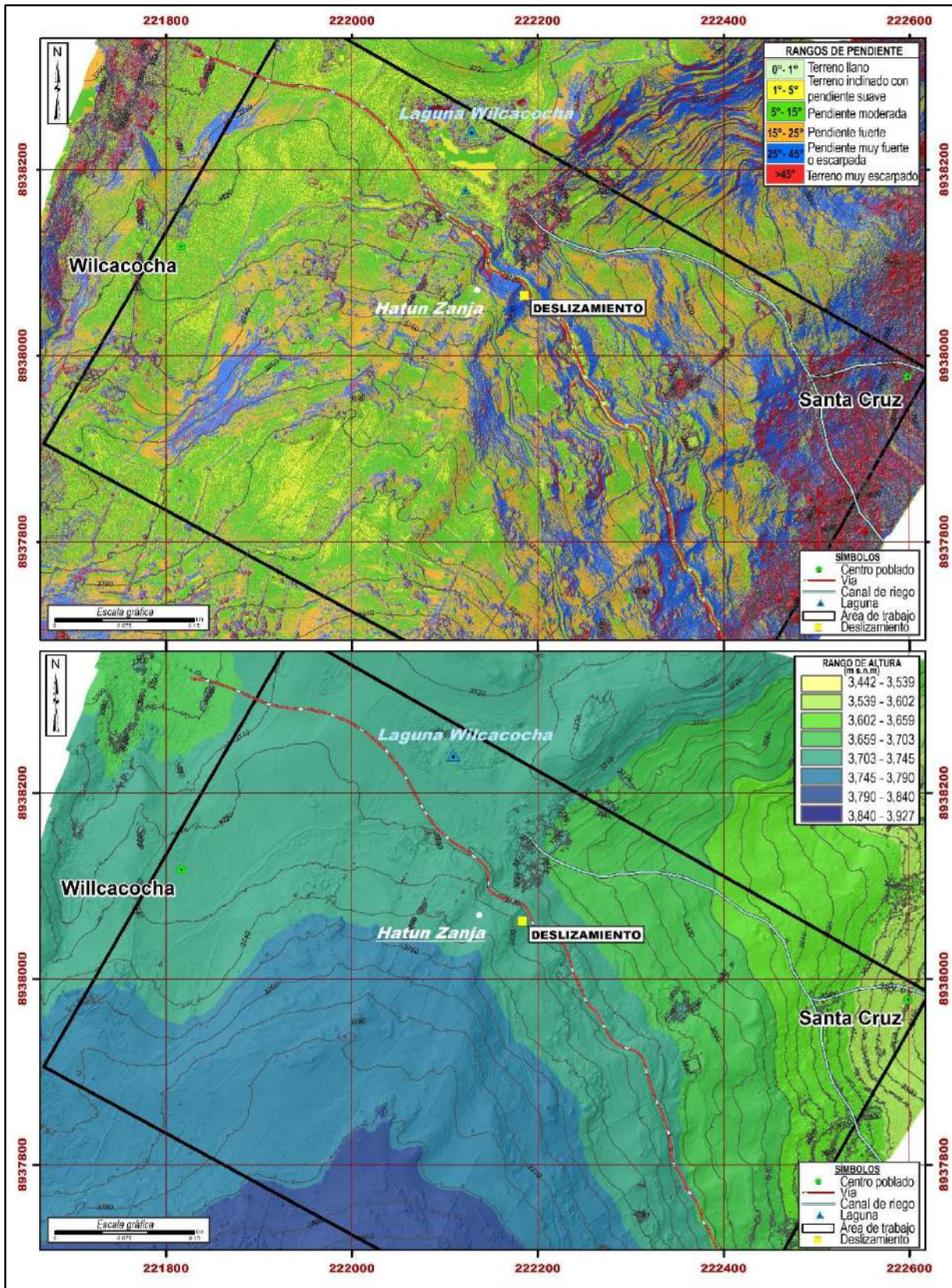


Figura 9. Pendiente del terreno (parte superior) y Elevación del terreno (parte inferior) elaborado en base a la información obtenida del levantamiento fotogramétrico con dron en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz.

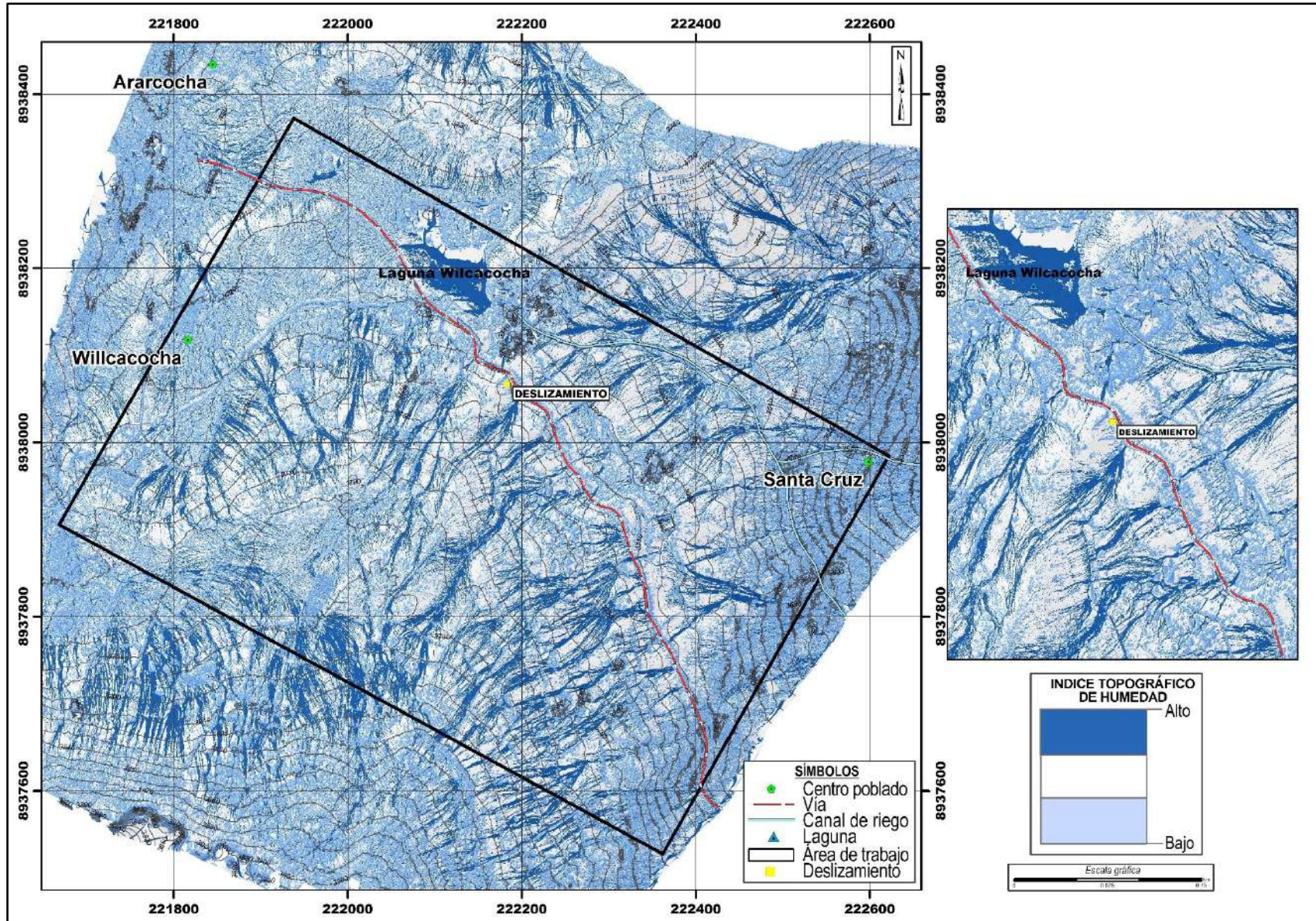


Figura 10. Mapa de la acumulación de agua (TWI) en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz y alrededores.

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 geformas (Ver cuadro 6).

Cuadro 6. Unidades y subunidades geomorfológicas

Unidades geformas 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	Vertiente o piedemonte coluvial (V-co)
	Morrena (Mo)

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Geformas 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 construidos 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 la siguiente unidad:

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 en donde procesos denudativos, afectaron rocas volcánicas, se localiza en las partes altas de las montañas de la Cordillera Negra. Están conformadas por litología volcánica de tipo derrames y andesitas tobáceas correspondientes al Grupo Calipuy.

Geodinámicamente se asocian a procesos de avalancha de rocas deslizamiento, deslizamiento y erosión de laderas. (figura 11), la pendiente. las que varían de

15° a >45° (fotografía 2). El sector Palca se encuentra en el margen izquierdo del río Colca

4.3.2. Geoformas de carácter deposicional 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)

En el sector Santa Cruz se pueden observar vertientes coluviales de la montaña con pendientes que van de moderadas a muy fuerte (15° a 45°) (muy fuertes a muy escarpados), las cuales están conformadas por la acumulación de sedimentos y materiales sueltos que se originaron por avalancha de rocas de la ladera de la montaña y se depositan en medio de esta; los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento y agua de escorrentía superficial. Se pueden asociar geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo avalancha de rocas, derrumbes y deslizamientos. (figura 11).

- Morrenas (Mo)

Las morrenas o depósitos morrénicos son la expresión geomorfológica de depositación glaciar en forma de lomadas alargadas y acolinadas. Estos depósitos se encuentran acumulados en las laderas superiores de los valles glaciares, márgenes de valles glaciares o bordeando algunas lagunas de origen glaciar. Por su naturaleza están propensos a flujos y avalanchas de detritos, deslizamientos, colapsos por erosión del pie y movimientos complejos. (figura 11)



Fotografía 2. Vista con dirección al sur, se observan montañas en roca volcánica, con pendientes mayores a 25°, imagen tomada con dron.

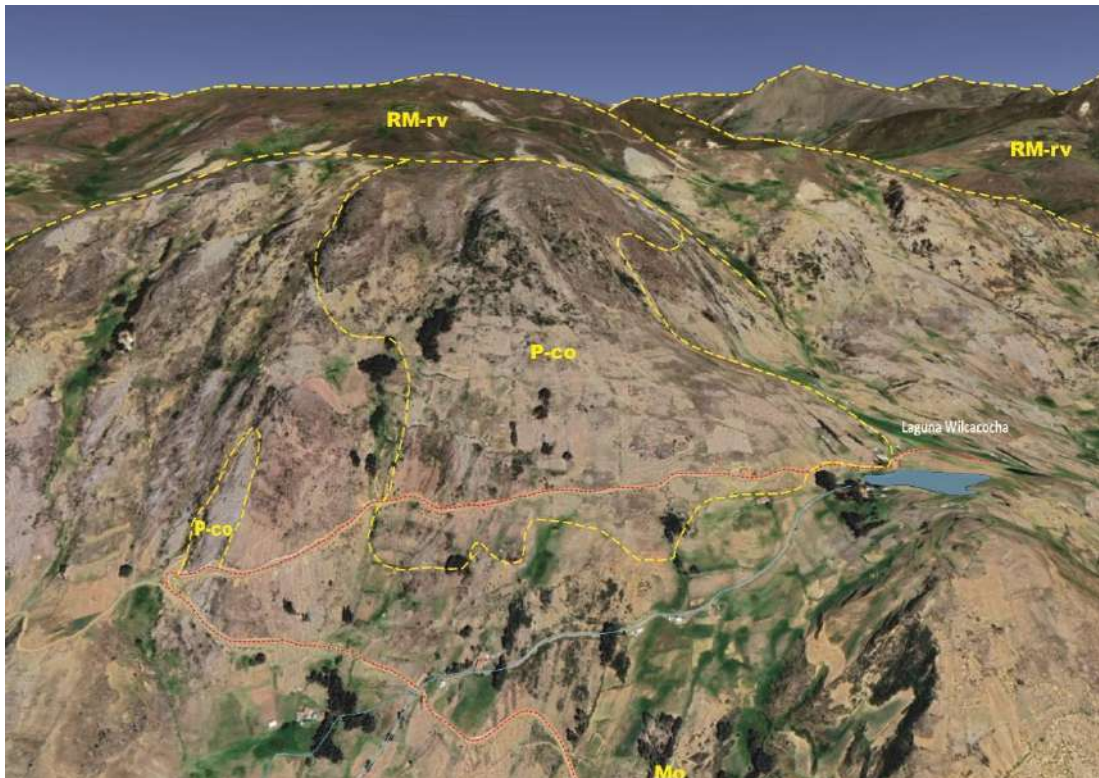


Figura 11. Vista aérea, se observa unidades geomorfológicas que se identificaron en el área de estudio: relieves montañosos en roca volcánica (RM-rv), piedemonte coluvial (P-co), morrenas (Mo).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, corresponden a movimientos en masa, tipo: deslizamiento, derrumbe y avalancha de rocas, 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 eventos de tipo deslizamiento, derrumbe y caída de rocas.

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 morfológica 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.

Según el inventario de peligros geológicos Ingemmet, (2019), al noreste de la laguna se identificó procesos de erosión de laderas a 0.7 km, con el código de inventario: 36434, ubicado en la margen izquierda del río Santa.

5.1.1. Deslizamiento en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz

De acuerdo con los testimonios de los pobladores, en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, se identificó un deslizamiento de tipo rotacional, el cual se inició hace 6 años; y mostrando reactivación en febrero del 2025.

Este evento se sitúa entre las coordenadas UTM 8938002 N, 222173 E, con una cota de 3732 m s.n.m. (fotografía 3); sobre laderas con pendientes $>25^\circ$, modeladas en depósitos de conglomerados de la Formación Lloclla. Las observaciones y trabajos de campo evidencian que el basamento rocoso que se encuentran medianamente fracturada con un notorio grado de meteorización (moderadamente meteorizadas), estos factores contribuyen a la acumulación de materiales coluviales y formando suelos arcillosos.

Este evento acarreó material, generando afectación a la vía de acceso Santa Cruz - Chilca, generando preocupación en los lugareños, así como la cuneta.

En la figura 12 se muestra gráficamente el comportamiento geodinámico de la ladera, ubicado en la margen izquierda del río Santa, todos los deslizamientos identificados son de tipo rotacional como se muestra en el gráfico.



Fotografía 3. Vista del deslizamiento activado en enero del 2025, se observa al pie del evento acumulación de agua, producto de la cuneta obstruida, por el material desplazado.

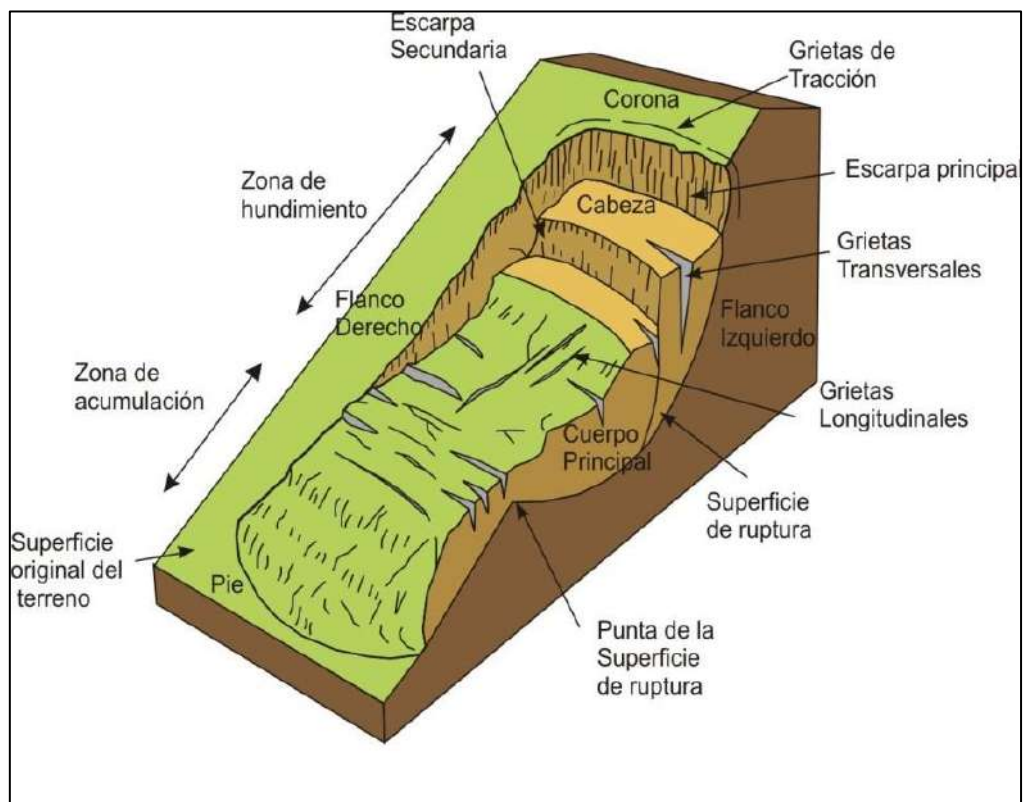


Figura 12. Partes de un deslizamiento de tipo rotacional

Características visuales del deslizamiento

El deslizamiento de tipo rotacional, identificado en la ladera en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, presenta las siguientes características (figura 13):

- Estado de la actividad del movimiento: Activo
- Longitud de escarpa: 26 m
- Forma de la escarpa principal: Elongada, irregular
- Superficie de rotura: Irregular.
- Altura de arranque: 1.5 m.
- Salto de la escarpa, comprendido entre 1.5 m, con dirección noreste.
- Desnivel entre escarpa y pie: 23.5 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento, varía entre 12 a 25.5 m.
- Ubicación del escarpe en la ladera: Intermedia
- Tipo de avance: Retrogresivo (presenta grietas en la parte posterior del escarpe principal).
- Volumen de depósito: 1123.30 m



Figura 13. Vista del deslizamiento rotacional, donde se evidencia la escarpa principal tiene 26 m de longitud, dentro del cuerpo del deslizamiento se identificó la presencia de una tubería de agua, grietas próximo a la escarpa, indicando que este deslizamiento es retrogresivo

Así mismo se evidenciaron algunos sectores que presentan filtraciones de agua subterránea, lo cual están aportando a la saturación del suelo (depósitos cuaternarios) (figura 14). Según indican los pobladores, el agua es permanente todo el año, y esta se incrementa en temporada de lluvias. Cabe indicar que el día de la evaluación el agua se encontraba empozada al pie del deslizamiento.



Figura 14. Vista del cuerpo del deslizamiento por donde se identificó ojos de agua subterránea, lo cual está aportando en la saturación del cuerpo del deslizamiento.

Se observó que por medio del cuerpo del deslizamiento cruza, una tubería de agua potable de material PVC en un tramo de 15 m, el cual fue afectado por el evento; se evidenció que posterior a la afectación han realizado el corte de agua. (figura 15)



Figura 15. Se observa tubería afectada por el deslizamiento, reactivado en febrero del 2025.

Daños por el deslizamiento

El deslizamiento activo del centro poblado de Santa Cruz generó daños en:

- Trocha carrozable Santa Cruz - Chilca en 34 m
- Tubería de agua potable en un tramo de 15 m
- Podría afectar el canal de agua en un tramo de 20 m
- Podría afectar nuevamente la trocha carrozable 34 m
- Podría afectar 01 poste de tendido eléctrico, ubicado a 9.5 m del deslizamiento

Análisis de perfil del deslizamiento

Tomando como base el levantamiento fotogramétrico con “dron” se generó el Modelo Digital de Terreno (MDT) y se elaboró un perfil transversal con el objetivo de caracterizar la morfometría de los deslizamientos de tipo rotacional, con dirección de desplazamiento SW - NE, el cual se describe a continuación:

El perfil A-A', corte con dirección SW-NE, muestran gráficamente el cuerpo del deslizamiento rotacional, se reactivó la segunda semana de febrero del 2025, se inició entre las coordenadas UTM N 8937971, E 222157, con una cota de 3740 m s.n.m. (figura 16); para después emplazarse y canalizarse entre la trocha carrozable (Santa Cruz - Chilca, presenta una escarpa elongada con longitud de: 26 m, el desnivel entre

la escarpa y el pie es de 23.5 m; con saltos de 1.5 m con dirección noroeste. Para finalmente se depositó a los 3729 m s.n.m, afectando la trocha carrozable. Posterior al evento, realizaron trabajos de limpieza en la vía, para el libre tránsito en el sector. En esta misma cota se identifico cuneta sin revestimiento ubicado a un costado de la trocha; el mismo que es recomendable ser revestido; con el objetivo de evitar saturación del suelo.

Así mismo se identificó una avalancha de rocas antigua, ubicada entre las coordenadas UTM 8937297 N, 221737 E, donde se identificaron bloques de 0.50 a 2.5 m de diámetro los cuales se desplazaron en dirección SW-NE; esta ladera esta siendo usada para el pastoreo de animales (vacuno), así como la construcción de nuevas viviendas.

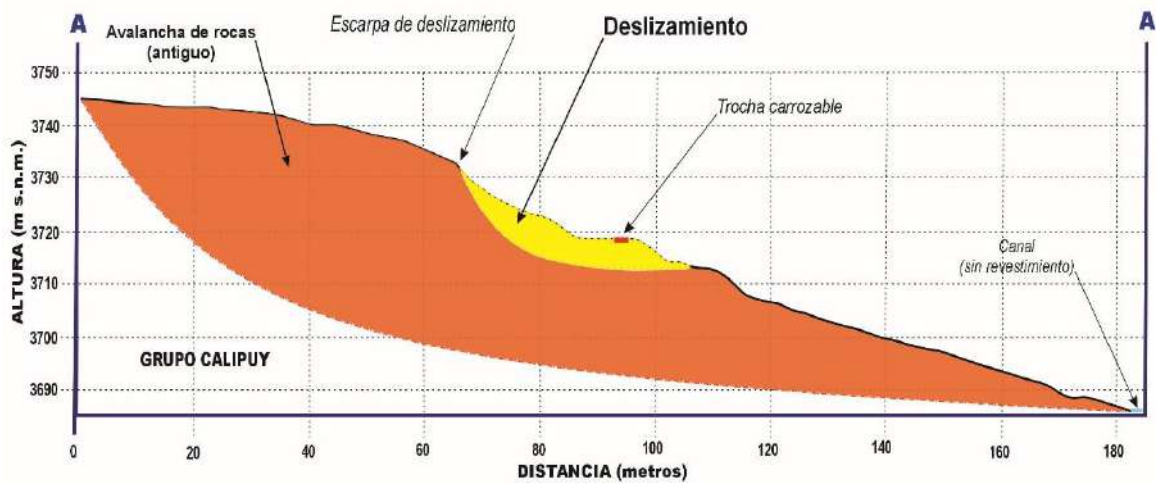


Figura 16. Corte A-A', sobre el modelo digital de terreno (MDT), el cual corta el deslizamiento rotacional en el sector Jatun Zanja, sector Santa Cruz, se muestra la zona de inicio, el recorrido de la masa y donde se asentó (trocha carrozable).

5.1.2. Derrumbe

Se identificó un derrumbe a 9 m del deslizamiento mencionado líneas arriba, el que se ubica entre las coordenadas UTM 8938014 N, 222141 E, con una cota de 3734 m s.n.m.

Este evento activado compromete suelos arcillo-gravosos, de color beige, que provienen de la alteración de las rocas del substrato, conformado por andesitas muy fracturados a fragmentados. esta condición favorece los desprendimientos de material pendiente abajo por la ladera. Además de las condiciones intrínsecas del terreno, se tiene como otra condicionante para la formación de estos eventos, la actividad antrópica, determinando por los cortes de talud que se realizaron en la ladera (fotografía 4).



Fotografía 4. Vista con dirección al suroeste se observa un derrumbe a un costado de la trocha carrozable de Santa Cruz - Chilca.

Características visuales del derrumbe

- Arranque: Talud rocoso fracturado.
- Tipo de rotura: Vuelco.
- Zona de arranque: Ladera. (figura 17)
- Forma de zona de arranque: Irregular - Discontinua.
- Características del depósito: Canchales.
- Alcances máximos: $\approx 105-37$ metros.
- Longitud de arranque: 94 m.
- Altura de arranque: 37 m.
- Volumen de depósito: 526 m²
- La pendiente varía entre 15° a 40°.

Daños por el derrumbe

El derrumbe antiguo del centro poblado de Santa Cruz generó daños como:

- Afectó trocha carrozable Santa Cruz - Chilca en 45 m
- Afectó la cuneta, sin revestimiento en un tramo de 45 m

- Podría afectar viviendas ubicadas a 40 m al noreste (02)



Figura 17. Vista del derrumbe antiguo, ubicado en la margen izquierda del deslizamiento activo, presenta pendiente mayores a 25°.

En el cuerpo del derrumbe se identifico cuatro puntos, por donde emanar aguas subterranas (figura 18), según indican los pobladores de la zona estas son permanenets y en temporada de lluvias, esta incrementa la cantidad de agua. Cabe mencionar que este evento se esta generando sobre un deposito coluvial, compuesto de acumulados al pie de laderas, como material de escombros no consolidados, heterométricos constituidos por bolos, cantos, gravas, gránulos de formas subangulosas a angulosas heterométricos y de naturaleza litológica homogénea; además de arenas.



Figura 18. Vista de los ojos de agua, identificados dentro del cuerpo de derrumbe; el cual discurre por la cuneta ubicada a un lado de la trocha carrozable.

5.1.3. Avalancha de rocas

En la ladera del centro Santa Cruz, ubicado al sur de la laguna Wilcacochoa, se observa depósitos de avalancha de rocas antiguas, que abarca un área aproximada de 2.65 km. Este evento inicia a una altitud de 3954 m. tiene un recorrido de aproximadamente de 0.86 km su corona es de forma irregular. Esta se ubica entre las coordenadas UTM 8937456 N, 221855 E, con una cota de 3917 m s.n.m.

El cuerpo de la avalancha de rocas tiene una morfología variable - ondulado, de pendiente moderada a muy fuerte (15° - 45°) en promedio, lo que es utilizado para el pastoreo de animales, así como desarrollo de terrenos de cultivo (fotografía 5).



Fotografía 5. Vista al sur desde la laguna Wilcacochoa, se observa la avalancha de rocas.

Los bloques de rocas de van de 0.50 a 2.50 m de diametro, algunas colgadas y otras se encuentran enterradas, conformadas por andesitas de coloración gris; moderadamente meteorizadas. (Figura 19 y 20).que pertenecen al del Grupo Calipuy.

Los terrenos en su mayoría son utilizados para el pastoreo de animales (vacunos), pero también se observó en un sector de la ladera, donde realizaron corte de talud, específicamente entre las coordenadas UTM 8937924 N, 222207 E, y 3737 m s.n.m. (Fotografía 6). Este se inicio en el año 2022



Fotografía 6. Vista, donde se observa corte de ladera, para la construcción de viviendas.

Características visuales de la avalancha de rocas

- Estado de la actividad del movimiento: Inactivo-abandonado
- Longitud de escarpa aproximada: 1480 m
- Forma de la escarpa principal: Elongado
- Superficie de rotura: Elongada, irregular.
- Altura de arranque: 118 m.
- Desnivel entre escarpa y pie: 982 m.
- Ancho del cuerpo de la avalancha de detritos, varía entre 280 a 412 m.
- Dirección: hacia el norte.
- Características del depósito: Canchales.
- La pendiente varía entre 20° a >40°.
- Volumen de depósito: 46.2 ha

La constante escorrentía superficial sobre el cuerpo antiguo del depósito de la avalancha, han producido deslizamiento, derrumbes y procesos de erosión.

Daños por la avalancha de rocas

La avalancha de rocas del centro poblado de Santa Cruz podría generar daños como:

- Afectación a las viviendas asentadas al pie y en el cuerpo: 06
- Afectación de la trocha carrozable: 1 km aprox.
- Podría afectar un tramo de la tubería: 162 m aprox.
- Podría afectar la cuneta en un tramo: 450 m aprox.

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 7:

Cuadro 7. Factores condicionantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Litológico	<ul style="list-style-type: none"> • Estrato rocoso compuesto por andesitas del Grupo Calipuy, de color gris, estas rocas presentan una resistencia moderada (más de 4 golpes del martillo de geólogo), con espaciamientos muy próximas entre sí 0.08-0.03 m, abiertas (1.0 – 5.0 mm) y sin relleno visible. • Así como los depósitos del cuaternarios: coluvial y glaciar. • Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y moderadamente fracturadas (F3).
Geomorfológico	<ul style="list-style-type: none"> • 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 de deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas y erosión de ladera. • Las subunidades de vertiente o piedemonte coluvial que se originó por procesos de movimientos en masa, antiguos y/o recientes, que pueden ser del tipo deslizamiento y derrumbe. Presenta terrenos de pendiente fuerte a muy fuerte (25°- 45°). • La subunidad de morrenas se presenta baja a moderada a muy fuerte (5°- 45°), geodinámicamente asociada a deslizamientos y derrumbes.
Antrópico	<ul style="list-style-type: none"> • Modificaciones y cortes de ladera, para construcción de viviendas. • 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 8:

Cuadro 8. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERISTICAS
Precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitaciones pluviales Intensas y/o excepcionales, principalmente entre los meses de diciembre a abril.
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de talud, para la construcción de nuevas viviendas. • Las cunetas no presentan revestimiento; lo que está aportando con la saturación de terreno.

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. El área de estudio esta está compuesta por andesitas de coloración gris, con espaciamientos muy próximas entre sí, de 0.08-0.03 m, y con aberturas de 1.0 – 5.0 mm y sin relleno visible. Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas. Así mismo se identificaron depósitos coluviales y depósitos morrénicos.
2. Geomorfológicamente, la zona de estudio presenta montañas en roca volcánica con pendiente del terreno pendiente suave a muy fuerte (5° - 45°), donde se ubican geoformas de tipo piedemonte coluvial con pendientes que van de moderada a muy fuerte (5° - 45°) y depósitos morrénicos que presentan pendientes de fuerte a muy fuerte (25° a 45°).
3. Los peligros geológicos identificados en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, corresponden a movimientos en masa de tipo: deslizamiento, derrumbe, avalancha de rocas y erosión de ladera (cárcava). El deslizamiento, presenta una escarpa de 26 m de longitud, con saltos de 1.5, presenta un ancho del cuerpo que varía de 12 a 25.5 m. con una dirección noreste; presenta un desnivel entre escarpa y pie: 23.5 m. con un volumen de 1123.30 m² aproximadamente.
4. El deslizamiento, se reactivó la segunda semana de febrero del 2025; el cual afectó 34 m de la trocha carrozable entre Santa Cruz – Chilca, 15 m de la tubería de agua potable y podría afectar nuevamente la trocha carrozable, tubería de agua potable, un poste de tendido eléctrico y la cuneta.
5. 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°), así como las modificaciones de los taludes a través de los cortes de carreteras, generando inestabilidad en el terreno.
6. Los factores desencadenantes para la ocurrencia de movimientos en masa en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz 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.
7. Por las condiciones expuestas el área evaluada se considera como **Peligro Bajo** ante la generación de deslizamiento, derrumbe, avalancha de rocas y erosión de ladera (cárcava).

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. En las laderas en el sector Jatun Zanja del centro poblado Santa Cruz, evitar realizar cortes del talud, de realizarse deben ser con dirección técnica, para no generar inestabilidad.
2. Prohibir la construcción de nuevas viviendas, próximo al deslizamiento.
3. La cuneta ubicada a un costado de la trocha carrozable, tiene que ser revestida, con el objetivo de evitar la saturación de suelo.
4. Realizar charlas de sensibilización y concientización sobre el peligro al que se encuentran expuestos los pobladores del centro poblado de Santa Cruz.
5. Realizar una Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales (EVAR).
6. Reforestar la parte alta y media de la ladera, con el objetivo, de evitar que se desarrollen los procesos de erosiones de ladera; con ello se reducirá la acumulación de material suelto en la ladera.


Norma Luz Sosa Senticala
Especialista en peligros geológicos
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico


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

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.
- 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.
- 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 Ancash, Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, 280 p., 18 mapas.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/243>

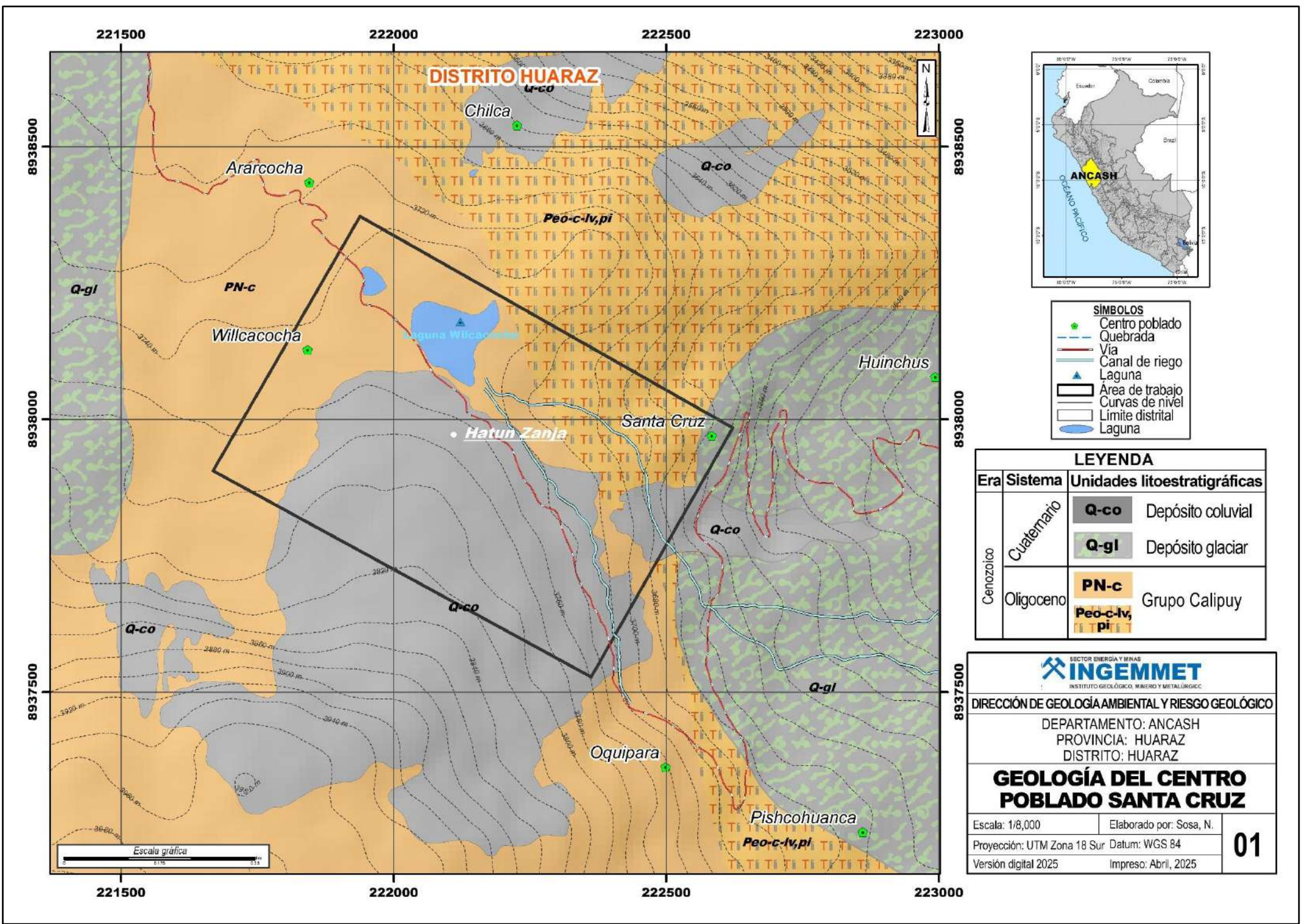
ANEXO 1: MAPAS

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
 - Via
 - Canal de riego
 - ▲ Laguna
 - Área de trabajo
 - Curvas de nivel
 - Limite distrital
 - ▭ Laguna

LEYENDA

Era	Sistema	Unidades litoestratigráficas
Cenozoico	Cuaternario	Q-co Depósito coluvial
		Q-gl Depósito glaciar
	Oligoceno	
		Peo-c-lv, pi

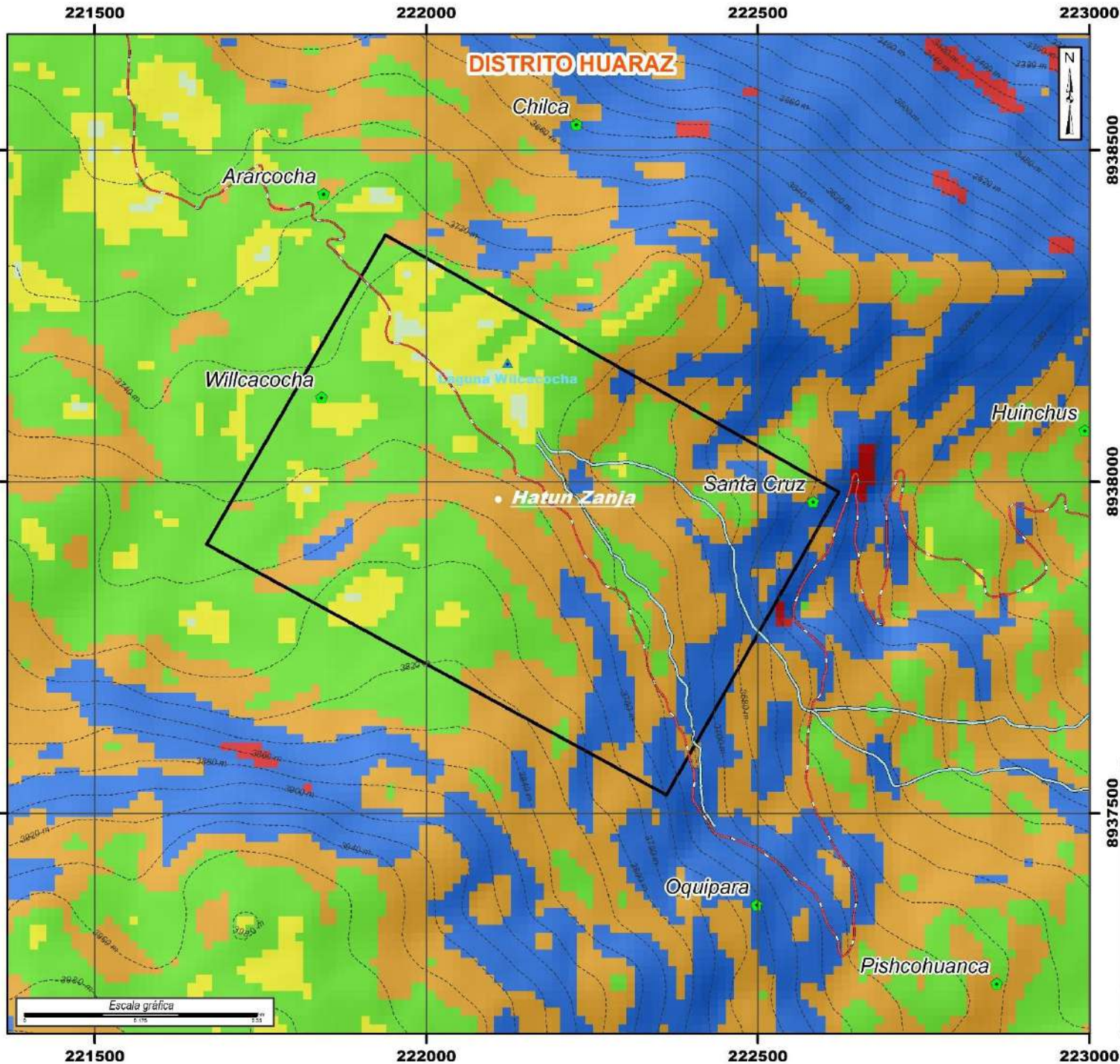


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: HUARAZ

GEOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO SANTA CRUZ

Escala: 1/8,000 Elaborado por: Sosa, N.
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
 Versión digital 2025 Impreso: Abril, 2025



SÍMBOLOS

- Centro poblado
- Quebrada
- Via
- Canal de riego
- ▲ Laguna
- Área de trabajo
- Curvas de nivel
- Limite distrital
- Laguna

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

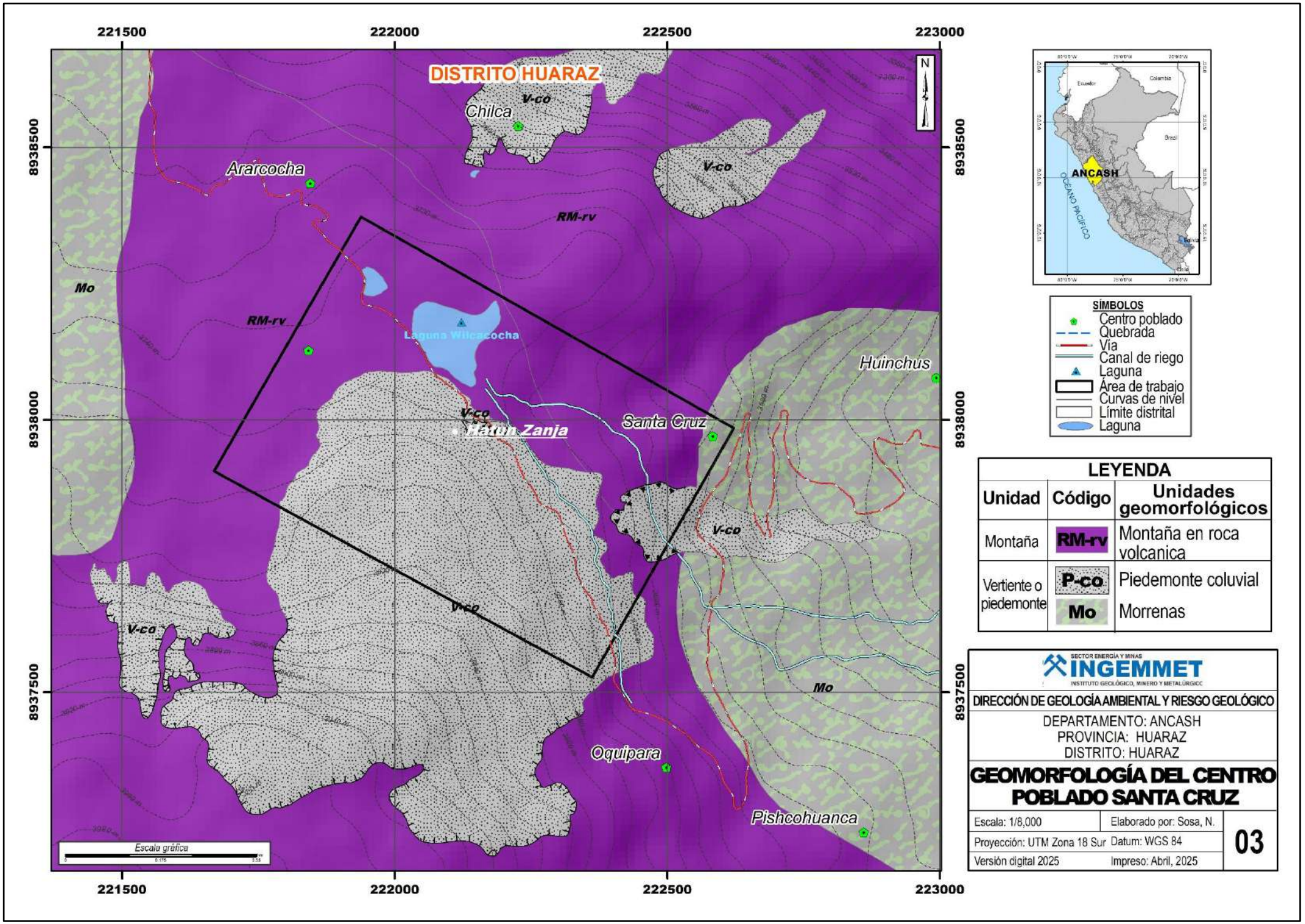


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: HUARAZ

PENDIENTE DEL CENTRO POBLADO SANTA CRUZ

Escala: 1/8,000	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	02
Versión digital 2025	



SÍMBOLOS

- Centro poblado
- Quebrada
- Vía
- Canal de riego
- ▲ Laguna
- Área de trabajo
- Curvas de nivel
- Límite distrital
- Laguna

LEYENDA

Unidad	Código	Unidades geomorfológicas
Montaña	RM-rv	Montaña en roca volcánica
Vertiente o piedemonte	P-co	Piedemonte coluvial
	Mo	Morrenas

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: HUARAZ

GEOMORFOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO SANTA CRUZ

Escala: 1/8,000	Elaborado por: Sosa, N.	03
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2025 Impreso: Abril, 2025		

