

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7204

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO EN LA URBANIZACIÓN BELLAVISTA

Departamento Áncash
Provincia Yungay
Distrito Ranrahirca



DICIEMBRE
2021

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO EN LA URBANIZACIÓN BELLAVISTA

(Distrito de Ranrahirca, provincia Yungay, departamento de Ancash)

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

Equipo de investigación:

Lucio Medina Allcca

Hugo Dulio Gómez Velásquez

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021) - *Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en la urbanización Bellavista. Distrito de Ranrahirca, provincia Yungay, departamento Ancash*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7204, 34 p.

CONTENIDO

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación	6
1.3.2. Accesibilidad.....	7
1.3.3. Clima	7
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	9
3.1. Unidades litoestratigráficas	9
3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi3)	10
3.1.2. Depósito aluvial (Qh-al)	14
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	14
4.1. Pendientes del terreno	14
4.2. Unidades geomorfológicas	15
4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	15
4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional.....	16
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	17
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	17
5.1.1. Deslizamiento.....	17
5.1.2. Factores condicionantes.....	24
5.1.3. Factores desencadenantes.....	24
6. CONCLUSIONES	26
7. RECOMENDACIONES	27
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXO 1: MAPAS	29

RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación de peligro geológico por deslizamiento realizado en la vivienda del señor Chilca Antanacio Claudio Cecilio y alrededores, ubicado en la urbanización Bellavista, perteneciente al distrito Ranrahirca, provincia Yungay, departamento de Ancash. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

Las unidades litoestratigráficas del área evaluada, donde se presenta un deslizamiento en proceso de reactivación corresponde a la Formación Chimú compuesta de arcillitas de color gris oscuro en la base, y de areniscas limosas meteorizadas y fracturadas en el techo. Además, el macizo rocoso se encuentra cubierto por suelos orgánicos aprovechados para la agricultura.

El relieve del área evaluada está conformado por montañas modeladas en rocas sedimentarias y piedemonte aluviotorrencial. El deslizamiento se ubica al pie de la ladera de la montaña donde se presenta pendientes de terreno que varían entre 5° a 15° considerado como moderada, y pendientes fuertes a escarpadas que varía de 25° a 45° con sectores aislados muy escarpados mayores a 45°.

El peligro geológico identificado en el área de evaluación corresponde a un movimiento en masa de tipo deslizamiento que se encuentra en proceso de reactivación. En la zona donde se está formando la escarpa principal, se visualiza tres grietas que miden entre 80, 70 y 60 m de longitud respectivamente, con ancho variable entre 3 a 5 centímetros y profundidad estimada de 6 metros. Además, el deslizamiento abarca un área estimado de 5 950 m² y se considera activo, posee una longitud de escarpa proyectada de 140 m, desnivel entre la escarpa y el pie de 32 m, salto principal o desplazamiento vertical entre 2 cm a 3 cm y movimiento horizontal estimado de 10 cm.

Se consideran como factores condicionantes para la ocurrencia del deslizamiento: el substrato compuesto principalmente por alternancia de arcillitas en la base, y de areniscas limosas meteorizadas y fracturadas en la masa desplazada en proceso de activación; su ubicación morfológica en ladera de montaña modelada en roca sedimentaria; así como, la pendiente que varían principalmente entre 5° a 15° en los lugares donde se observa las grietas, y pendientes de 25° a 45° en el cuerpo del deslizamiento.

Se evidencia que el principal factor desencadenante para la reactivación de deslizamiento es el uso de riego inadecuado (riego por gravedad) para las tierras de cultivo; así como, las precipitaciones pluviales que ocurren entre los meses de enero y abril.

Por lo antes expuesto, el área donde el deslizamiento se encuentra en proceso de reactivación, se considera **zona crítica** y de **Peligro Muy Alto**; el deslizamiento podría aumentar en área y volumen si continúa el riego por gravedad para cultivos; otros factores desencadenantes podrían ser las lluvias prolongadas que ocurren en la zona entre los meses de enero y abril. Además de la vivienda afectada en la actualidad, el deslizamiento podría afectar viviendas construidas cerca del pie de deslizamiento proyectado.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada con la finalidad de minimizar las ocurrencias de daños que pueden ocasionar el deslizamiento.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la Alcaldía de la Municipalidad Distrital de Ranrahirca, Oficio N° 202-2021-MDR/A; en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación del evento de tipo deslizamiento que afecta la vivienda del señor Chilca Antanacio Claudio Cecilio, ubicado en la urbanización Bellavista.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Hugo Dulio Gómez Velásquez y Lucio Medina Allcca, realizar la evaluación de peligros geológicos in situ, la cual se llevó a cabo el 19 de setiembre del 2021.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de la información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron con el fin de observar mejor el alcance del evento), la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realiza la redacción del informe técnico.

Este documento técnico se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Ranrahirca y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastre, a fin de que sea un instrumento para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar el peligro geológico por deslizamiento.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia del deslizamiento.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante el peligro geológico identificado en trabajo de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional, que involucra la zona de evaluación, tenemos:

- A) El boletín de **Riesgos Geológicos en la Región Ancash** de la Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, elaborado por Zavala et al. (2009), en el que por escala de análisis (1:250 000.) se caracteriza al área ocupada por la población de la urbanización Bellavista como susceptibilidad baja a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1).
- B) La memoria descriptiva de la **revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h) Escala 1:100 000**, elaborado por De La Cruz & Chacaltana (2003). En el mapa adjunto a la memoria descriptiva se observa que cerca al área de evaluación identificó afloramientos de secuencias sedimentarias de la Formación Chimú, sobre el cual ocurrió la activación del deslizamiento.

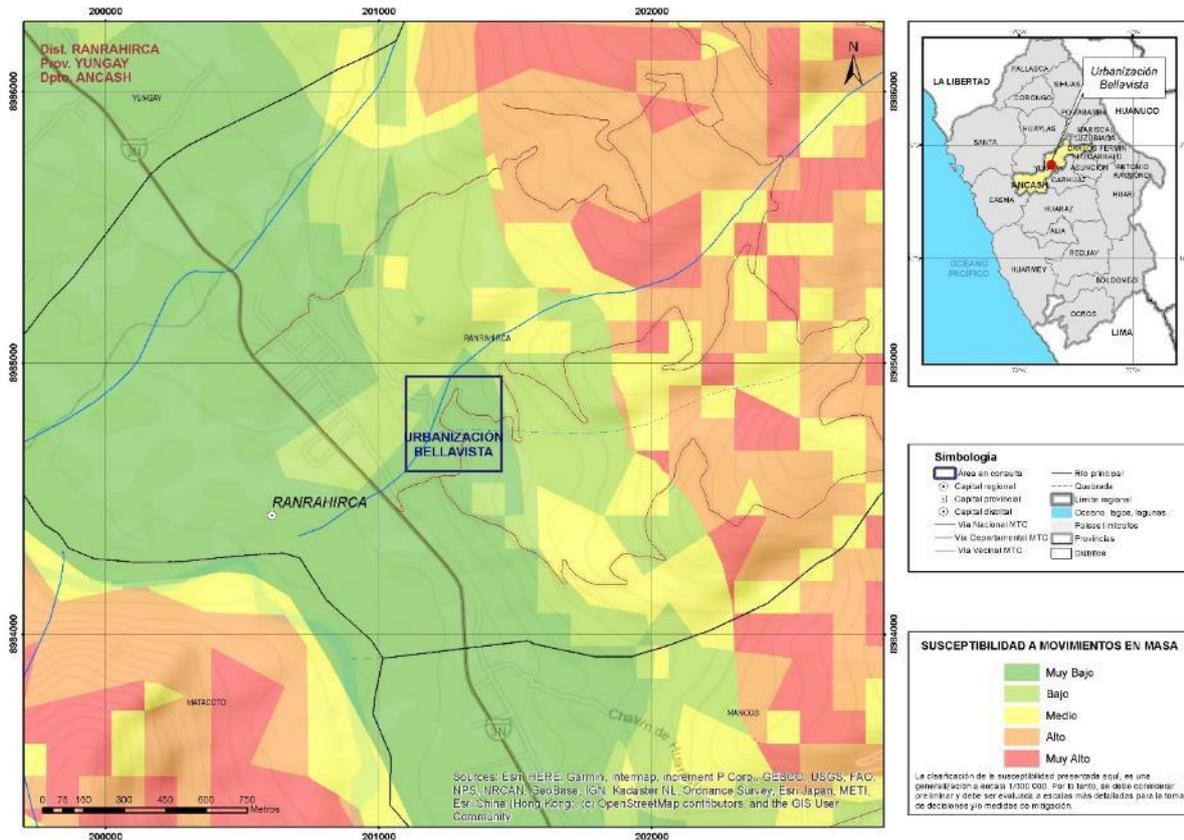


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa en el sector de la urbanización Bellavista
 Fuente: Zavala *et al.*, 2009.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El sector evaluado se concentra principalmente en el área ocupada por la vivienda del señor Chilca Atanacio Claudio Cecilio ubicado en la urbanización Bellavista, distrito de Ranrahirca, provincia Yungay, departamento de Ancash (figura 2). Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) se muestran en el cuadro 1:

Cuadro 1. Coordenadas del área de evaluación

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	201450	8984950	-9.172480°	-77.716541°
2	201450	8984600	-9.175642°	-77.716565°
3	201100	8984600	-9.175618°	-77.719748°
4	201100	8984950	-9.172456°	-77.719723°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	201242	8984792	-9.173893°	-77.718443°

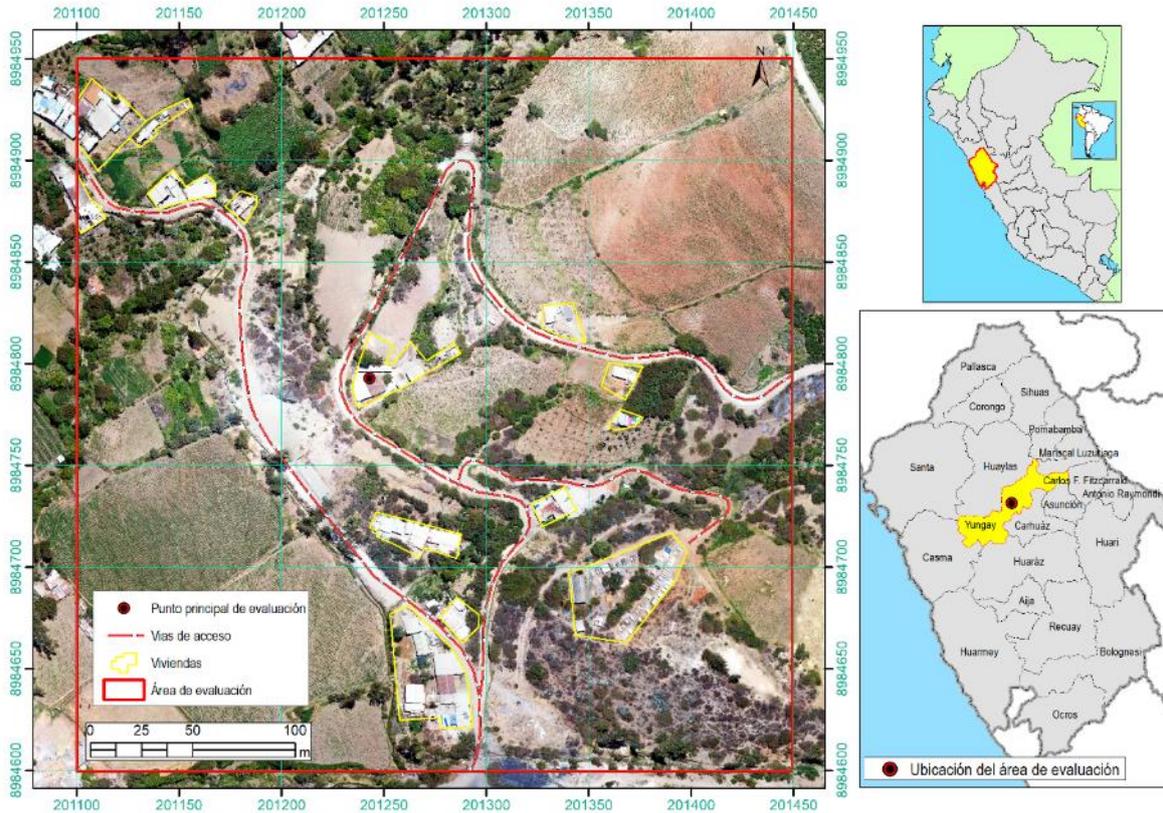


Figura 2. Ubicación del área de evaluación

1.3.2. Accesibilidad

Para acceder al área de evaluación, se parte de ciudad de Lima, siguiendo las siguientes rutas mencionadas en el cuadro 2:

Cuadro 2. Rutas y accesos

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima – Barranca	Carretera asfaltada	205	3 horas 22 minutos
Barranca - Huaraz	Carretera afirmada	217	4 horas 11 minutos
Huaraz	Ranrahirca	51	1 hora

1.3.3. Clima

Según el Mapa de Clasificación Climática Nacional del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - Senamhi (Castro *et al.*, 2021). La zona evaluada posee un clima semiseco templado con invierno seco (C(i)B’).

La temperatura máxima varía entre 21°C a 25°C y la mínima entre 7°C a 11°C; así mismo, la precipitación anual puede alcanzar valores desde los 300 mm hasta los 700 mm aproximadamente.

Asimismo, en el cuadro 5 se presenta la variación de la temperatura, la precipitación y la humedad relativa durante el 2017 al 2021 de la estación meteorológica de “Yungay” del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) ubicado al noroeste, a 5 km del área de evaluación.

Cuadro 2.

Registro de temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones pluviales máximas mensuales acumuladas en la zona de estudio (Distrito de Yungay-Periodo 2017-2019)

Estación meteorológica(Tipo convencional-Codigo:109018):Yungay													
Departamento		Ancash	Provincia:	Yungay	Distrito:	Yungay	Latitud:	9°8'30.79"S	Longitud:	77°44'59.91"W	Altitud:	2466 m s.n.m	
Año	Parametros	Meses											
		ENE	FEBR	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2017	T°.Max.Prom.C°	22.2	20.9	20.91	22.24	22.49	23.82	23.98	23.19	23.54	24.36	23	22.61
	T°.Min.Prom.C°	10.09	10.65	10.038	9.88	8.95	7.28	3.9	4.56	6.26	8.76	7.486	4.14
	Pre.Max.Acum.Men	136.6	175.7	331.4	113.4	29.5	0	0	0	4.2	78.2	24.2	96.8
	Humedad relativa(%)	80.84	83.35	81.48	81.98	80.11	75.65	72.76	71.95	72.67	76.45	79.91	78.15
2018	T°.Max.Prom.C°	22.12	22.67	21.66	22.086	23.35	24.21	23.71	24.74	23.76	23.28	23.16	23.3
	T°.Min.Prom.C°	3.55	8.47	8.63	9.52	7.67	5.92	4.8	5.31	5.16	7.42	9.62	6.04
	Pre.Max.Acum.Men	155.6	96.8	172	145.1	77.1	0	0	0	5.5	35.3	49.1	78
	Humedad relativa(%)	78.75	77.46	82.65	79.94	76.6	71.29	70.38	68.29	69.79	67.9	72.81	74.48
2019	T°.Max.Prom.C°	22.6	22.9	23.57	23.93	25.03	25.9	25.34	26.09	24.21	23.65	SD	SD
	T°.Min.Prom.C°	8.12	9.64	10.81	7.98	8.31	5.1	5	3.5	8.9	7.86	SD	SD
	Pre.Max.Acum.Men	65.2	106.2	93	38.2	10.9	1.8	0	0	12.1	69.6	SD	SD
	Humedad relativa(%)	78.79	81.27	80.07	76.54	72.51	71.02	71.82	70.02	74.2	74.9	SD	SD

Fuente: Senamhi (2017-2019)

2. DEFINICIONES

Considerando que el presente informe de evaluación técnica está dirigido a las autoridades, personal no especializado y tomadores de decisiones que no son necesariamente geólogos es que se desarrolla algunas definiciones relevantes en términos sencillos como son:

Peligro o amenaza geológica. 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.

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.

Caídas. 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. Se le conoce también como desprendimiento de rocas, suelos y/o derrumbes.

Deslizamientos. Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. 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).

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

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

Escarpe (scarp) sin.: 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.

Flujos. Es un tipo de 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 deslizamiento o una caída. Los flujos pueden ser canalizados y no canalizados.

Reptación de suelos. Movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. Puede ser de tipo estacional, cuando se asocia al cambio climático o de humedad y verdadero cuando hay desplazamiento continuo.

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

Aluvión: Materiales con fragmentos subredondeados a redondeados, depositados por una corriente natural de agua o por un movimiento tipo flujo canalizado.

Arcilla. Suelo para Ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0.002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

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

Suelo residual: Suelo derivado de la meteorización o descomposición de la roca in situ. No ha sido transportado de su localización original, también llamado suelo tropical.

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

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

Meteorización (weathering). 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.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La caracterización de los aspectos geológicos (mapa 1) se realizó en base la carta geológica del cuadrángulo de Carhuaz, hoja 19h, elaborado a escala 1/100 000 por Wilson et al. (1967). Además, se realizó trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en el área evaluada (mapa 1), se conforman de secuencias de origen sedimentario de la Formación Chimú del Grupo Goyllarisquisga y de depósitos coluviales.

3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi3)

De acuerdo a Wilson et al. (1967) la Formación Chimú, a nivel regional, la litología está conformada por centenares de metros de cuarcitas, areniscas y arcillitas, con mantos de carbón (antracita), sobreyaciendo a la Formación Oyón e infrayaciendo a la Formación Santa, con ligera discordancia. El grosor varía de 150 m a 400 m; además, comprende dos miembros: el inferior, consiste en areniscas y cuarcitas con intercalaciones de arcillitas, con presencia de mantos de carbón; el miembro superior, está compuesto de capas macizas de cuarcitas blancas-grisáceas, con escasas capas de arcillitas.

En el área de evaluación donde se encuentra en proceso de activación de un deslizamiento, la Formación Chimú es observable en los cortes de ladera y está compuesta por arcillitas de color gris oscuro en la base, y de areniscas limosas meteorizadas y fracturada en el techo (figuras 3 y 4, fotografía 1). Además, el macizo rocoso se encuentra cubierto por suelos orgánicos aprovechados para la agricultura (fotografía 2 y figura 5).

	Estructura	CONDICIÓN DE SUPERFICIE				
		MUY BUENO	BUENO	EQUITATIVO	POBRE	MUY POBRE
		Drecese la calidad de Superficie				
	INTACTO O MASIVO - Macizo rocoso in situ o especímenes de roca intacta, con escasa discontinuidades ampliamente espaciadas.	90			N/A	N/A
	FRACTURADO EN BLOQUE - Masa de roca bien unido, consiste de un bloque cubico formado por 3 conjuntos de intersecciones discontinuas.	80	70			
	FUERTEMENTE FRACTURADO EN BLOQUES Macizo rocoso algo perturbado, conformado por trozos o bloques de roca trabados de varias caras angulosos y definidos por cuatro o más conjuntos de familias.		60	50		
	FRACTURADO Y PERTURBADO - Macizo rocoso plegado y/o fallado con bloques angulares formado por la intersección de numerosos sets de estructuras.			40	30	
	DESINTEGRADO - Macizo rocoso muy fracturado y quebrado conformado por un conjunto pobremente trabado de bloques y trozos de roca angulosos y también redondeados.				20	
	LAMINADO/CIZALLADO - Rocas débiles plegadas y cizalladas tectónicamente. Carencia de formación de bloques debido a la esquistocidad que prevalece sobre otras estructuras.	N/A	N/A			10



Figura 3. Valor GSI estimado para estrato compuesto arcillitas de color gris oscuro.

	Estructura	CONDICIÓN DE SUPERFICIE				
		MUY BUENO	BUENO	EQUITATIVO	POBRE	MUY POBRE
		Drecese la calidad de Superficie				
	INTACTO O MASIVO - Macizo rocoso in situ o especímenes de roca intacta, con escasa discontinuidades ampliamente espaciadas.	90			N/A	N/A
	FRACTURADO EN BLOQUE - Masa de roca bien unido, consiste de un bloque cubico formado por 3 conjuntos de intersecciones discontinuas.	80	70			
	FUERTEMENTE FRACTURADO EN BLOQUES Macizo rocoso algo perturbado, conformado por trozos o bloques de roca trabados de varias caras angulosos y definidos por cuatro o más conjuntos de familias.		60	50		
	FRACTURADO Y PERTURBADO - Macizo rocoso plegado y/o fallado con bloques angulares formado por la intersección de numerosos sets de estructuras.			40	30	
	DESINTEGRADO - Macizo rocoso muy fracturado y quebrado conformado por un conjunto pobremente trabado de bloques y trozos de roca angulosos y también redondeados.				20	
	LAMINADO/CIZALLADO - Rocas débiles plegadas y cizalladas tectónicamente. Carencia de formación de bloques debido a la esquistocidad que prevalece sobre otras estructuras.	N/A	N/A			10



Figura 4. Valor GSI estimado para macizo muy fracturado y meteorizado compuesto arenisca limosa



Fotografía 1. Se observa macizo rocoso fracturado con bloques angulares en corte de talud para accesos



Fotografía 2. Contacto entre el macizo rocoso y suelos orgánicos.

3.1.2. Depósito aluvial (Qh-al)

Corresponde principalmente a depósitos formados por acumulaciones de limos, arenas, cantos y bloques redondeados de composición polimíctica. Conforman un espesor aproximado de 20 - 70 m. Su permeabilidad es media a alta y en la zona es aprovechada para tierras de cultivo (figura 5).

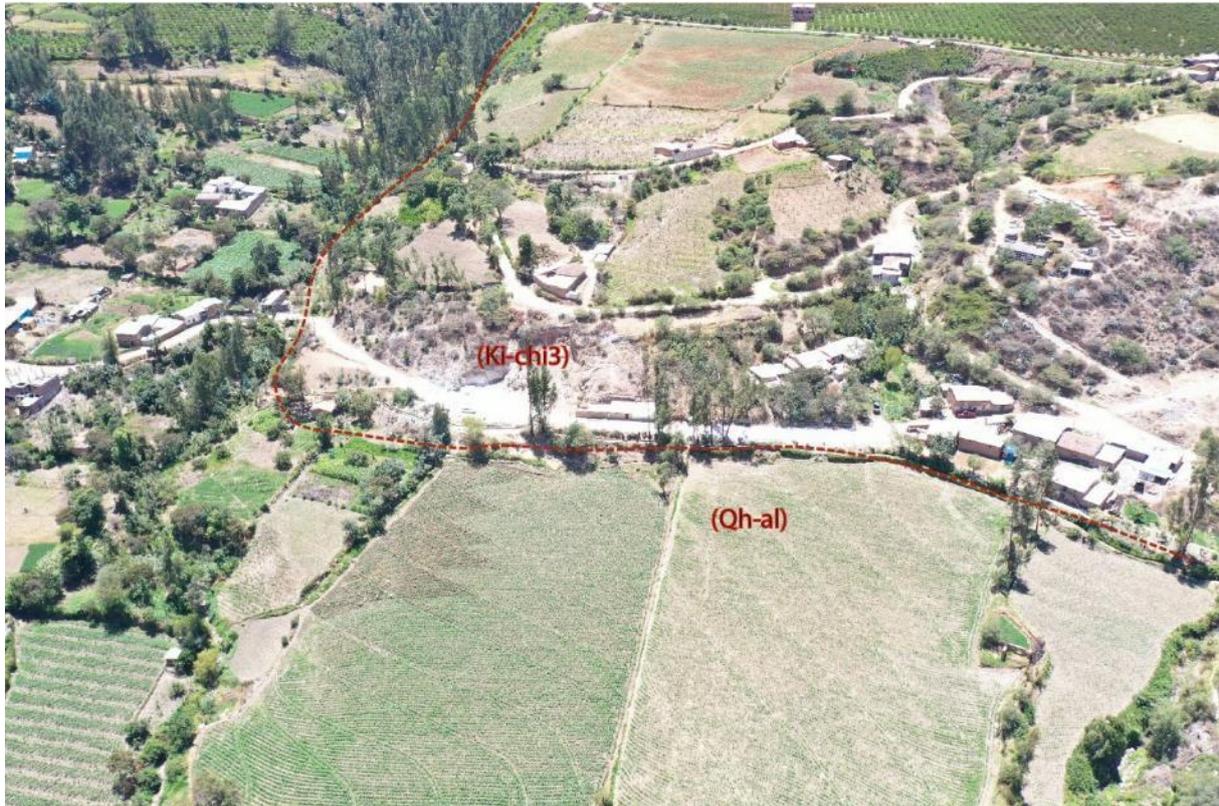


Figura 5. Se observa el depósito aluvial (Qh-al) y el afloramiento de secuencias sedimentario de la Formación Chimú.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

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

Para el área evaluada, la pendiente del terreno se caracterizó en base a la información del modelo de elevación digital de 0.07 m de resolución generado a partir de imágenes captadas con drone Mavic 2 Pro.

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

De acuerdo al mapa 2, el área donde se encuentra el arranque o escarpa principal del deslizamiento en proceso de activación, presenta pendientes de terreno que varían entre 5° a 15°, considerado como moderada, y en el pie la pendiente varia 25° a 45° con sector mayores a 45° en los cortes de ladera.

4.2. Unidades geomorfológicas

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

Además, para la delimitación se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (substrato rocoso y depósitos superficiales) dando énfasis en la diferenciación de los depósitos recientes o cuaternarios; con ayuda de las fotografías aéreas captadas por dron e imágenes satelitales de alta resolución disponibles en la plataforma de SASPlanet.

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

4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

4.2.1.1. Unidad de montañas

Las montañas, presentan la mayor distribución en la zona de evaluación; son geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc.).

En el área de evaluación se ha diferenciado la siguiente subunidad geomorfológica:

Montaña en roca sedimentaria (M-rs)

Es una subunidad geomorfológica modelada en rocas sedimentaria pertenecientes a la Formación Chimú conformado por areniscas y cuarcitas con intercalaciones de arcillitas. Localmente presenta pendientes de terreno que varían entre 5° a 15° considerado como moderada, y pendientes fuertes a escarpadas que varía de 25° a 45° con sectores aislados muy escarpados mayores a 45°.

Además, la montaña se encuentra disectada por una quebrada, tal como se puede observar en la fotografía 3.



Fotografía 3. Se observa el relieve de montaña modelada en roca sedimentaria.
Fuente: Imagen tomada con drone Mavic 2 Pro.

4.2.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afecta la geoforma anteriormente descrita, aquí se tienen:

4.2.2.1. Piedemonte aluviotorrencial (P-at)

Corresponde a una planicie inclinada extendida al pie del sistema montañoso, formada por el acarreo de material aluvial, arrastrado por corrientes de agua estacional y de carácter excepcional, en ocasiones a manera de flujos y avalanchas de detritos. Se depositan en la desembocadura de las quebradas y están asociadas usualmente a lluvias excepcionales.



Fotografía 4. Piedemonte aluviotorrencial (P-at)
Fuente: Imagen tomada con drone Mavic 2 Pro.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos o amenaza geológica, de acuerdo a la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (2009) 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” Por lo tanto, dentro de los peligros geológicos, se considera a los procesos u ocurrencias de movimientos en masa.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). Además, son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interface entre esta, la hidrósfera y la atmósfera. Así, si por una parte el levantamiento tectónico forma montañas, por otra la meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la acción del hombre) actúan sobre las laderas para desestabilizarlas y cambiar el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA, 2007).

El peligro geológico identificado en el área de evaluación, corresponde a un movimiento en masa de tipo deslizamiento que se encuentra en proceso de reactivación (mapa 4).

5.1.1. Deslizamiento

El deslizamiento es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA, 2007). Varnes (1978) clasifica a los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material; estas son traslacional y rotacional. Para el caso del área evaluada, se trata de un deslizamiento traslacional.

Según la guía de movimientos en masa del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007). El deslizamiento traslacional, es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996). En un macizo rocoso, este mecanismo de falla ocurre cuando una discontinuidad geológica tiene una dirección aproximadamente paralela a la de la cara del talud y buza hacia ésta con un ángulo mayor que el ángulo de fricción (Hoek y Bray, 1981). En los casos en que la traslación se realiza a través de un sólo plano se denomina deslizamiento planar (Hoek y Bray, 1981).

El deslizamiento abarca un área estimada de 5 950 m² y se considera activo (figura 6), posee las siguientes características: Estilo de escarpa en proceso de formación o activación, longitud de escarpa proyectada de 140 m, desnivel entre la escarpa y el pie de 32 m; cuyo salto principal o desplazamiento vertical varía entre 2 a 3 cm (fotografía 5) y horizontal estimado es de 10 cm (fotografía 6). La presencia de tres grietas en la cabecera del deslizamiento indica que la actividad es retrogresiva (mapa 4).

Las grietas miden entre 80, 70 y 60 m respectivamente, con ancho entre variable entre 3 cm a 5 cm y profundidad estimada de 6 m.

Se observó que una de las grietas cruza la carretera afirmada y la vivienda del señor Chilca Antanacio Claudio Cecilio (figuras 6 y 7).



Figura 6. Con línea continua se delimita la proyección inferida del deslizamiento en proceso de reactivación y en línea discontinua se delimita la escarpa de deslizamiento antiguo
Fuente: Imagen tomada con drone Mavic 2 Pro.



Figura 7. Delimitada con línea discontinua de color rojo se observa grieta que cruza la carretera afirmada y la vivienda del señor Chilca Antanacio Claudio Cecilio



Figura 8. Fisura en la pared de la vivienda del señor Chilca Antanacio Claudio Cecilio



Fotografía 5. En el piso de cemento de la vivienda del señor Chilca Antanacio Claudio Cecilio se observa una grieta con desplazamiento vertical entre 2 a 3 centímetros.



Fotografía 6. En corte de ladera realizado para cantera, se observa el desplazamiento horizontal medible de la masa del deslizamiento.

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

5.1.1.1. **Características visuales del evento**

A continuación, se detalla las características del evento (figura 5):

- Estado de actividad: activo
- Estilo de la escarpa: única
- Forma de la escarpa: semicircular continua
- Longitud de la escarpa: 140 m.
- Desnivel entre la escarpa y el pie: 32 m
- Superficie de rotura: traslacional
- Salto principal o desplazamiento vertical (DV): entre 2 cm a 3 cm
- Desplazamiento horizontal (DH) estimado: 10 cm
- Área de deslizamiento: 5 950 m²

5.1.2. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

Substrato compuesto principalmente por alternancia de arcillitas en la base del deslizamiento, y de areniscas limosas meteorizadas y fracturada en el cuerpo del deslizamiento en proceso de activación.

Factor geomorfológico

Ladera de montaña modelada en roca sedimentaria con pendiente que varían principalmente varían entre 5° a 15°, considerado como moderada, y pendientes de 25° a 45° con sector mayores a 45°; muy favorables a la ocurrencia de deslizamientos.

Factor antropogénico

Uso de suelos para fines agrícolas, localizados en toda la ladera.

5.1.3. Factores desencadenantes

Se evidencia que la causa principal para la reactivación del deslizamiento en el sector evaluado, el riego inadecuado usado (riego por inundación) para las tierras de cultivos, cuya agua infiltró y saturó el macizo rocoso hasta desestabilizarlo.

Otro de los factores son las precipitaciones pluviales típicas de la zona que ocurre entre los meses de enero y abril.



Fotografía 7. Huellas del sistema de riego inadecuado (riego por inundación) en tierras de cultivo que sigue la dirección de una de las grietas.



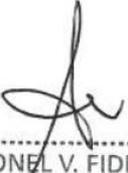
Fotografía 8. Huellas de surgencia de agua con origen desconocido.

6. CONCLUSIONES

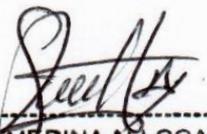
1. El macizo rocoso donde se presenta el deslizamiento en proceso de reactivación corresponde a secuencias sedimentarias de la Formación Chimú compuesta de arcillitas de color gris oscuro en la base, y de areniscas limosas meteorizadas y fracturada en el techo. Además, el macizo se encuentra cubierto por suelos orgánicos aprovechados para la agricultura.
2. El deslizamiento se ubica al pie de la ladera de la montaña modelada en roca sedimentaria donde se presenta pendientes de terreno que varían entre 5° a 15° considerado como moderada, y pendientes fuertes a escarpadas que varía de 25° a 45° con sectores aislados muy escarpados mayores a 45°..
3. El peligro geológico que afecta la vivienda del señor Chilca Antanacio Claudio Cecilio corresponde a un movimiento en masa de tipo deslizamiento que se encuentra en proceso de reactivación.
4. En la zona donde se está formando la escarpa principal del deslizamiento, se visualiza tres grietas que miden entre 80, 70 y 60 m de longitud respectivamente, con ancho entre variable entre 3 cm a 5 cm y profundidad estimada de 6 m.
5. El deslizamiento abarca un área estimada de 5 950 m² y se considera activo, posee una longitud de escarpa proyectada de 140 m, desnivel entre la escarpa y el pie de 32 m, salto principal o desplazamiento vertical entre 2 cm a 3 cm y movimiento horizontal estimado de 10 cm.
6. Los factores que condicionan la ocurrencia del deslizamiento corresponde a: substrato compuesto principalmente por alternancia de arcillitas en la base del deslizamiento, y de areniscas limosas meteorizadas y fracturadas en el cuerpo del deslizamiento en proceso de activación; ubicación del área afectada en ladera de montaña modelada en roca sedimentaria con pendiente que varían principalmente varían entre 5° a 15° en los lugares donde se observa las grietas, y pendientes de 25° a 45° con sectores mayores a 45° en el cuerpo del deslizamiento; uso de suelos para fines agrícolas.
7. Por las evidencias encontradas en el terreno, el factor desencadenante correspondería al tipo de riego por inundación utilizado para los terrenos de cultivo y las precipitaciones pluviales periódicas de los meses de enero a abril. Asimismo, un fuerte sismo podría acelerar la activación del deslizamiento.
8. El área donde el deslizamiento se encuentra en proceso de reactivación, se considera zona crítica y de Peligro Muy Alto; el deslizamiento podría aumentar en área y volumen si continúa el riego por inundación.

7. RECOMENDACIONES

1. Reubicar la vivienda afectada por grietas que se están formando como parte de la escarpa principal del deslizamiento en proceso de activación y la vivienda que se ubica en la cantera y al pie del deslizamiento proyectado.
2. Prohibir totalmente el riego por gravedad en el área que abarca el deslizamiento en proceso de reactivación y áreas aledañas a la cabecera del deslizamiento.
3. Construir zanjas de coronación en la cabecera del deslizamiento para captar las aguas pluviales.
4. Sellar las grietas con arcilla.
5. Monitoreo visual periódico para ver la evolución del deslizamiento.
6. Forestar la zona con plantas nativas y con asesoramiento especializado.



Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

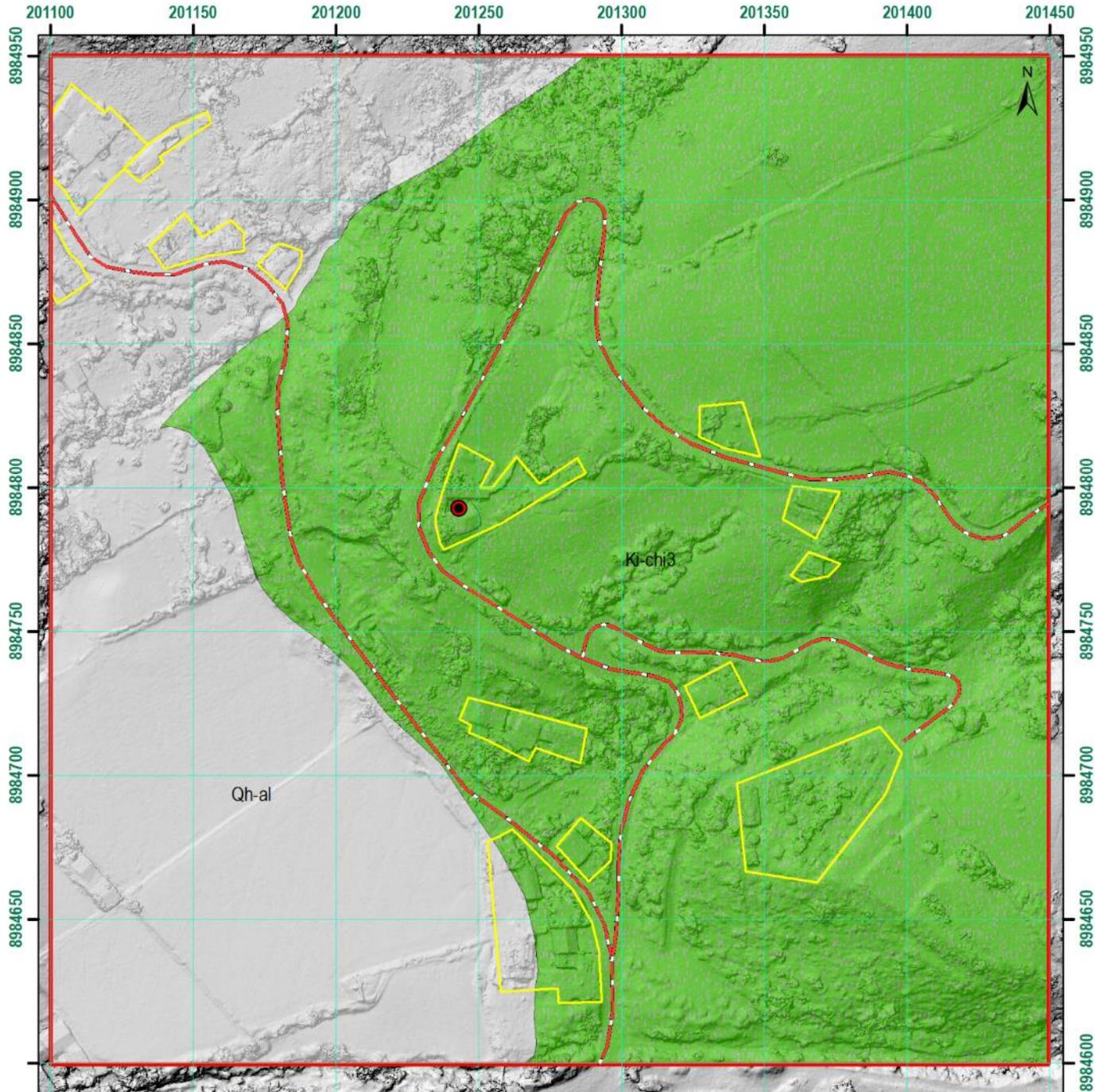


LUCIO MEDINA ALLCCA
Ingeniero Geólogo
CIP N° 101456

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, A., Dávila, C., Laura, W., Cubas, F., Ávalos, G., López, C., ... & Marín, D. (2021) Climas del Perú: Mapa de Clasificación Climática Nacional. Lima. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – Senamhi.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009) - *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas, UNISDR, 38 p. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Monge, R. & Montoya, C. (2003). *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h)*. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2156>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Villota, H. (2005) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Zavala, B., Valderrama, P., Pari, W., Luque, G., & Barrantes, R. (2009). Riesgos geológicos en la región Ancash. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; n° 38. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/243>

ANEXO 1: MAPAS



Simbología

- Punto principal de evaluación
- Vías de acceso
- ▭ Área ocupada por vivienda
- ▭ Área de evaluación

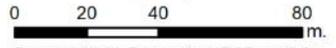
Leyenda

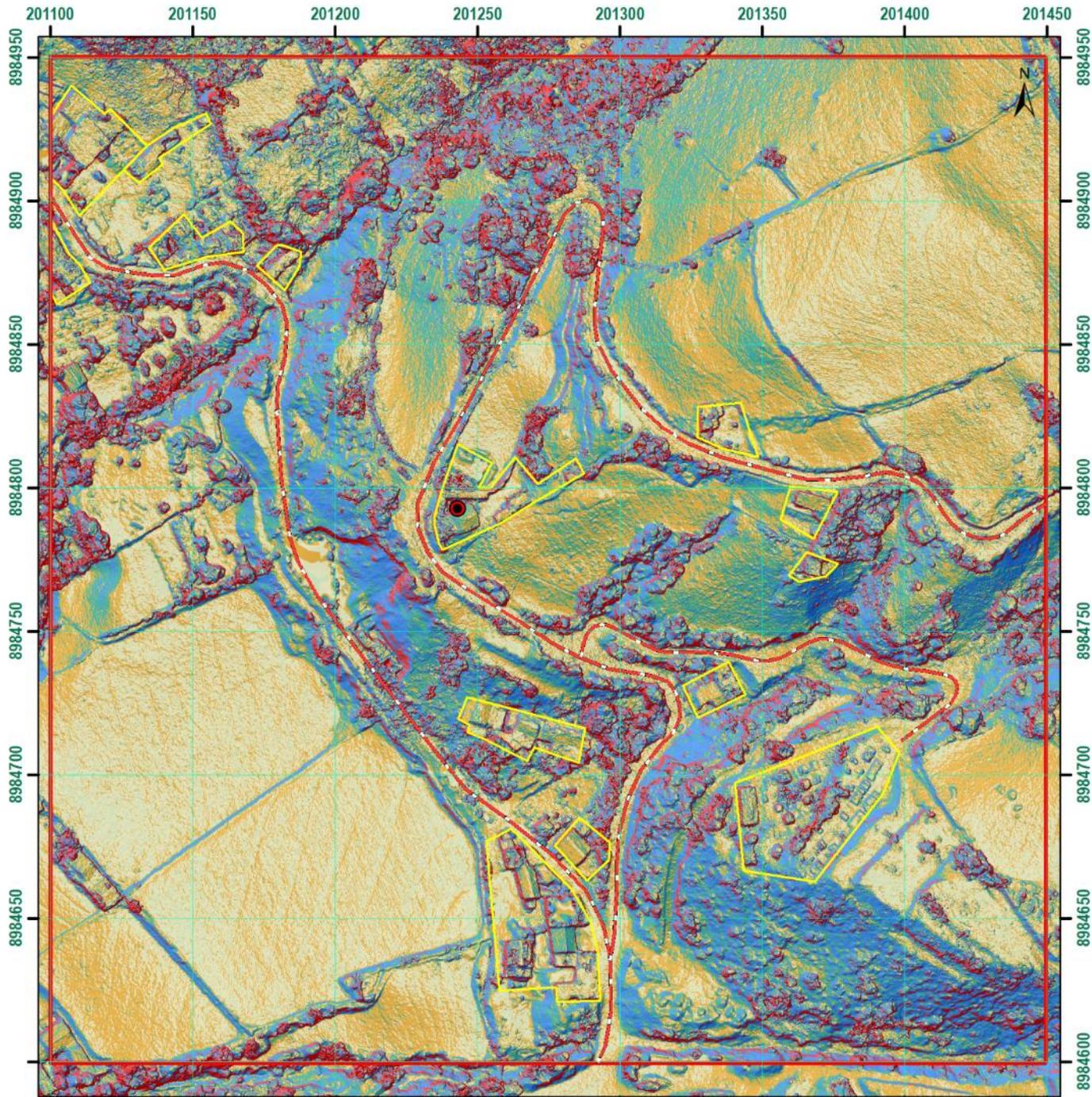
- Qh-al, Depósito aluvial
- Ki-chi3, Formación Chimú del Grupo Goyllarisquizga



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

GEOLOGICO
URBANIZACIÓN BELLAVISTA

VERSIÓN DIGITAL Año 2021	Escala: 1/2,000  Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 03
-----------------------------	--	---------------------------



Simbología

	Punto principal de evaluación
	Vías de acceso
	Área ocupada por vivienda
	Área de evaluación

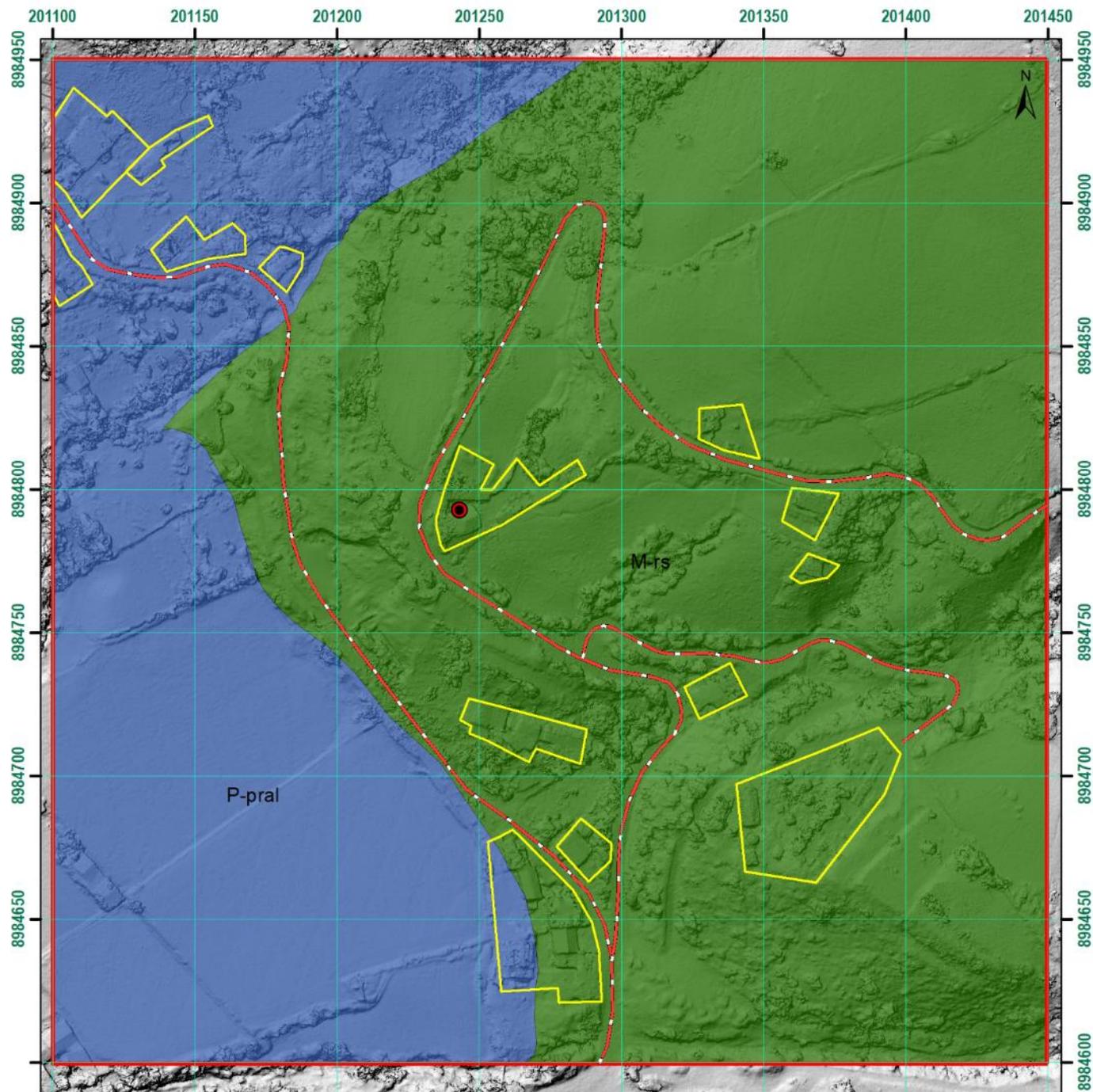
Leyenda

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

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

**PENDIENTE DE LOS TERRENOS
 URBANIZACIÓN BELLAVISTA**

VERSIÓN DIGITAL Año 2021	Escala: 1/2,000 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 02
-----------------------------	---	--------------------------------------



Simbología

- Punto principal de evaluación
- - - Vías de acceso
- ▭ Área ocupada por vivienda
- ▭ Área de evaluación

Leyenda

- ▭ M-rs, Montaña en roca sedimentaria
- ▭ P-pral, Piedemonte aluviotorrencial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO ACT-11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional		
GEOMORFOLÓGICO URBANIZACIÓN BELLAVISTA		
VERSIÓN DIGITAL Año 2021	Escala: 1/2,000 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 02



Simbología

- Punto principal de evaluación
- Vías de acceso
- Área ocupada por vivienda
- Área de evaluación

Leyenda

- ▲ Escarpa de deslizamiento inferida
- Grieta
- límite proyectado
- Deslizamiento traslacional, activo
- Deslizamiento traslacional, reactivado

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

**PROCESOS POR MOVIMIENTOS EN MASA
 URBANIZACIÓN BELLAVISTA**

VERSIÓN DIGITAL Año 2021	Escala: 1/2,000  Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 04
-----------------------------	--	--------------------------------------

