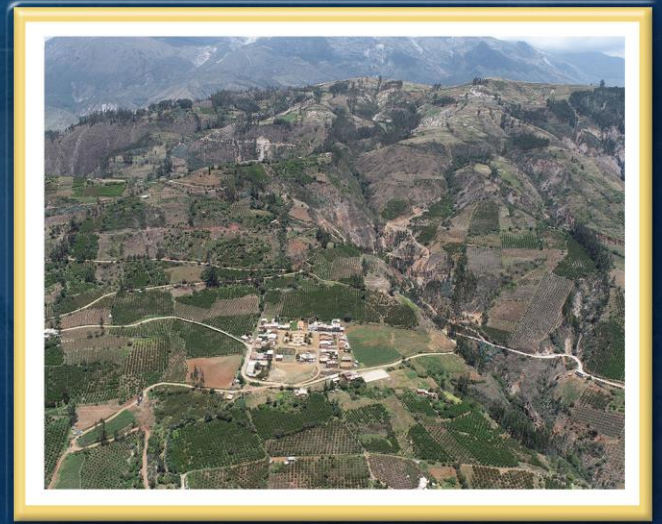
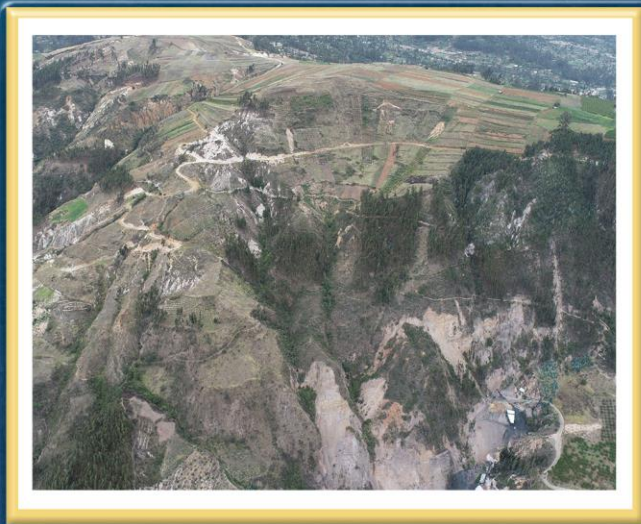


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7353

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES DE WISHCANA E INDEPENDENCIA

Departamento Áncash
Provincia Yungay
Distrito Ranrahirca



ENERO
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES DE WISHCANA E INDEPENDENCIA

(Distrito Ranrahirca, provincia Yungay, departamento Ancash)

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

Equipo de investigación:

*Guisela Choquenaira Garate
Dulio Gomez Velasquez*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligros geológicos en los sectores de Wishcana e Independencia. Distrito Ranrahirca, provincia Yungay, departamento Ancash. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7353, 33 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales.....	7
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Accesibilidad	7
1.3.3. Población	8
1.3.4. Clima.....	8
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	10
3.1. Unidades litoestratigráficas	10
3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi).....	10
3.1.2. Depósito coluvial (Q-co).....	10
3.1.3. Depósito coluvio - deluvial (Q-cd).....	12
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	13
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)	13
4.2. Pendientes del terreno	13
4.3. Unidades geomorfológicas	14
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	16
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa.....	16
5.1.1. Deslizamiento en el Cerro Wishcana.....	16
1.1.1. Derrumbe en el sector Independencia.....	22
6. ECANISMOS ASOCIADOS A LA INESTABILIDAD DEL DESLIZAMIENTO	24
6.1. Factores condicionantes.....	24
6.2. Actividad antrópica.....	24
7. CONCLUSIONES	25
8. RECOMENDACIONES	26
9. BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXO 1: MAPAS	28
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en los sectores de cerro Wishcana e Independencia, de la jurisdicción distrital de Ranrahirca, provincia Yungay, departamento Áncash. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos, para los tres niveles de gobierno.

En el contexto litológico, afloran areniscas, intercaladas con lutitas y limo - arcillitas de la Formación Chimú. Localmente, estas rocas presentan moderada meteorización. Sin embargo, donde se realizan labores mineras estas se encuentran altamente meteorizadas y muy fracturadas; produciendo fragmentos de roca con diámetro hasta de 0.3 m, que por gravedad se desplazan cuesta abajo, formando depósitos coluviales. Estos suelos son fácilmente removibles y erosionables ante la presencia de agua pluvial y riego agrícola en exceso.

Morfológicamente, los sectores de Wishcana e Independencia se encuentran situadas en laderas disectadas originados por procesos erosivos en cárcavas; presentando una topografía relativamente accidentada. Aunado a ello se tienen pendientes que varían de fuerte a muy fuerte o escarpadas; lo que contribuye que, el material suelto disponible en las laderas se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo.

En la ladera suroeste del cerro Wishcana, a inicios del 2021 se reactivó un deslizamiento rotacional que presenta una escarpa semicircular con longitud de 65 m. En el cuerpo del deslizamiento se aprecian múltiples desplazamientos, agrietamientos longitudinales y transversales; que afectaron hectáreas de cultivo y trocha carrozable en un tramo de 100 m. Por su naturaleza esta ladera es altamente susceptible a la ocurrencia de nuevos derrumbes y/o deslizamientos.

Del mismo modo, al noroeste del sector Independencia, se produjo un derrumbe que afectó un área de 0.3 ha y con un ancho promedio de 37 m en la parte media. La masa desplazada en dirección noreste-suroeste, afectó terrenos de cultivo de durazno y un tramo carretero de 43 m.

El uso inadecuado de riego en los cultivos de alfalfa, durazno y otras plantaciones (riego por inundación), desarrollados en el cuerpo y áreas adyacentes del deslizamiento y derrumbes, es considerado como el principal factor en acelerar la reactivación. Aunado a ellos se tiene las labores mineras realizadas en la zona de cárcavamiento, generando inestabilidad de las paredes subverticalizadas de la cárcava, cuyo avance retrogresivo genera el ensanchamiento y profundización del mismo, así como la ocurrencia de nuevos derrumbes.

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa que presentan los sectores Cerro Wishcana y al oeste de Independencia, se les considera como **zonas de Peligro Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa y otros peligros (cárcavas).

En ese sentido, se recomienda realizar estudios para reemplazar los cultivos de alfalfa y durazno en la zona, ya que estas plantaciones al requerir mucha agua para su crecimiento, tienden a producir la inestabilidad de las laderas por saturación de los terrenos.

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 en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad distrital de Ranrahirca, según N° Oficio N°290-2021-MDR-A, en el marco de nuestras competencias se realizó una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los centros poblados de Wishcana e Independencia, situadas en zona muy susceptible a movimientos en masa, con muchas probabilidades de afectación a viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Guisela Choquenaira Garate y Dulio Gomez Velasquez, para realizar la evaluación de peligros geológicos.

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 obtenidas con Dron), la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este documento se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Ranrahirca y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación como conclusiones y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo, 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 los sectores de Wishcana e Independencia; que compromete viviendas, vías de acceso y terrenos de cultivo.
- b) Determinar los factores condicionantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el distrito de Ranrahirca, se tienen:

- A. Informe técnico N° A7204 “Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en la Urbanización Bellavista” (Medina & Gómez, 2021), identifican un deslizamiento activo, que afectó un área estimada de 5 950 m², por lo que se recomendó reubicar la vivienda afectada por grietas formadas como parte de la escarpa principal del deslizamiento y la vivienda que se ubica en la cantera y al pie del deslizamiento proyectado.

B. Boletín N° 38, serie C: Riesgos Geológicos en la Región Áncash, realizado por Zavala, B. et al 2009; realiza un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa presentado en un mapa a escala 1: 250 000, donde los sectores de Wishcana e Independencia se encuentran en zona de susceptibilidad 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.

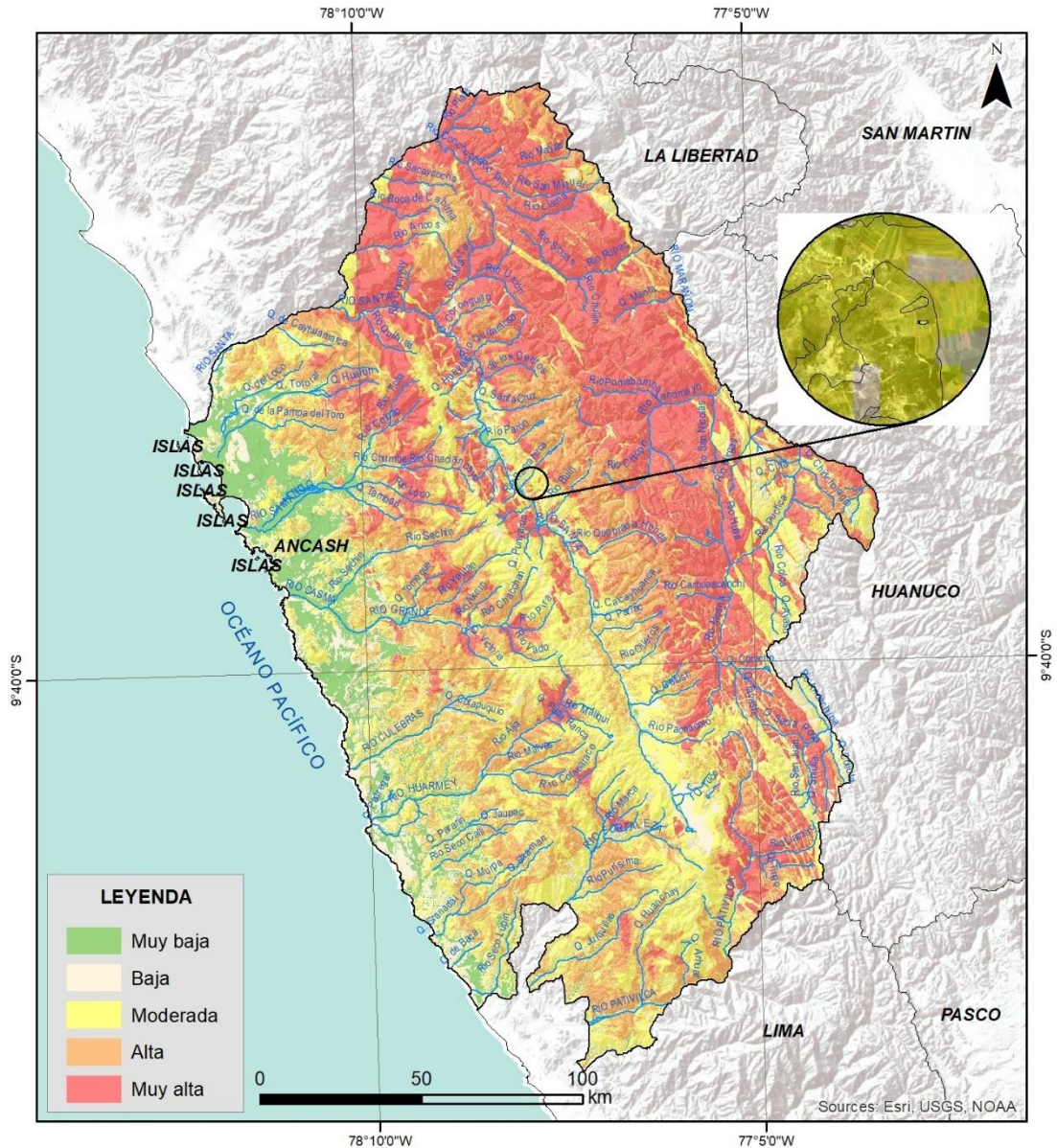


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en el departamento Ancash. Fuente Zavala, B. et al 2009.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Las áreas evaluadas se ubican en la parte alta del cerro Wishcana, a 3.8 km de Musho, y a 6.2 km al noreste del distrito de San Marcos. Políticamente, pertenece al distrito Ranrahirca, provincia Yungay y departamento Ancash (figura 2); en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) (cuadro 1):

Cuadro 1. Coordenadas del área evaluada

N°	UTM - WGS84 - Zona 17L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	200802	8985508	9°10'2.62"S	77°43'20.62"O
2	202362	8986475	9° 9'31.55"S	77°42'29.32"O
3	204261	8984941	9°10'21.91"S	77°41'27.54"O
4	201868	8983534	9°11'7.09"S	77°42'46.22"O
coordenada central de la zona evaluada o evento principal				
E1	202062	8986087	9° 9'44.10"S	77°42'39.24"O
E2	203776	8985800	9° 9'53.85"S	77°41'43.21"O

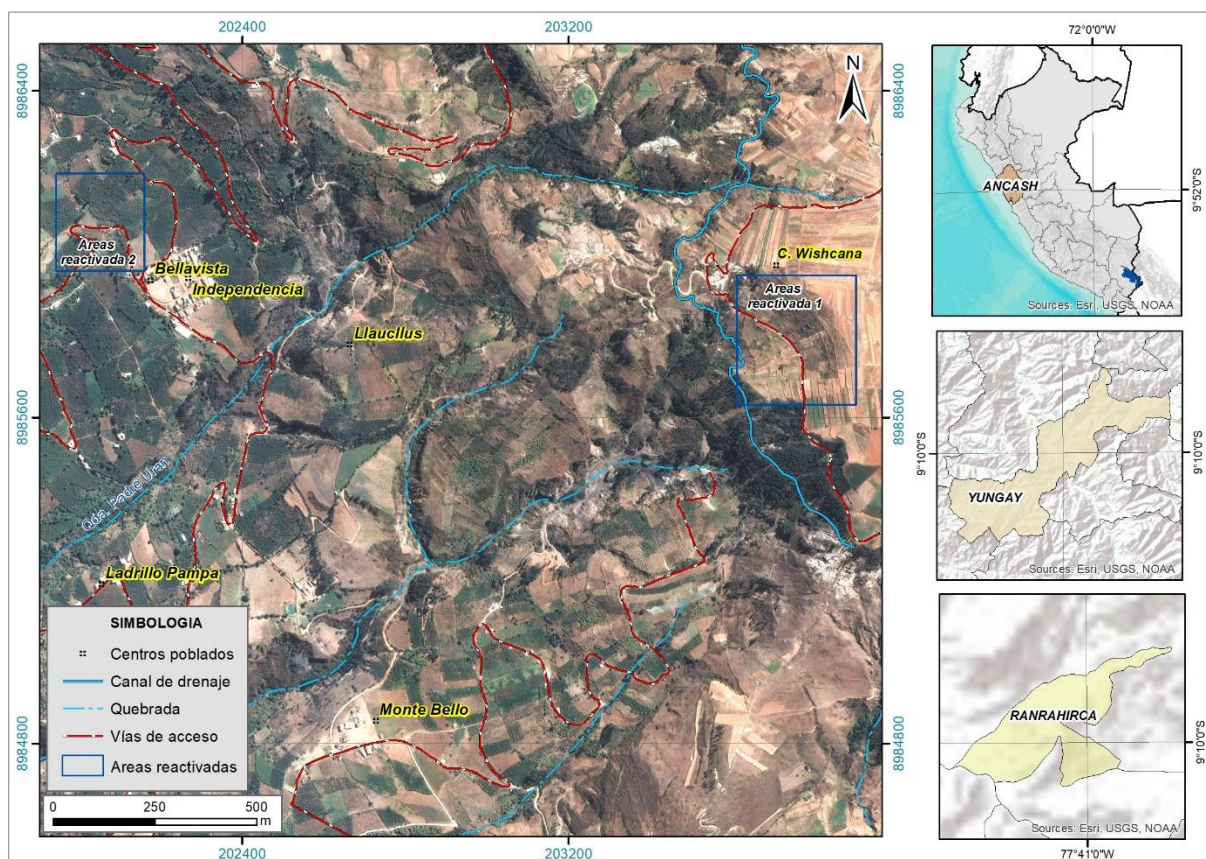


Figura 2. Ubicación del área evaluada, distrito Ranrahirca, provincia de Yungay, departamento de Ancash.

1.3.2. Accesibilidad

Se accede por vía terrestre desde la ciudad de Lima (Ingemmet-sede central), mediante la siguiente ruta (cuadro 2):

Cuadro 2. Rutas y accesos al área evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Ranrahirca	Carretera asfaltada	453	8h 10 minutos
Ranrahirca – Independencia	Carretera asfaltada	5.1	16 minutos
Ranrahirca – Cerro Wishcana	Trocha carrozable	13.2 km	36 minutos

1.3.3. Población

Según el sistema de Información geográfica del Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI, 2017), la distribución poblacional del centro poblado de Nunupata asciende a 120 Habitantes (varones, mujeres y niños), y 37 viviendas censadas. <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

Con apoyo de trabajos de campo se pudo observar que las viviendas de Independencia están construidas en su mayoría de material rústico (adobes), además cuenta con una Institución Educativa Primaria (figura 1).



Descripción	Total
DEPARTAMENTO	ANCASH
PROVINCIA	YUNGAY
DISTRITO	RANRAHIRCA
CENTRO POBLADO	INDEPENDENCIA
CATEGORIA	caserio
CODIGO DE UBIGEO Y CENTRO POBLADO	0220060007
LONGITUD	-77.7088000000
LATITUD	-9.16346333333
ALTITUD	2805.5
POBLACION	120
VIVIENDA	37
AGUA POR RED PUBLICA	si
ENERGIA ELECTRICA EN LA VIVIENDA	si
DESAGUE POR RED PUBLICA	si
VIA DE MAYOR USO	camino carrozable
TRANSPORTE DE MAYOR USO	automovil

Figura 3. Vista de viviendas del sector Independencia, ubicadas en la ladera disectada del cerro Wishcana.

1.3.4. 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.

2. DEFINICIONES

En el presente glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino - Movimientos en Masa GEMMA, del PMA: GCA:

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

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

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.

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

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

DESLIZAMIENTO ROTACIONAL: Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

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.

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.

MOVIMIENTO EN MASA (mass movement, landslide). sin.: Fenómeno de remoción en masa (Co, Ar), proceso de remoción en masa (Ar), remoción en masa (Ch), fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis ingeniero - geológico realizado en el área de estudio, se desarrolló en base a la carta geológica del cuadrángulo de Carhuaz, hoja 19h, elaborado a escala 1/100 000 por Wilson et al. (1967), donde se presentan rocas sedimentarias del cretácico y la secuencia volcánica Yungay del Neógeno. Estas unidades se encuentran cubiertas por depósitos coluviodeluviales, coluviales y aluviales del Cuaternario; éstos últimos a través de la cartografía y en base a la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas se completa en el mapa geológico, presentado en el mapa 1: Anexo 1.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en las laderas que circunscriben el área de estudio corresponden a rocas de origen sedimentario de la Formaciones Chimú (Ki-chi) y rocas volcánicas de la Formación Yungay (Nm-yu). A continuación, se detallará de forma puntual las unidades y depósitos estudiados en campo:

3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi)

De acuerdo a Wilson et al. (1967), esta Unidad sobreyace a la Formación Oyón e infrayace a la Formación Santa, con ligera discordancia y un espesor que 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.

Localmente, el deslizamiento en el cerro Wishcana se produjo sobre arcillitas de color gris oscuro y areniscas limosas altamente meteorizadas y fracturadas en el techo (cuadro 3). Este macizo rocoso se encuentra cubierto por suelos orgánicos aprovechados para la agricultura (Medina, L. 2021).

Esta unidad está asociada a caída de rocas, derrumbes y deslizamientos. De acuerdo a sus características ingeniero – geológicas, se consideran como rocas de regular calidad geotécnica (fotografía 1).

Cuadro 3. Clasificación del grado de fracturamiento de los afloramientos de la Formación Chimú.

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO		
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN
F1	>3 m	Fracturas espaciadas entre si (más de 3)
F2	3 -1 m	Fracturadas espaciadas a veces no distinguidas
F3	1.0 - 0.3 m	Espaciamiento regular entre fracturas
F4	0.30 - 0.05 m	Fracturas muy próximas entre sí. Se separan en bloques tabulares
F5	< 0.05 m	La roca se muestra astillosa y se separan lajas con facilidad

Fuente: ISRM,1981

3.1.2. Depósito coluvial (Q-co)

Los depósitos coluviales corresponden a agregados de fragmentos angulosos de roca, transportados por acción de la gravedad y que se acumulan regularmente en los taludes adyacentes a los macizos rocosos.

En la zona puntual, estos depósitos se encuentran en el interior de las zonas de carcavamiento y pie del deslizamiento reactivado, están compuestos por material detrítico de arenas, limos - arcillas; de compacidad suelta y medianamente plástico (fotografía 2).



Fotografía 1. Afloramiento rocoso, conformado por arcillitas de color gris oscuro y areniscas limosas meteorizadas y fracturada en el techo.



Fotografía 2. Depósitos coluviales, compuestos por material detrítico de bloques arenas, limos - arcillas; de compacidad suelta y medianamente plástico; se tienen algunos bloques con diámetros de hasta 0.6 m.

3.1.3. Depósito coluvio - deluvial (Q-cd)

Son materiales de origen coluvial (caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos) y deluvial (procesos de erosión con bajo transporte), que se encuentran medianamente compactados, cubriendo principalmente el substrato rocoso de la Formación Chimú.

Están compuestos por bloques (3%) de composición sedimentaria y formas angulosas a subangulosas, con diámetro hasta de 0.3 m, gravas (12%) y gravillas (15%) envueltos en una matriz areno limosa (50%), y presencia de arcilla (15%) (figura 4 y cuadro 4).



Figura 4. Depósito coluvial-deluvial, compuestos por bloques de composición sedimentaria, de formas angulosas a subangulosas, con diámetro hasta de 0.60 m, gravas y gravillas envueltos en una matriz areno limosa, y presencia de arcilla

Cuadro 4. Clasificación granulométrica de los depósitos coluvio deluviales.

GRANULOMETRÍA		FORMA		REDONDES		PLASTICIDAD	
%							
3%	Bolos		Esférica		Redondeado		Alta plasticidad
5%	Cantos	X	Discoidal	X	Subredondeado		Med. Plástico
12%	Gravas		Laminar		Anguloso	X	Baja Plasticidad
15%	Gránulos		Cilíndrica		Subanguloso		No plástico
30%	Arenas						
20%	Limos						
15%	Arcillas						

Coordenadas UTM (WGS84): 203807, 8985768.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

En la figura 5 B, se presenta el mapa de alturas, clasificados en tres niveles altitudinales, con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas. El deslizamiento reactivado en la parte alta del cerro Wishcana inicia a una altura de 3229 m s.n.m. Mientras que, el derrumbe ocurrido al noroeste de Independencia inicia a una altura de 2775 m s.n.m.

4.2. Pendientes del terreno

La pendiente 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 la figura 5 A, se presenta el mapa de pendientes del actual relieve del cerro Wishcana, elaborado en base al modelo de elevación digital de 0.30 m de resolución, obtenido a través de fotogrametría (Dron).

En el área de inspección se han identificado los 4 rangos de pendientes (cuadro 5) bien diferenciados debido a la configuración morfológica del relieve, donde se presentan con mayor predominio laderas con pendientes fuertes (15° - 25°) a muy fuerte (25° - 45°) en el deslizamiento activo y latente, con un cambio a terrenos muy escarpado ($> 45^{\circ}$) en las paredes subverticalizadas de las zonas de cárcavamiento (cuadro 5).

Cuadro 5. Rangos de pendiente identificados en el área evaluada.

RANGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
5°-15°	Pendiente moderada	Se presentan en la cima del cerro Wishcana, representado por una topografía redondeada y disectada por cárcavas.	Cima de montaña disectada
15°-25°	Pendiente fuerte	Se presenta de forma muy esporádica en las vertientes coluvio deluviales (depósito de deslizamiento) del cerro Wishcana.	Vertientes coluvio-deluviales con evidencias de deslizamiento antiguos
25°-45°	Pendiente muy fuerte o escarpada	Cubran gran parte de la zona de estudio. Se presenta en la ladera suroeste del cerro Wishcana. El deslizamiento reactivado se formó sobre este rango de pendientes.	Laderas de montaña sedimentaria (Formación Chimú) y vertiente de deslizamiento
>45°	Terreno muy escarpado	Se presenta en las paredes subverticalizadas que forman el interior de las cárcavas y en zonas donde se produjeron derrumbes, que pueden afectar las labores de la minería artesanal.	Laderas de montaña sedimentaria

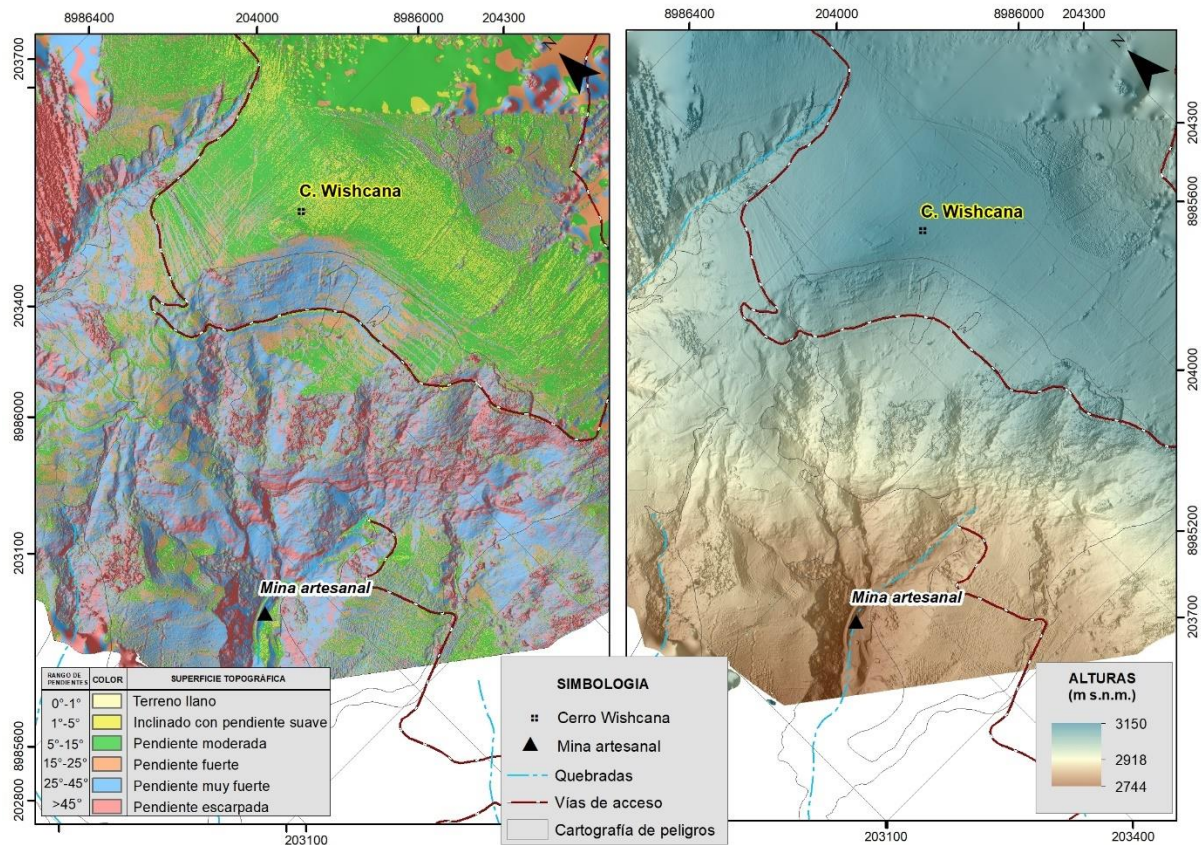


Figura 5. A) Variación de pendientes. B) Modelo digital de elevaciones.

4.3. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (Anexo 1: Mapa 2), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vilchez *et al.*, 2020).

En la figura 6 se muestra las principales unidades y subunidades geomorfológicas identificadas y que conforman el relieve en la zona de estudio. Cabe recalcar que, dichas definiciones y unidades establecidas en el mapa geomorfológico regional del departamento de Ancash, a escala 1/ 1 000 000 (Ingemmet, 2012), fueron complementadas y modificadas con información obtenida en campo.

4.3.1. Unidad de ladera disectada

Subunidad de ladera disectada en rocas sedimentarias (LAD-rs): Relieve modelado en secuencias de la Formación Chimú, conformada por areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas y limoarcillitas. Presentan inclinaciones que varían de fuerte (25° a 45°) a terrenos muy escarpado (>45°), lo que facilita la ocurrencia de movimientos en masa.

4.3.2. Unidad de piedemonte

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores, aquí se tienen:

Subunidad de vertiente coluvial (V-cd): Geoforma formada por la acumulación de material detrítico heterogéneo, de formas angulosos a subangulosos, originado por la acumulación de material caído desde las partes altas, por acción de la gravedad y del agua de escorrentía pluvial. Estas geoformas se presentan en las zonas de carcavamiento a manera de derrumbes.

Vertiente de deslizamiento (V-dd): Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea, con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles. Su morfología es usualmente convexa y con disposición semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despeque del movimiento en masa.

Esta unidad geomorfológica fue identificada en la ladera suroeste del cerro Wishcana, correspondiente al depósito detrítico de un deslizamiento reactivado, y donde se tiene terrenos de cultivo. Esta vertiente de deslizamiento tiene pendientes moderadas a escarpadas. Por su naturaleza es susceptible a presentar nuevas reactivaciones.



Figura 6. Unidades geomorfológicas. LAD-rs: Ladera disectada en roca sedimentaria. V-cd: Vertiente coluvio - deluvial. V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en los sectores de Wishcana e Independencia, corresponden a movimientos en masa de tipo derrumbes y deslizamientos (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). Estos peligros son resultado del proceso de modelamiento del terreno, la presencia de depósitos de eventos antiguos; así como, a la intervención antrópica (mano del hombre), que conllevó a la reactivación de diversos movimientos en masa, debido al riego en exceso de terrenos de cultivo de alfalfa y durazno (riego por inundación) (Anexo 1: Mapa 3).

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

5.1.1. Deslizamiento en el Cerro Wishcana

El 2021 en la ladera suroeste del cerro Wishcana se reactivó un deslizamiento, con plano de falla rotacional (figura 7); formando una escarpa semicircular con longitud de 65 m (fotografía 3), y la distancia entre el escarpe y pie del deslizamiento es de 78 m. En la parte central de la corona se presenta un salto de 1 m (fotografía 4), con reactivaciones en el cuerpo y desniveles de altura hasta 1.5 m.

En el cuerpo del deslizamiento se observó agrietamientos transversales y longitudinales que se prolongan en dirección sureste, con aperturas promedio de 20 cm y profundidad visible hasta de 10 cm (fotografía 5). En el flanco izquierdo, se observó un canal sin revestir, sobre el cual discurre agua de riego y lluvia, generando mayor erosión y profundización en dicho flanco.

Al pie del evento, se formó basculamiento del terreno, generando un desnivel de 0.50 m (fotografía 6), uno respecto al otro y un ancho de 0.30 m, debido al empuje que generó la dinámica del deslizamiento.

El evento desplazó una masa de suelo compuesto por bloques angulosos con diámetro de hasta 0.6 m, gravas, gravillas, arenas, limos y arcillas; afectando un tramo carretero aproximado de 100 m. Parte de este material quedó adosado a la ladera, para posteriormente ser erosionado por agua de escorrentía.

La morfología del área evaluada, aunada a la pendiente muy fuerte (25°-45°), contribuyeron en la reactivación del deslizamiento.

El análisis multitemporal de imágenes satelitales del Google Earth, muestra que, para finales del 2019, se realizaron cortes en la ladera sureste del cerro Wishcana, generando la pérdida del equilibrio de montañas con laderas inclinadas. Coadyuvado a ello se tiene grandes áreas de cultivo de alfalfa y durazno en la ladera y cima del cerro referido (fotografía 7); plantaciones que requieren cantidades considerables de agua de riego; y el cual es abastecido a través de sistemas de riego por inundación.

Al sureste y a 45 m aproximadamente, se produjo un derrumbe de 10 ha, con un ancho promedio de 14 m en la parte media. Sobre la masa desplazada, se está generando procesos de erosión de ladera en surcos, formando canales de 0.20 cm de ancho (figura 8), debido a la escorrentía pluvial.

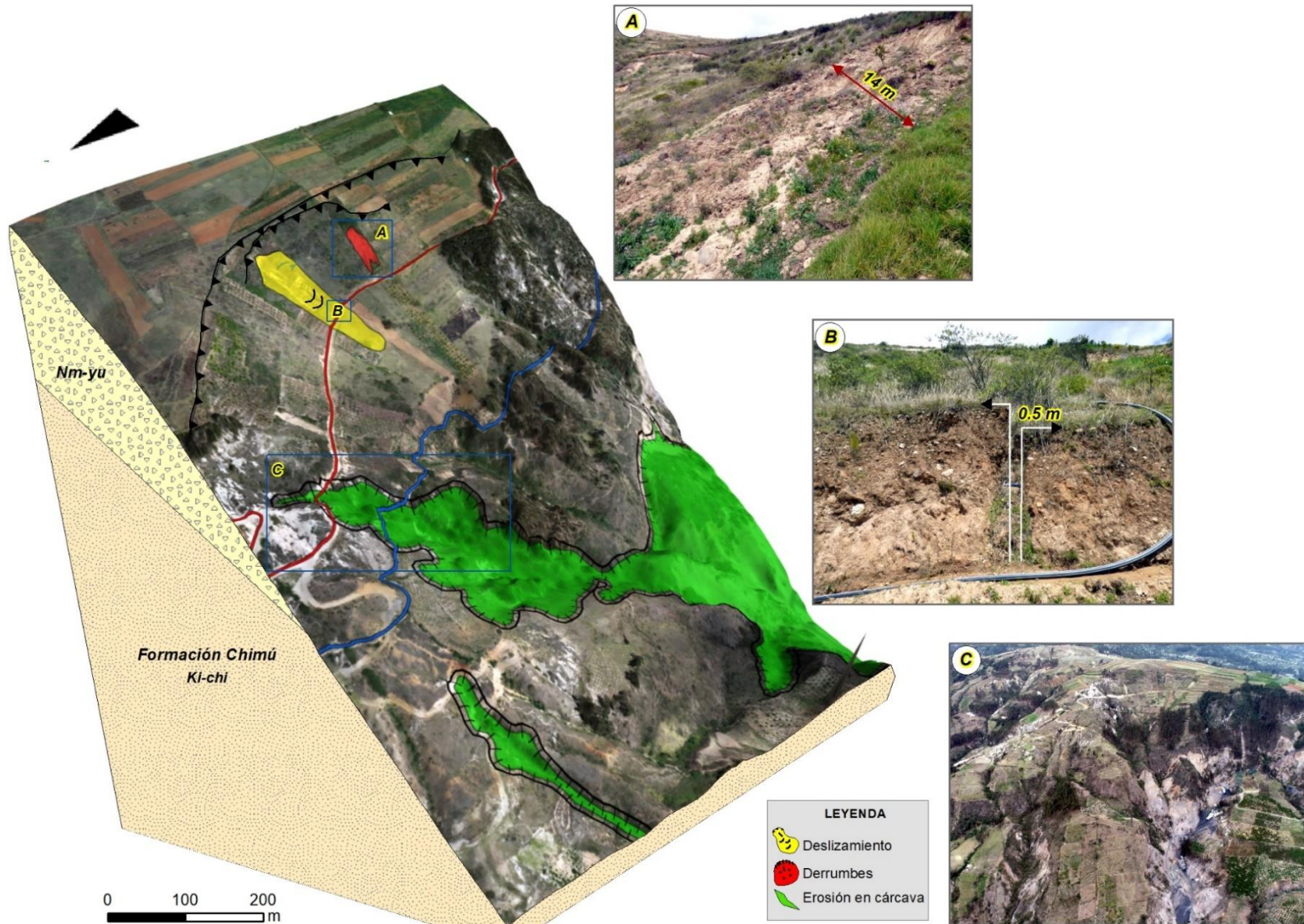


Figura 7. Imagen del deslizamiento producido en la ladera suroeste del cerro Wishcana, producto de la reactivación de un evento antiguo; formando una escarpa de forma semicircular, de 65 m de longitud, y la distancia entre el escarpe y pie del deslizamiento es 78 m.



Fotografía 3. Vista del deslizamiento reactivado en la aldea suroeste del cerro Wishcana, con escarpa de forma semicircular y una longitud de 65 m.



Fotografía 4. Escarpa semicircular del deslizamiento principal, en la zona media de la corona se observa 1 m de salto.



Fotografía 5. Agrietamientos longitudinales y transversales producidos en el cuerpo del deslizamiento, con aperturas de hasta 20 cm.



Fotografía 6. Desplazamiento del terreno, en dos bloques, producto de la dinámica del evento, el cual afectó tramo carretero en 100 m aproximadamente.



Fotografía 7. Vista de terrenos de cultivo, que son regados por inundación, ello está contribuyendo en la reactivación de deslizamientos y derrumbes.

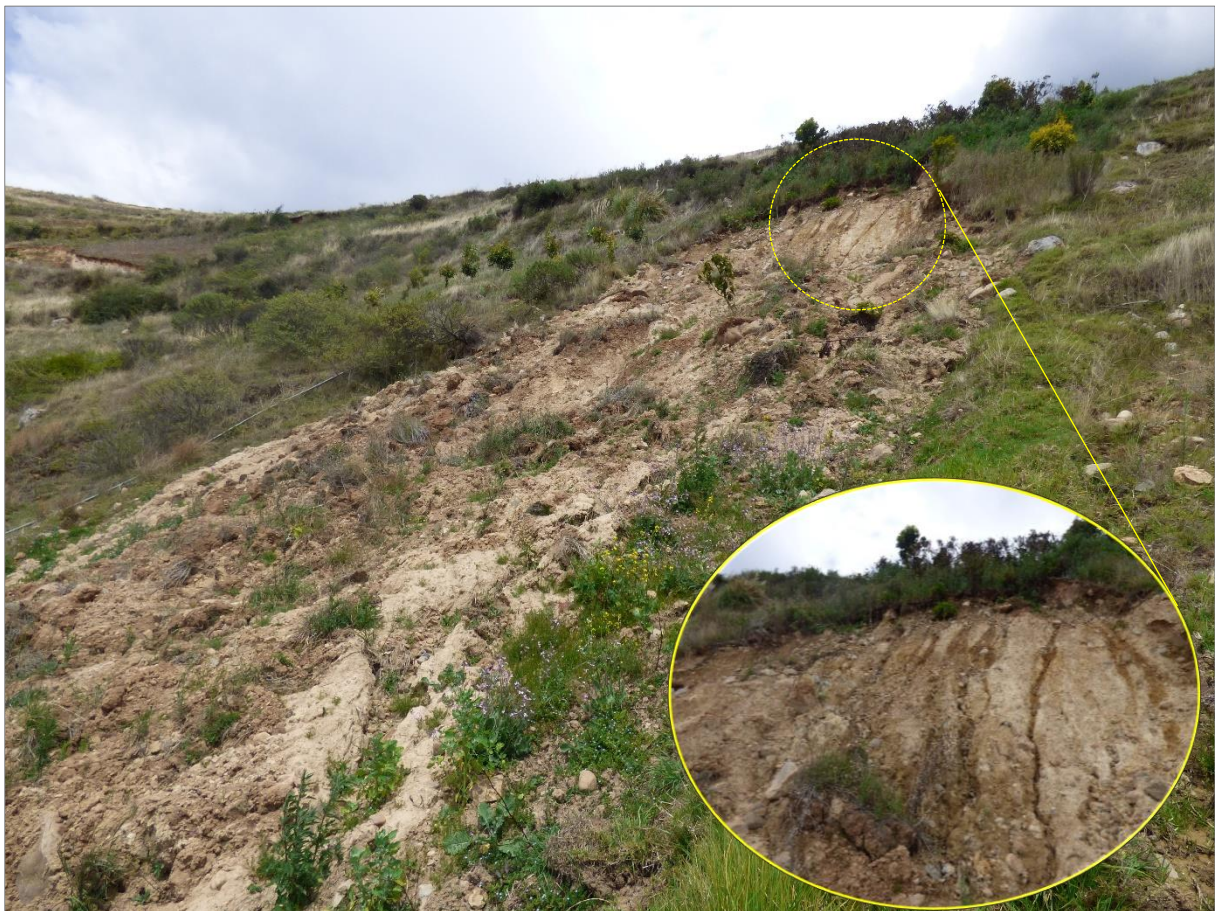


Figura 8. Vista del derrumbe reactivado en la ladera suroeste del cerro Wishcana.

Por otro lado, en la ladera sureste del cerro Wishcana también se produjeron grandes procesos por erosión en cárcavas, formando canales anchos y profundos de hasta 60 m, ya que estas cárcavas funcionan como conductos receptores de las aguas que descienden de los terrenos de cultivo de alfalfa y agua de escorrentía (fotografía 8).

En las paredes subverticalizadas de las cárcavas, se desarrollaron continuos derrumbes (fotografía 9), especialmente a la altura la mina artesanal, ubicado en las coordenadas WGS 84 (203367, 8985487), por la extracción de materiales, desestabilizando las laderas, conformadas por areniscas, intercaladas con lutitas y arcillitas de la Formación Chimú.



Fotografía 8. Zonas de cárcavamiento en de la ladera suroeste del cerro Wishcana, muestra avance retrogresivo y una profundidad visible de 60 m.



Fotografía 9. Vista de derrumbes continuos en el interior de las cárcavas.

5.1.2. Derrumbe en el sector Independencia

Al noroeste del sector Independencia, a 140 m aproximadamente, se produjo un derrumbe de 0.3 ha (figura 9), con ancho promedio de 37 m en la parte media, afectando terrenos de cultivos de durazno.

El evento se produjo con una inclinación de 28°, en suelos areno arcillosos, de estructura masiva y una compacidad blanda (figura 10). Afectó un tramo de 43 m de la trocha carrozable.

En el cuerpo del derrumbe se formó pequeños agrietamientos longitudinales (fotografía 10), con aperturas milimétricas (0.10 m).

Características visuales del evento

- Zona de arranque del derrumbe: irregular continua.
- Características del depósito: Suelos granulares color marrón, de mediana plasticidad y textura arenoso.
- El derrumbe tiene un ancho promedio de 43 m y una distancia entre la zona de arranque y pie del derrumbe es 102 m.
- Las áreas que circunscriben al derrumbe son utilizadas para cultivo de durazno, plantación que requiere abundante cantidad de agua, provocando mayor saturación y humedecimiento del terreno; posteriormente la activación y/o reactivación de movimientos en masa.
- La pendiente de la ladera varía entre 20° a 30° (muy fuerte).

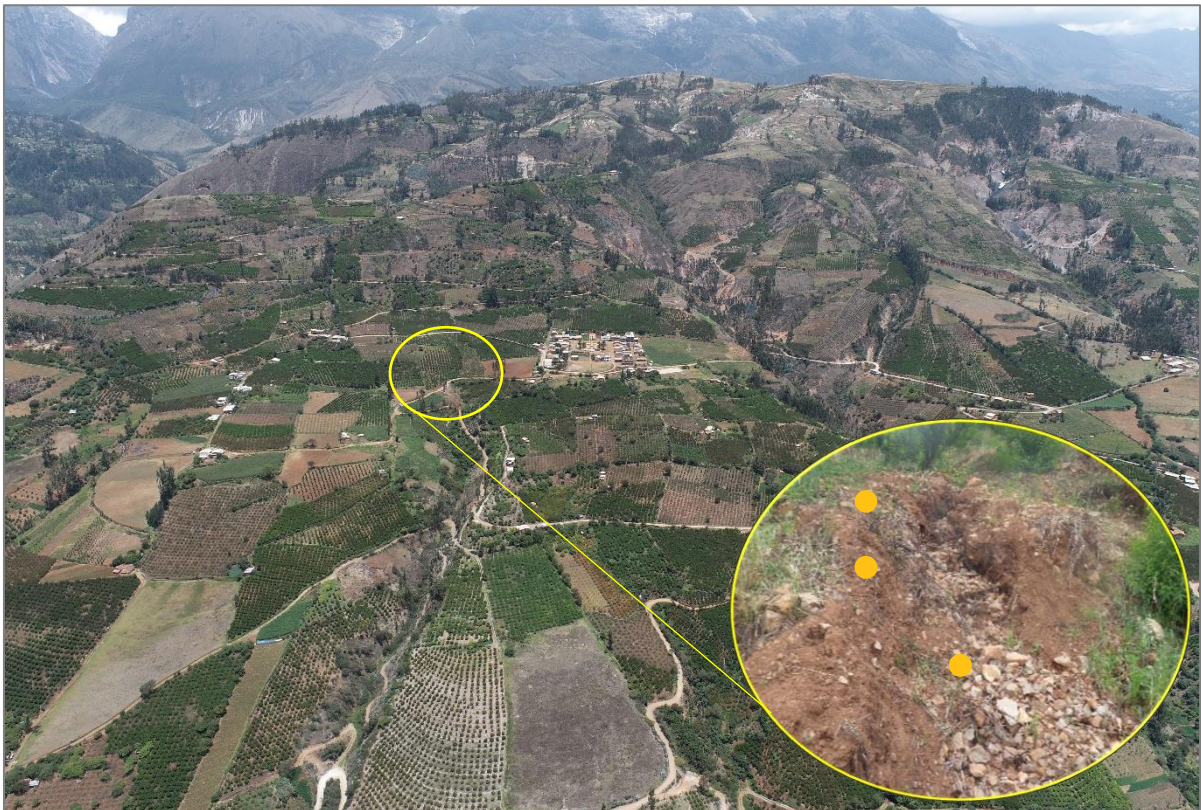


Figura 9. Derrumbe ocurrido al noroeste del sector Independencia, afectando terrenos de cultivo de durazno.



Figura 10. Vista del derrumbe ocurrido en suelos arenos arcillosos, se aprecian terrenos con una inclinación de 28°.



Fotografía 10. Agrietamientos longitudinales, con aperturas milimétricas, en el cuerpo del derrumbe activo.

6. MECANISMOS ASOCIADOS A LA INESTABILIDAD DEL DESLIZAMIENTO

6.1. Factores condicionantes

Factor litológico

En la parte alta del cerro Wishcana, específicamente a la altura de la minera artesanal, el substrato rocoso, conformado por areniscas, lutitas y arcillitas, se encuentra de fracturado (F4) a muy fracturado (F5) produciendo fragmentos de roca comprendidos entre diámetros de 0.10 m a 1 m, que por gravedad se desplazan cuesta abajo, formando depósitos coluviales.

Es importante mencionar que, las lutitas y limoarcillitas son rocas poco competentes, que al meteorizarse originan suelos con propiedades poco resistentes, varían con el grado de humedad y la rapidez con la que se aplican los esfuerzos, siendo en estos materiales donde se produjo la reactivación del deslizamiento.

Por otro lado, se tiene suelos que son utilizados para la agricultura, con mediana plasticidad, y de compacidad blanda, al entrar en contacto con el agua pierden resistencia al corte, generando de esa manera los derrumbes y deslizamientos.

Factor geomorfológico

Los sectores de Wishcana e Independencia se encuentran situadas en laderas disectadas en rocas sedimentarias, presentando una topografía relativamente accidentada debido a los procesos erosivos en carcavamientos. Aunado a ello se tienen pendientes que varían de fuerte a muy fuerte o escarpadas; lo que contribuye que, el material suelto disponible en las laderas se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo, por efecto de la gravedad.

6.2. Actividad antrópica

El uso de riego no tecnificado de los terrenos de cultivo de alfalfa, durazno, entre otros (riego por inundación) (figura 11), específicamente en el cuerpo del deslizamiento del cerro Wishcana y el derrumbe activado al noroeste de Independencia, está generando mayor saturación y humedecimiento del terreno. Cabe mencionar que, según AZUD (soluciones agricultura), las necesidades hídricas de la alfalfa, el total del ciclo varía de 700 a 900 mm de agua.



Figura 11. A) Canal de riego situado por encima de la corona del deslizamiento del cerro Wishcana. B) Canal de riego situado en el cuerpo del derrumbe de Independencia.

7. CONCLUSIONES

1. El cerro Wishcana está conformado por un substrato rocoso de areniscas, intercaladas con lutitas y limo - arcillitas de la Formación Chimú, se encuentra altamente meteorizado y fracturado a muy fracturados produciendo fragmentos de roca comprendidos entre diámetros de 0.30 m a 1 m, que por gravedad se desplazan cuesta abajo, formando depósitos coluviales.
2. Los depósitos coluviales y coluviodeluviales, utilizados para la agricultura, presentan mediana plasticidad y compacidad blanda, al entrar en contacto con el agua pierden resistencia al corte.
3. En el contexto morfológico, los sectores de Wishcana e Independencia se encuentran situadas en laderas disectadas, de topografía relativamente accidentada debido a los procesos erosivos en cárcavas. Aunado a ello se tienen pendientes que varían de fuerte a muy fuerte o escarpadas; lo que contribuye que, el material suelto disponible en las laderas se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo, por efecto de la gravedad.
4. El 2021, en la ladera suroeste del cerro Wishcana, se reactivó un deslizamiento antiguo rotacional, formó un escarpe de forma semicircular con longitud de 65 m. Además, presenta múltiples desplazamientos, agrietamientos longitudinales y transversales; que afectaron terrenos de cultivo y un tramo carretero de 100 m.
5. Al noroeste de sector Independencia, en la parte media, ocurrió un derrumbe con un área de 0.3 ha y ancho promedio de 37 m, afectó terrenos de cultivo de durazno y tramo carretero de 43 m.
6. La práctica inadecuada de riego (inundación) de terrenos de cultivo de alfalfa, durazno y otras plantaciones en el cuerpo y áreas adyacentes del deslizamiento y derrumbe, es considerado como el principal factor desencadenante de la reactivación de los mismos, porque genera mayor saturación, humedecimiento y por ende pérdida de estabilidad del terreno.
7. Las labores mineras artesanales realizadas en el interior de la zona de cárcavamiento incrementan la inestabilidad de las paredes subverticalizadas de la cárcava, produciendo el ensanchamiento y profundización del mismo, así como la ocurrencia de nuevos derrumbes.
8. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa que presentan los deslizamientos ubicados en los sectores Cerro Wishcana y al oeste de Independencia, se les considera como **zonas de Peligro Alto**, a la ocurrencia de movimientos en masa y otros peligros (cárcavas)

8. RECOMENDACIONES

NO ESTRUCTURALES

1. Realizar estudios para reemplazar el cultivo de alfalfa y durazno en la zona, ya que esta al requerir mucha agua para su cultivo, tiende a producir la inestabilidad de los taludes (genera saturación de los terrenos). Este es considerado uno de los principales factores en acelerar la reactivación de los procesos por movimientos en masa (derrumbes deslizamientos) y otros peligros (erosión de ladera) en Wishcana e Independencia
2. Implementar planes de forestación, principalmente en la ladera suroeste del cerro Wishcana y alrededores, con plantaciones nativas, los cuales servirán para reducir o atenuar la y erosión del suelo. Así mismo coadyuvara en la reducción de infiltración de agua pluvial.
3. A las autoridades locales se recomienda, realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos y gestión del riesgo de desastres, con el fin de que, la intervención antrópica no acelere los procesos activación y/o reactivación de movimientos en masa. Así mismo, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de nuevos eventos.

ESTRUCTURALES

1. El estudio de detalle permitirá determinar el tipo de medidas estructurales a realizar, entre ellos la construcción de zanjas de coronación impermeabilizados por encima de la corona del deslizamiento, con el propósito de captar las aguas de escorrentía que se formen en la ladera superior, derivándolas hacia quebradas próximas por medio de canales revestidos. Estas medidas deben ser diseñadas por un especialista.
2. Realizar un estudio integral para el tratamiento de las zonas de cárcavamiento que contemple los siguientes principios básicos de control de cárcavas
 - a. Mejorar las condiciones de la zona desde donde vierte el agua a la cárcava para reducir la escorrentía (por ejemplo, aumentando la cobertura por vegetación).
 - b. Desviar, si fuera necesario, toda o parte de la escorrentía que entra en la cárcava proveniente del riego de los cultivos situados en la parte alta.
 - c. Estabilizar la cárcava mediante medidas estructurales (casi siempre por diques de retención) y si fuera necesario revegetación.

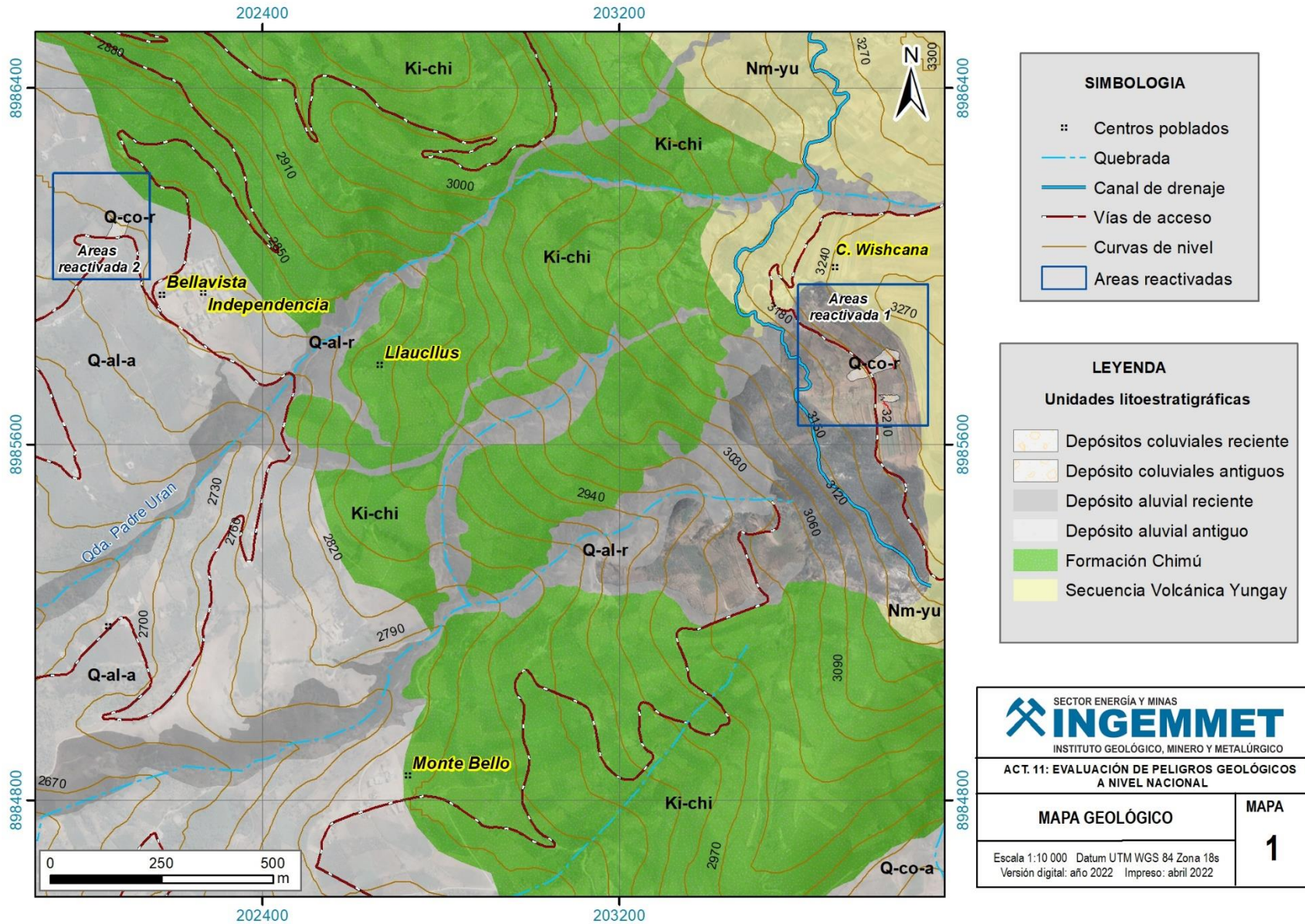
Ing. DULIO GOMEZ VELASQUEZ
Especialista en Peligros Geológicos

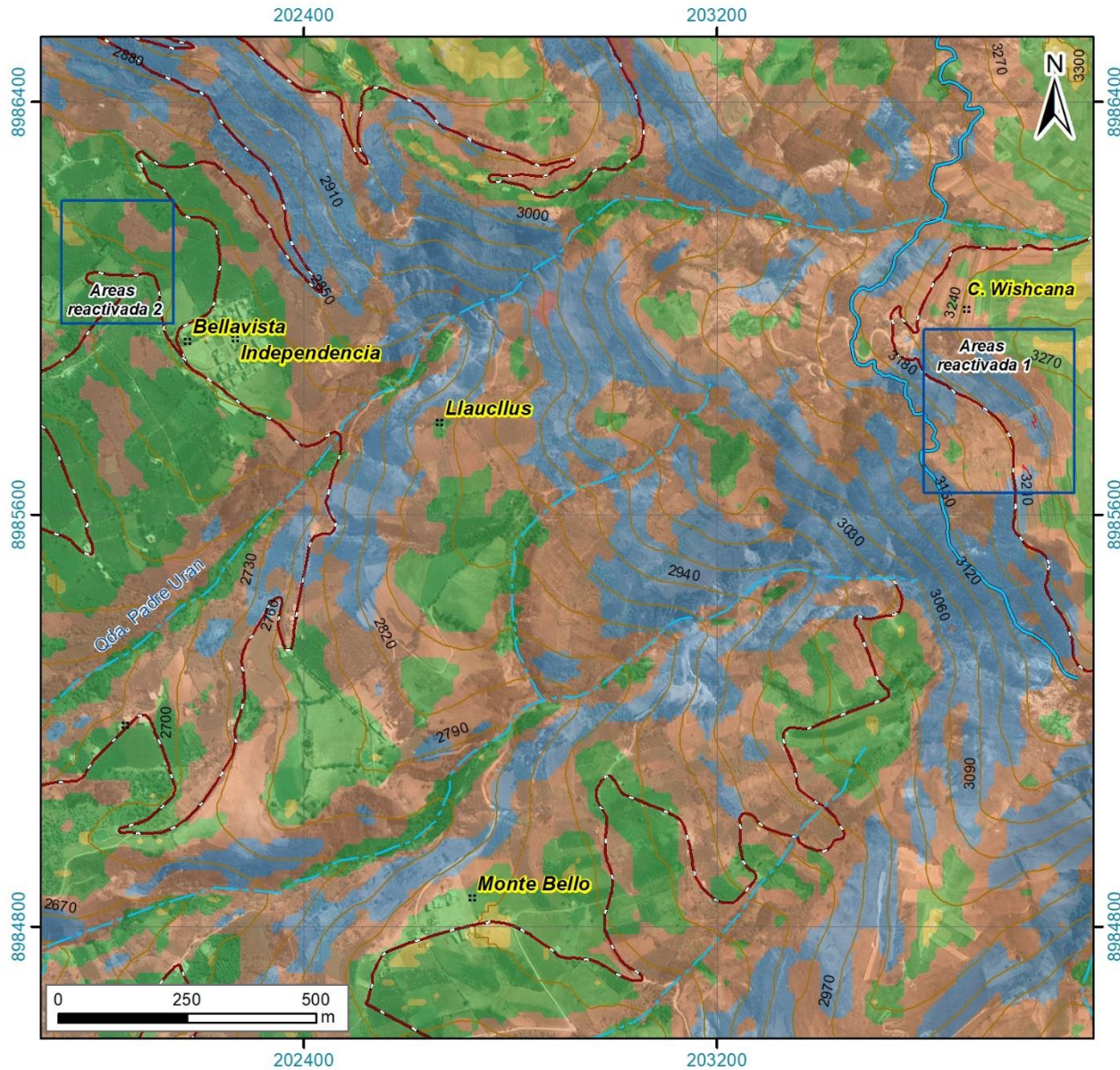
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

9. BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- González, L.; Ferrer, M.; Ortuño, L. & Oteo, C., eds. (2002) - Ingeniería Geológica. Madrid: Pearson Educación, 732 p.
- Medina, L. (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.
- 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.
- Suárez, J. (1998) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Universidad Industrial de Santander, 548 p.
- 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





SIMBOLOGIA

- :: Centros poblados
- Quebrada
- Canal de drenaje
- Vías de acceso
- Curvas de nivel
- Areas reactivadas

RANGO DE PENDIENTES	COLOR	SUPERFICIE TOPOGRÁFICA
0°-1°	Yellow	Terreno llano
1°-5°	Light Green	Inclinado con pendiente suave
5°-15°	Green	Pendiente moderada
15°-25°	Orange	Pendiente fuerte
25°-45°	Blue	Pendiente muy fuerte
>45°	Red	Pendiente escarpada

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA DE PENDIENTES	MAPA
Escala 1:10 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2022 Impreso: abril 2022	2

