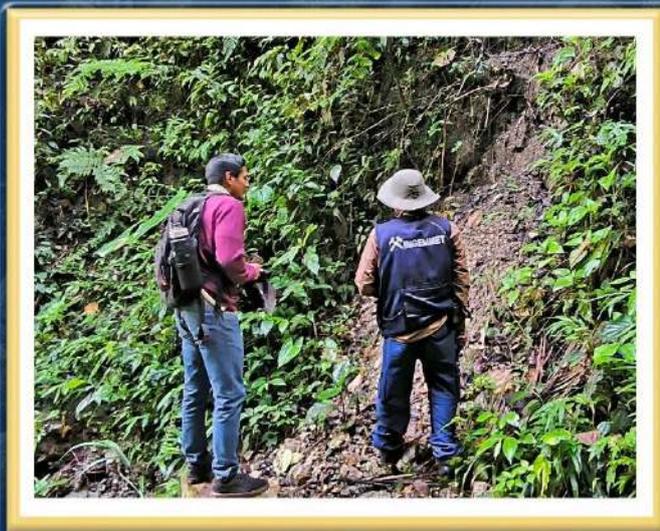


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7526

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN ESPECIALIZADO EN GANADERÍA EN PEÑAFLOR (INIGOX-UNDAC)

Departamento: Pasco
Provincia: Oxapampa
Distrito: Oxapampa



JULIO
2024

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN ESPECIALIZADO EN GANADERÍA EN PEÑAFLORES
(INIGOX-UNDAC)**

Distrito Oxapampa, provincia Oxapampa, departamento Pasco

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

Equipo de investigación:

*Angel Gonzalo Luna Guillen
Segundo Núñez Juárez*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2024). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el instituto de investigación especializado en ganadería en Peñaflores (INIGOX-UNDAC), distrito y provincia de Oxapampa, departamento Pasco*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7526, 32 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Objetivos del estudio	6
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	6
1.4. Aspectos generales.....	8
1.4.2. Accesibilidad	9
1.4.3. Población	9
1.4.1. Clima	11
2. DEFINICIONES	12
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	14
3.1. Unidades Litoestratigráficas	14
3.2. Depósitos superficiales	16
3.2.1. Depósito proluvial.....	16
3.1.1. Depósito coluvio-deluvial.....	17
3.1.2. Depósito fluvial.....	18
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	19
4.1. Pendientes del terreno	19
4.2. Unidades geomorfológicas	22
4.2.1. Unidad de Montaña	22
4.2.2. Unidad de vertiente	23
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	26
5.1. Peligros por movimientos en masa.....	26
5.2. Factores condicionantes	33
5.3. Factores desencadenantes	34
5.4. Factores Antrópicos	34
6. CONCLUSIONES	36
7. RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA:	40
ANEXO 1	41

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el Instituto de Investigación Especializado en Ganadería en Peñaflores de la UNDAC (INIGOX-UNDAC), pertenecientes a la jurisdicción distrital y provincia Oxapampa, departamento Pasco. 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.

Litológicamente, el substrato rocoso en la zona evaluada está compuesto por areniscas conglomerádicas en la base, seguidas de niveles de lutitas verdes en la parte media y areniscas blancas con laminaciones de canal en la parte superior. Las areniscas y lutitas están completamente meteorizadas, formando suelos residuales de arena y arcilla plástica, respectivamente adosados en las márgenes de las quebradas denominadas “Peñaflores 1 y 2”. Ambos tipos de roca se presentan desde muy fracturado hasta fragmentado. Los estratos tienen rumbos entre N300° y N310°, con buzamientos entre 40° y 55° hacia el NE.

En cuanto a los depósitos cuaternarios se tienen: proluviales y coluvio-deluviales antiguos en la ladera oeste del cerro UNDAC, son acumulaciones de gravas, arenas, limos y arcillas transportados por el agua y la gravedad desde áreas elevadas. Estos depósitos contienen una variedad de rocas sedimentarias, como areniscas, lutitas y conglomerados, así como rocas calcáreas y areniscas. Forman piedemontes coluvio-deluviales en la base de la ladera, vulnerables a la erosión durante lluvias intensas o crecidas del río, y están disectadas por las quebradas “Peñaflores 1 y 2”, las cuales a su vez albergan acumulaciones de sedimentos formadas por flujos antiguos excepcionales, principalmente compuestas por bloques con diámetro de hasta 1 m, gravas, arenas y limos. Estos depósitos son inestables y susceptibles a generar nuevos flujos de detritos.

En la ladera oeste del cerro UNDAC también se encuentran depósitos coluviales-deluviales más recientes, provenientes de deslizamientos y procesos gravitacionales, compuestos mayormente por material suelto y fragmentado, incluyendo rocas, suelo y restos de vegetación, en una matriz limo-arcillosa. Estos depósitos, originados por deslizamientos previos, muestran materiales frescos poco consolidados y son vulnerables a la erosión durante eventos climáticos intensos o sismos, representando un peligro para las áreas bajas habitadas.

El piedemonte coluvio-deluvial presenta pendientes moderadas (5°-15°), donde se formaron cuerpos de deslizamientos antiguos que ahora se presentan como elevaciones en el terreno. Estas áreas muestran laderas con pendientes fuertes (15°-25°), aunque menos pronunciadas que las laderas de montaña (>45°). Los cuerpos de deslizamientos antiguos, estabilizados con el tiempo, se manifiestan como geformas positivas, con características propias como crestas, escarpas, colinas y terrazas, que revelan eventos pasados de reactivaciones de un deslizamiento principal.

En cuanto a los peligros identificados se tienen: dos flujos de detritos ocurrido aproximadamente en marzo del 2024, uno de la quebrada Peñaflores 1 y otro de la quebrada Peñaflores 2. El primero impactó el acceso a INIGOX-UNDAC (afectando 15 m de trocha carrozable), con un recorrido de 800 m lineales, arrastró bloques con diámetro de hasta 50 cm y erosionó las márgenes de su cauce y parte de la plataforma de la trocha carrozable. El segundo, de 1.2 km de longitud, tuvo una mayor cantidad de material detrítico, pero bloques más pequeños (10 cm). Ambos desembocaron en el río Santa Cruz, mostrando una alta

capacidad de transporte y erosión, con el segundo sugiriendo una magnitud mayor que podría tener un impacto significativo en las áreas circundantes en el futuro.

Además, se identificó el cuerpo de 01 deslizamiento antiguo (D1) en la ladera oeste del cerro UNDAC. Tiene una corona y un escarpe principal degradado a una cota de 2065 m, abarcando un área de aproximadamente 0.14 km² y una longitud de 980 m. Su pie de avance está en la cota 1770, con una altura (desnivel entre el pie de avance y corona) de 295. Su cuerpo principal tiene tres reactivaciones parciales (D2, D3 y D4), con escarpes ubicados en las cotas 1890, 1870 y 1835 respectivamente, con pies de avance cerca de la quebrada Peñaflor 2. Aunque estas reactivaciones no han generado movimientos masivos recientes, la saturación del material detrítico y la deforestación podrían desencadenar futuras reactivaciones, especialmente debido a actividades como el cultivo de pastos, ganadería y construcciones sin control geotécnico.

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa, se determina que el Instituto de Investigación Especializado en Ganadería en Peñaflor de la UNDAC (INIGOX-UNDAC) **presenta Peligro Alto por flujos de detritos** estacionales de las quebradas "Peñaflor 1 y 2" y por susceptibilidad de reactivaciones en el cuerpo del deslizamiento D1.

Por todo lo expuesto anteriormente, se recomienda respetar el cauce natural de las quebradas, Implementación de sistemas de alerta temprana y planes de evacuación en caso lluvias repentinas, para garantizar la seguridad de los estudiantes, personal administrativo y facilitar una respuesta rápida y efectiva, construcción de defensas ribereñas a lo largo del río Santa Cruz y badenes para la quebrada "Peñaflor 1", entre otras medidas estructurales y no estructurales citadas en el presente informe.

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 Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión según Oficio N°256-2023-UNDAC/R, en el marco de nuestras competencias se realizó una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los alrededores del centro de Investigación especializado en ganadería en Peñaflores.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Gonzalo Luna Guillen y Segundo Núñez Juárez, realizar la evaluación de peligros geológicos, el día 09 de abril del 2024.

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, fotografías terrestres y aéreas), la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad provincial de Oxapampa 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, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el Instituto de Investigación Especializado en Ganadería en Peñaflores de la UNDA (INIGOX-UNDA), que podría comprometer infraestructura, proyectos de investigación, ganadería y la seguridad física de estudiantes y docentes.
- b) Determinar los factores condicionantes que influyen en la ocurrencia de dichos peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados en los alrededores del área de evaluación, se tiene la siguiente información:

- A. Informe N° 03-2024-ARRV-INIGOX-UNDA “Evaluación de riesgos e incidentes en infraestructura de INIGOX-UNDA-OXAPAMPA”, Este informe alcanzado por representantes de la INIGOX-UNDA, describe antecedentes de peligros naturales en sus áreas de estudio e investigación, siendo los principales los huacos, que podrían llegar a afectar construcciones como: laboratorios, auditorios, almacenes, entre otros.



Figura 1. Imágenes del flujo de detritos ocurrido en marzo del 2024.

- A) Boletín N° 73, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: (Luque et al., 2020). Describe la morfología , geología y eventos de peligros geológicos suscitados en los alrededores del área de estudio (Tabla 1), así mismo realiza el mapa de susceptibilidad de la región, donde se observa que las laderas que rodean el área de se encuentran **de Muy Alta, Alta y Media susceptibilidad.**

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 2).

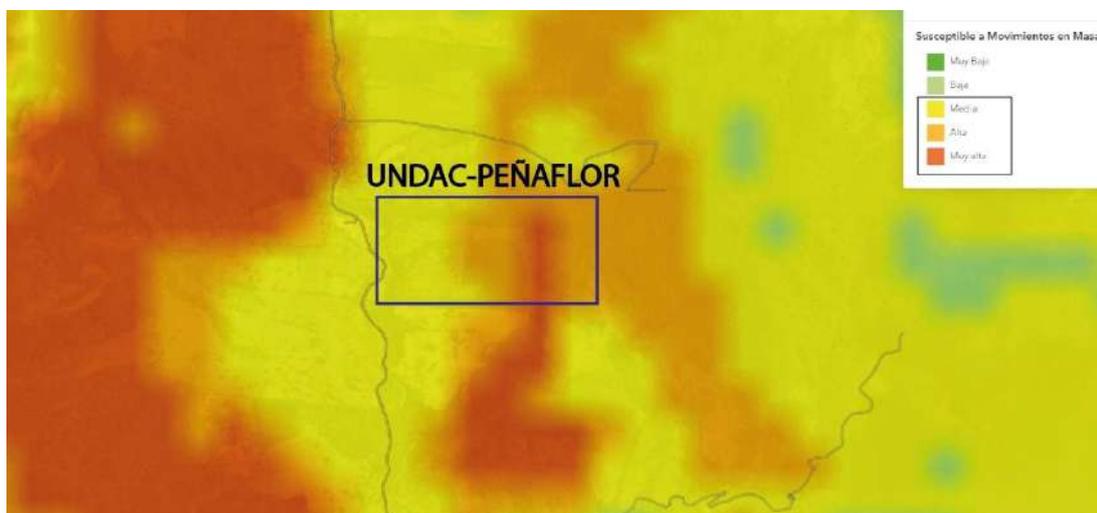


Figura 2. Susceptibilidad del área de estudio a movimientos en masa (Fuente: Geocatmin), se debe tener en cuenta este mapa como referencia dado a su escala de trabajo (mayor a la escala del presente informe).

- A) Boletín N° 78, Serie A, Geología de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced. Hojas 121-m, 22-I, 22-m, 23-m: (Monge et al., 1996). Describe la geología en el área de estudio destacando principalmente unidades sedimentarias del Grupo Oriente conformado en la base por areniscas conglomeradicos de color blanco y rojo, hacia la parte media se encuentra niveles de lutitas verdes y al tope areniscas blancas con laminaciones de canal, además de depósitos cuaternarios tipo aluvial.

Tabla 1. Principales sectores afectados por inundaciones en Pasco

Fecha de ocurrencia	Descripción
07/12/1997	Inundación en La Esperanza, Los Pinos, Chacos y Mesapata. Se desbordaron los ríos Llamaquizu, La Esperanza, San Alberto y San Luis, ocasionando inundaciones en los distritos: Oxapampa, Puerto Bermúdez, Villa Rica, Pozuzo, pertenecientes a la provincia Oxapampa. Dejó un saldo de 236 personas damnificadas, tres fallecidas, 215 afectadas, 22 heridas y 45 desaparecidas; 43 viviendas afectadas y 28 destruidas; dos centros educativos afectados y cuatro puentes afectados; 289 ha de cultivo perdidos.

1.4. Aspectos generales

1.4.1. Ubicación

Geográficamente el área de inspección corresponde a la margen izquierda de la denominada localmente quebrada “Santa Cruz” a la cual trataremos como río principal debido a su ancho de cauce y flujo constante, cabe resaltar que el área de estudio corresponde a la ladera este del cerro denominado UNDAC (2115 m s.n.m) y esta disectado por las quebradas nombradas en el presente informe como “Peñaflor 1 y 2”.

Políticamente se encuentra en el distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco.



Figura 3. Imagen área de ubicación al acceso de la INIGOX-UNDAC.

El área de inspección y análisis está comprendida entre las coordenadas de la Tabla 2.

Tabla 2. Coordenadas del área evaluada

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Sur	Latitud	Longitud
1	457522.00 m E	8820362.00 m S	-10.671083°	-75.388410°
2	460018.00 m E	8820371.00 m S	-10.671029°	-75.365587°
3	460029.00 m E	8821194.00 m S	-10.663586°	-75.365477°
4	457532.00 m E	8821193.00 m S	-10.663568°	-75.388309°
Coordenada central				
CC	457922.00 m E	8820785.00 m S	-10.667262°	-75.384747°

1.4.2. Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio se realizó por vía terrestre desde la oficina central de Ingemmet (Lima), hasta la localidad de Oxapampa mediante la siguiente ruta (cuadro 1):

Cuadro 1. Rutas y accesos al área evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ingemmet – Oxapampa	Asfaltada/Trocha carrozable	450	11 hrs
Oxapampa – INIGOX-UNDAC	Asfaltada/Trocha carrozable	1	10 min

1.4.3. Población

Según el informe N° 03-2024-ARRV-INIGOX-UNDAC “Evaluación de riesgos e incidentes en infraestructura de INIGOX-UNDAC-OXAPAMPA”, remitido por la UNDAC, en el área de inspección existen:

- 01 caseta de seguridad de 3x5 m.
- 01 oficina de 4x5 m
- 01 laboratorio de 8x6 m
- 01 auditorio de 8x5 m
- 02 almacenes de 4x3
- 01 establo con 10 box (37x15 m)
- 01 establo con 5 box (22x15 m)
- 01 vivienda del técnico de campo 5x6 m.

Estas oficinas albergan tanto a equipos técnicos humanos, profesores universitarios, alumnos, cabezas de ganado y personal de apoyo como seguridad, y limpieza.

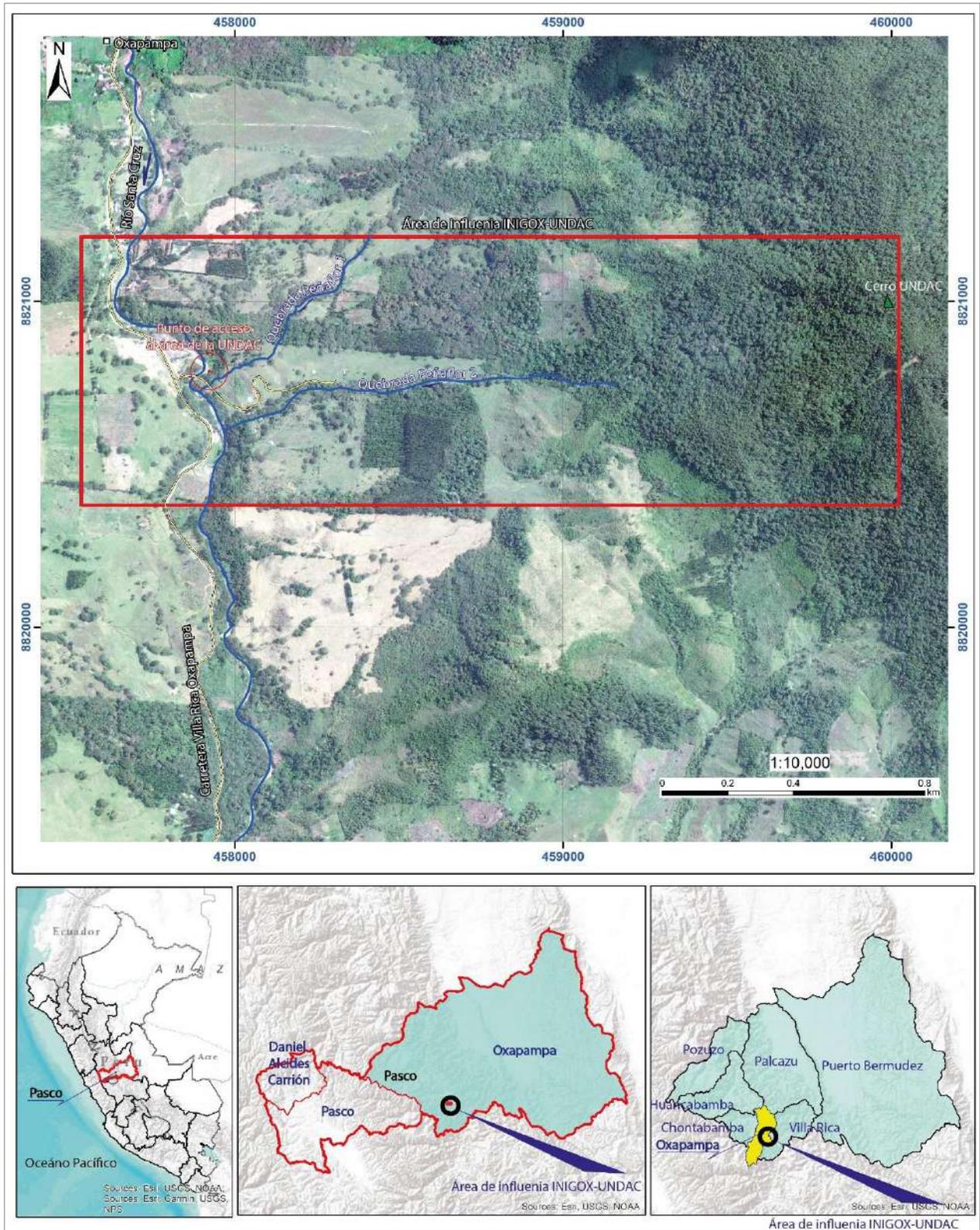


Figura 4. Mapa de ubicación del área evaluada (INIGOX-UNDAC).

1.4.1. Clima

Según el mapa de isoyetas de precipitación anual acumulada (SENAMHI, 2010b), en periodo lluvioso normal (Figura 5), en las provincias Pasco y Daniel Alcides Carrión, las lluvias varían entre 400 y 2200 mm y para ceja de selva entre 2200 y 3000 mm. En presencia del Fenómeno El Niño (1997-1998) en las provincias Pasco y Daniel A. Carrión se tuvieron lluvias entre 400 y 1000 mm y para Oxapampa entre 1000 y 2800 mm (SENAMHI, 2010c).

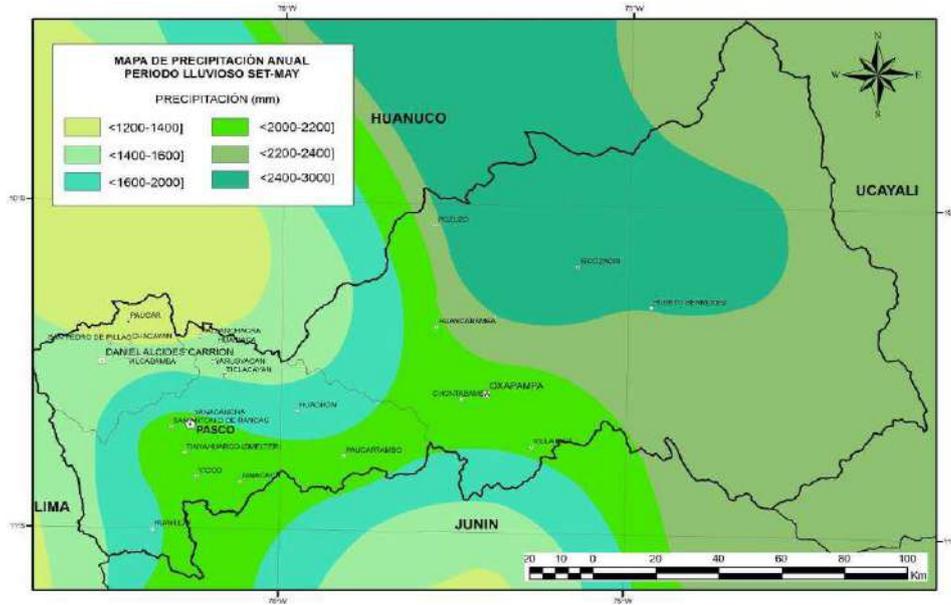


Figura 5. Mapa de isoyetas para el periodo lluvioso, setiembre-mayo . Fuente: SENAMHI,2022.

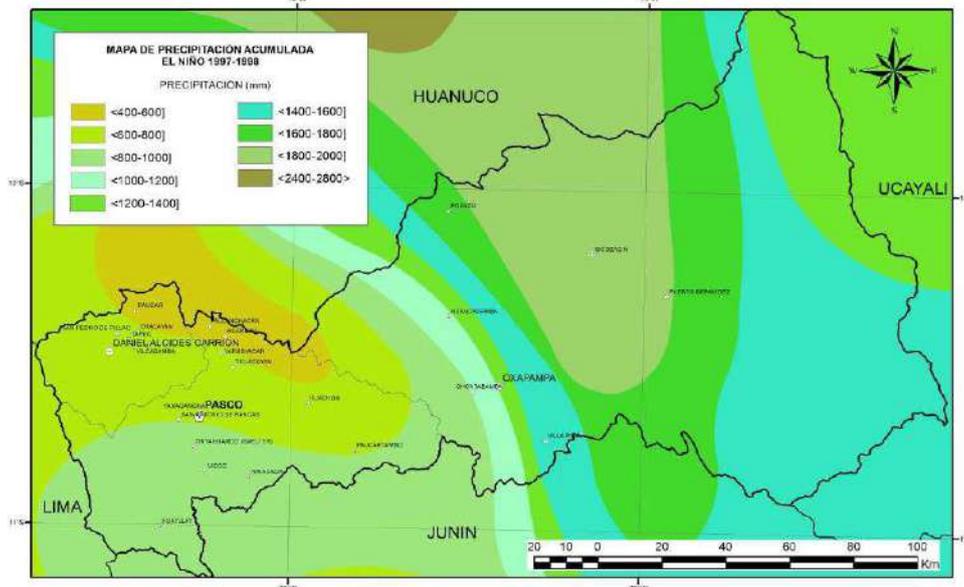
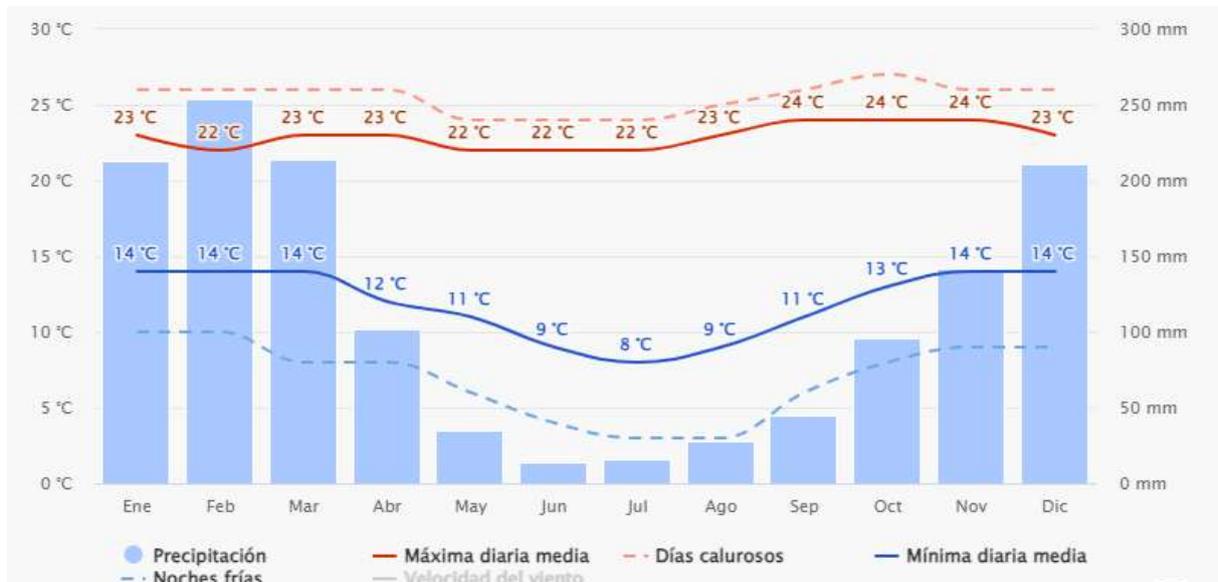


Figura 6. Mapa de isoyetas para el periodo lluvioso, setiembre-mayo durante el fenómeno de El Niño 1997-1998. Fuente: SENAMHI,2022.

Gráfico 1. Este gráfico muestra la cantidad media de precipitaciones por mes para Oxapampa.



(Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7337354>).

2. DEFINICIONES

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

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.

CORONA 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).

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

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

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

Flujo de lodo: Tipo de flujo con predominancia de materiales de fracción fina (limos, arcillas y arena fina), con al menos un 50%, y el cual se presenta muy saturado.

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

Fractura: Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.

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. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, completamente meteorizada y suelo residual.

Movimiento en masa: Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

Peligro o amenaza geológica: 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: La susceptibilidad está definida como la 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.

Velocidad: Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología se desarrolló en base a la información obtenida en campo, apoyada en la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oxapampa – hoja 26-m, (Monge et al.,1996), a escala 1/100 000, donde se presentan rocas sedimentarias del Paleozoico y depósitos Cuaternarios, estos materiales 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 principales unidades litoestratigráfica que aflora en la zona de estudio son el Grupo Oriente y Fm. Chonta, cubierto de depósitos cuaternarios, los cuales se describen a continuación:

3.1.1. Grupo Oriente (Ki-o)

Este Grupo se encuentra conformado en la base por areniscas conglomeradicos de color blanco y rojo, hacia la parte media se encuentra niveles de lutitas verdes y al tope areniscas blancas con laminaciones de canal.

Las areniscas muestran una meteorización completa y en las márgenes de la quebrada se observan como suelo residual, formando arenas. Del mismo modo, las lutitas también están completamente meteorizadas, dando lugar a suelos arcillosos plásticos. Los niveles de fracturamiento de ambos tipos de roca varían desde muy fracturado hasta fragmentado (tablas 3-4 y fotografías 1 y 2). Los estratos tienen rumbos entre N300 y N310, con buzamientos entre 40 y 55° hacia el NE.

Tabla 3. Clasificación de la meteorización de las formaciones identificadas en el área de estudio (Grado de meteorización de rocas ISRM,1981)

GRADO DE METEORIZACIÓN				
NOMBRE	DESCRIPCIÓN			CLASIFICACIÓN
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización, ligera decoración	-	
A2	Ligeramente meteorizado	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas).	<10%	
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo.	10-50%	
A4	Altamente meteorizado	Más del 50%esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos descompuestos.	50-60%	X
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.	>90%	
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo.	100%	X

Tabla 4. Clasificación del fracturamiento de las formaciones identificadas en el área de estudio (Grado de fracturamiento de rocas ISRM,1981).

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN
F1	>3 m	Maciza	Fracturas espaciadas entre si	
F2	3-1 m	Poco fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1-0.3 m	Medianamente fracturado	Espaciamiento regular entre fracturas	
F4	0.3-0.05 m	Muy fracturado	Fracturas muy proximas entre si, se separan en bloques tabulares	
F5	< 0.05 m	fragmentado	La roca se muestra astillosa y se separan en lascas con facilidad	X



Fotografía 1. Muestra niveles de lutitas y limolitas que conservan su estructura original, sin embargo, se disgregan como arcillas en las coordenadas UTM WGS 84: X 458966.36: , Y: 8820804.



Fotografía 2. Muestra niveles de areniscas con alto grado de meteorización y fracturamiento UTM WGS 84: X 458966.36: , Y: 8820804.

3.1.1. Formación Chonta (Ki-cho)

Esta Formación está conformada por calizas silicificadas con restos de fósiles intercalados con limoarcillitas carbonosas, calizas micríticas gris claras a amarillentas, limoarcillitas verdes y niveles de areniscas rojizas. En campo no se llegó a los afloramientos por la abrupta geografía sin embargo esta unidad fue cartografiada en el mapa geológico de Oxapampa, en la parte alta de la montaña, por encima del cerro denominado “cerro UNDAC”(2115 m)

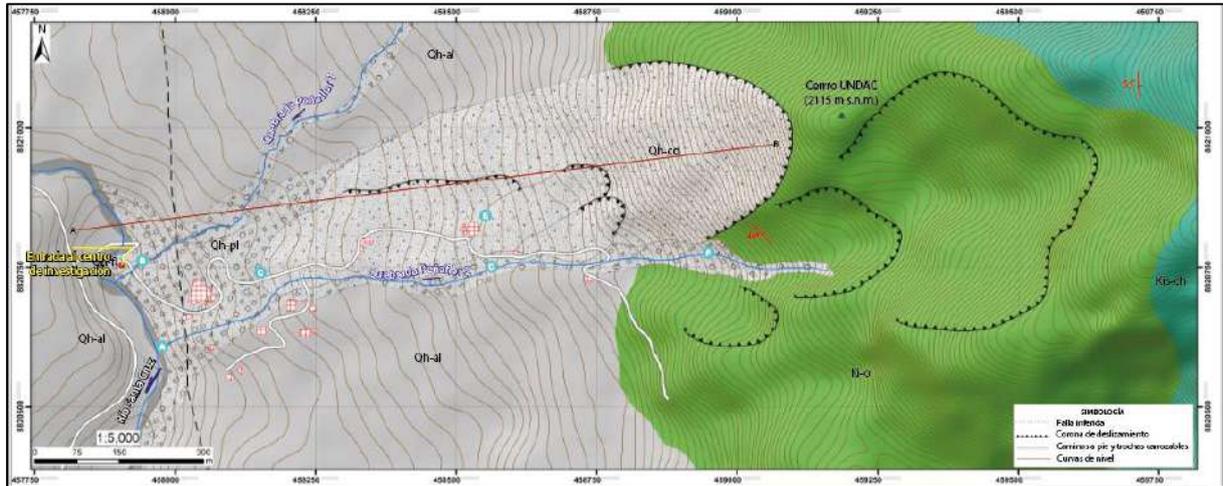


Figura 7. Mapa Geológico del área de estudio, muestra la ubicación de la Fm Chonta y el perfil de la figura 8.

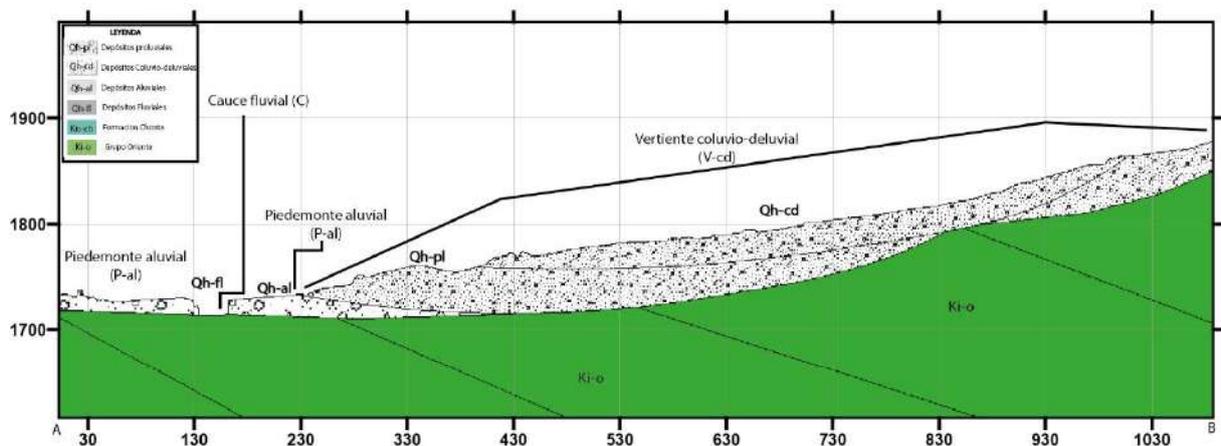


Figura 8. Perfil interpretativo de la geología del área de estudio.

3.2. Depósitos superficiales

3.2.1. Depósito proluvial

Este corresponde a una acumulación de sedimentos que se forma en los cauces de quebradas (denominadas quebradas Peñaflor 1 y 2) debido al transporte gravitacional y dinámica fluvial producto de flujos antiguos excepcionales (huaicos) de materiales sueltos como resultado de la erosión. Estos depósitos, compuestos principalmente por bloques de diámetro hasta 1 m, gravas, arenas y limos, son vulnerables a la generación de nuevos flujos de detritos debido a su inestabilidad inherente. Factores como la saturación del suelo por lluvias intensas podrían

dar lugar a flujos rápidos de lodo, rocas y agua que descienden violentamente por las pendientes, representando así un peligro potencial para infraestructuras ubicadas aguas abajo (fotografía 3).



Fotografía 3. Depósitos proluviales en la quebrada denominada Peña Flor 1, estos representan flujos de detritos o huicos recientes (2024). Coordenadas UTM WGS 84: X 457916.41: , Y: 8820743.43.

3.1.1. Depósito coluvio-deluvial

Los depósitos coluviales-deluviales se presentan la ladera oeste del cerro UNDAC, estos fueron conformados por deslizamientos antiguos combinados con la acción gravitacional y dinámica deluvial, están compuestos mayormente por material suelto y fragmentado, incluyendo rocas, suelo y vegetación desprendidos de áreas más altas. litológicamente, estos depósitos varían en composición según las rocas y suelos locales, conteniendo una mezcla de rocas sedimentarias como areniscas y calizas en una matriz limo-arcillosa. Estos depósitos generados por deslizamientos previos exponen materiales frescos poco consolidados. Así también la continua acción de la gravedad puede acusar su movilización. Estos depósitos, se presentan en laderas formando geoformas positivas con pendientes moderadas, son vulnerables a la erosión durante eventos climáticos intensos o sismos, representando un peligro para las áreas bajas habitadas (fotografías 4 y 5).



Fotografía 4. Muestra depósitos coluvio-deluviales en las márgenes de la quebrada denominada "Peñaflor 1", Coordenadas UTM WGS 84: X 457916.41: , Y: 8820743.43.



Fotografía 5. Muestra depósitos coluvio-deluviales en el corte de carretera para la construcción de la trocha carrozable de acceso a la INIGOX-UNDAC, Coordenadas UTM WGS 84: X: 458042, Y: 8820739.



Fotografía 6. Muestra depósitos coluvio-deluviales en el corte de carretera para la construcción de la trocha carrozable de acceso a la INIGOX-UNDAC, Coordenadas UTM WGS 84: X: 458042, Y: 8820739.

3.1.2. Depósito fluvial

Este depósito se encuentra en las márgenes del río Santa Cruz está compuesto por una variedad de materiales transportados por la corriente del río, conformado por gravas, arenas, limos y arcillas, así como fragmentos de rocas areniscas y calizas. En cuanto a su redondez, los sedimentos pueden variar desde fragmentos subredondeados a redondeados, dependiendo de la distancia de transporte y de la acción de la corriente del río sobre los materiales. Los sedimentos más redondeados tienden a indicar un transporte más largo y son aquellos que predominan en el área de estudio, mientras que los fragmentos subangulosos y subredondeados pueden ser indicativos de un transporte más corto o una menor acción de erosión, siendo indicativos de eventos tipos flujo de detritos en el cauce principales o proveniente de las quebradas afluyentes como: “Peñaflor 1 y 2”.



Fotografía 7. Muestra depósitos fluviales del río Santa Cruz en las coordenadas UTM WGS 84: X: 457862, Y: 8820742.

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.

Se analiza 5 rangos de pendientes que van de 0°-1° considerados terrenos de pendiente muy baja; 1° a 5° terrenos de pendiente baja; 5° a 15° pendiente moderada; 15° a 25° pendiente fuerte; 25° a 45° pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno con pendiente muy escarpado o abrupto.

En la figura 9 se muestra el mapa de pendientes del área del INIGOX-UNDAC elaborado en base al modelo de elevación digital de 0.30 m de resolución, obtenido a través de fotogrametría (dron) en combinación con un modelo Alos Palsar de 12.5 m/px. En general el terreno presenta pendientes suaves a moderadas, con pequeñas secciones de terreno con pendiente fuerte.

En el cuadro 2 se presenta de forma detallada, solo los rangos de pendientes que figuran en el mapa 02 del anexo 1 de pendientes local.

Cuadro 2. Rangos de pendiente identificados en el área evaluada.

RANGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
0°-1°	Pendiente muy baja	En las márgenes del río Santa Cruz, se encuentran pendientes bajas donde las velocidades de la corriente disminuyen, lo que facilita la deposición de sedimentos en estas áreas. Estas pendientes son suaves, con inclinaciones que pueden variar hasta aproximadamente 1°. Este tipo de terreno representa una menor	Márgenes del cauce fluvial.

		proporción en comparación con las áreas de pendientes más pronunciadas a lo largo del curso del río. La deposición de sedimentos en estas zonas de pendientes bajas contribuye a la formación de llanuras de inundación y a la expansión de los márgenes del río.	
1°-5°	Pendiente baja	Se presenta en partes de la ladera oeste del cerro denominado UNDAC (2115 m s.n.m.), así como en el piedemonte o vertiente coluvio-deluvial cercano al río principal, se observan geoformas que han sido modificadas principalmente por actividades humanas con el fin de alterar el relieve y favorecer la construcción de infraestructuras. Estas intervenciones antropogénicas pueden incluir la nivelación del terreno, la construcción de terrazas, el relleno de depresiones naturales y la excavación para crear plataformas planas o senderos. Estas acciones transforman el paisaje original, adaptándolo para usos humanos como la urbanización, la agricultura o la construcción de carreteras y otras infraestructuras.	Vertiente coluvio-deluvial
5°-15°	Pendiente moderada	Las pendientes moderadas se encuentran en la vertiente coluvio-deluvial y vertiente con depósito de deslizamiento, correspondiendo a áreas donde se formaron cuerpos de deslizamientos antiguos que ahora se presentan como geoformas positivas. Estas pendientes, aunque no son tan pronunciadas como las de las laderas de montaña, aún muestran cierta inclinación significativa. Los cuerpos de deslizamientos antiguos, que se han estabilizado con el tiempo, ahora se manifiestan como elevaciones en el terreno, creando formas geomorfológicas notables en el paisaje. Estas geoformas positivas pueden tener una variedad de características, como crestas, colinas o terrazas, y ofrecer condiciones favorables para diversos usos, como la agricultura o el desarrollo urbano	Vertiente con depósito de deslizamiento.
15°-25°	Pendiente fuerte	Las pendientes fuertes predominan principalmente en el contacto entre la roca y los depósitos coluvio-	Vertiente coluvio-deluvial.

		<p>deluviales, así como en áreas de deslizamientos antiguos, como zonas de escarpas degradadas y pies de avance de los cuerpos. Estas pendientes se caracterizan por su inclinación pronunciada y pueden ser el resultado de la erosión diferencial entre las formaciones rocosas y los sedimentos depositados sobre ellas, así como de la actividad geológica pasada, como los deslizamientos de. , son áreas particularmente susceptibles a la erosión y la inestabilidad del terreno, lo que puede representar riesgos para la seguridad y la estabilidad de las áreas circundantes.</p>	
25°-45°	Pendiente muy fuerte o escarpada	Se presenta en las partes medias - altas de las laderas y montañas en roca sedimentaria,	Montaña en roca sedimentaria.
>45°	Pendiente muy abrupta	Las pendientes pronunciadas se encuentran en las laderas de la montaña donde la roca sedimentaria ha sido disectada por quebradas, lo que da lugar a laderas abruptas y empinadas. Estas pendientes son el resultado de la acción erosiva del agua de las quebradas, que ha tallado profundamente en la roca sedimentaria a lo largo del tiempo, creando una topografía escarpada y de pendiente pronunciada. Las quebradas actúan como canales de drenaje natural, transportando el agua de lluvia desde las zonas altas de la montaña hacia los valles y ríos principales, y en el proceso, esculpen y modelan las laderas de la montaña geomorfología impresionante.	Montaña en roca sedimentaria.

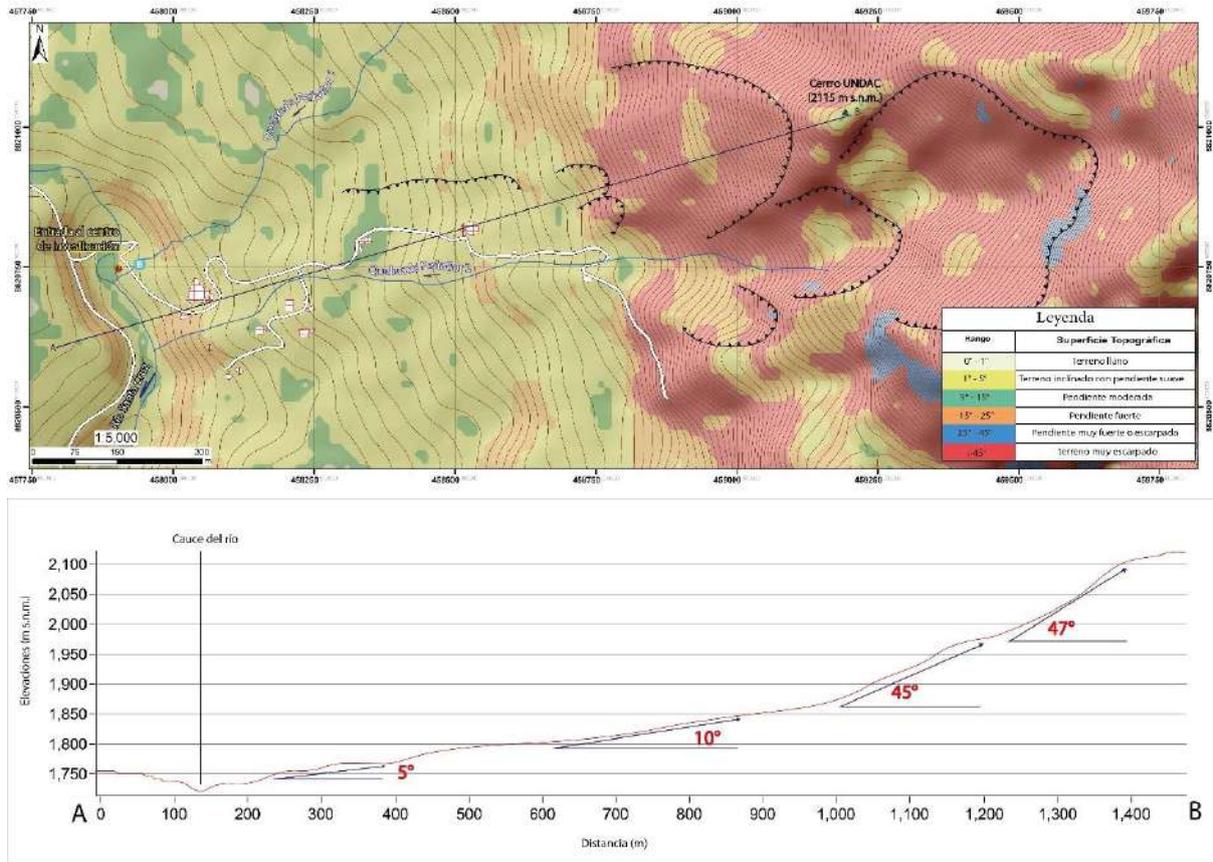


Figura 9. Perfil interpretativo del mapa de pendiente del área de estudio.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se utilizó el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve. Asimismo, para la delimitación de las subunidades, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (afloramiento y substrato rocoso, así como depósitos superficiales).

En el Mapa 3 (Anexo 1) se presentan las subunidades geomorfológicas identificadas en el área de estudio. Del mismo modo, en la figura 6, se muestra la morfología que alberga el área de estudio.

4.2.1. Unidad de Montaña

Se considera dentro de esta unidad a las geoformas con alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (río Santa Cruz), se tiene la siguiente subunidad:

Montaña en roca sedimentaria (RM-rs): Relieve modelado en secuencia sedimentaria del Grupo Oriente y Fm. Chonta, compuesto por lutitas, areniscas, y limoarcillas. Por su composición litológica, las cimas de las lomadas son suaves, con laderas empinadas llenas de vegetación.

4.2.2. Unidad de vertiente

Corresponde a la acumulación de materiales provenientes de los procesos mayoritariamente erosionales y depositacionales, adosados en laderas.

Vertiente coluvio-deluvial (V-cd): La vertiente coluvio-deluvial identificada en la ladera este de la cima denominada (UNDAC-2115 m s.n.m) está conformada por deslizamientos antiguos adosados a un relieve montañoso marcado por una pendiente suave, moderada y fuerte (5°-25°) y la presencia de material suelto y rocoso acumulado (con matriz saturada arcillo-limosa), producto de deslizamientos pasados. Esta acumulación de detritos se depositó en la base de la pendiente formando especies de conos de deyección cercanos a abanicos aluviales. Los deslizamientos, de esta ladera varían en tipo y magnitud, generan una diversidad de formas del relieve como terrazas, escarpes y taludes inclinados. La vegetación en estas áreas es menor a comparación de las áreas altas. Este tipo de paisaje geomorfológico dinámico representa un peligro para las comunidades y la infraestructura cercana debido a la posibilidad de movimientos en masa.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd):

Esta geoforma presenta una serie de características distintivas: en la parte superior, una zona de ruptura o escarpe indica el inicio del deslizamiento antiguo, seguido por una superficie de deslizamiento que puede ser irregular convexa. En la parte inferior, se encuentra el depósito compuesto por material heterogéneo y mal clasificado, con una topografía irregular de montículos y depresiones. Cicatrices de deslizamiento, vegetación disturbada y cambios en el drenaje natural son evidentes. Además, de dos reactivaciones en el cuerpo, conciertos acunamientos de agua debido a la meteorización del suelo. La inestabilidad del terreno puede persistir, representando un peligro continuo de futuros deslizamientos.

Vertiente aluvio-torrencial (V-at): Corresponde a la acumulación de sedimentos en la base de una pendiente, formando un abanico proluvial o cono de deyección. Este depósito, que se estrecha hacia arriba, está compuesto por materiales como arena, grava, limo y rocas fragmentadas, transportados por la acción del agua de lluvia, y flujos de detritos antiguos. Su ubicación en la base de la ladera lo hace propenso a peligros, pero también lo convierte en un área potencialmente fértil para la agricultura debido a la fertilidad de los sedimentos.

Cauce fluvial (C): El cauce fluvial de la quebrada Santa Cruz exhibe señales evidentes de flujo de detritos y socavamiento fluvial, demostrando su carácter de río a pesar de su denominación. La presencia de depósitos de sedimentos gruesos y rocas fragmentadas a lo largo de su curso sugiere la ocurrencia previa de flujos de detritos, mientras que los cortes verticales y erosión en las orillas indican un proceso continuo de socavamiento por la corriente. Aunque nombrado como quebrada, se le clasifica como río debido a su caudal constante y dimensiones considerables en comparación con otras quebradas locales, destacando su importancia como un curso de agua significativo en el área de inspección, capaz de modelar el paisaje.



Figura 10. Perfil interpretativo del mapa de pendiente del área de estudio.



Fotografía 8. Muestra cauce fluvial de la denominada Quebrada “Santa Cruz.”

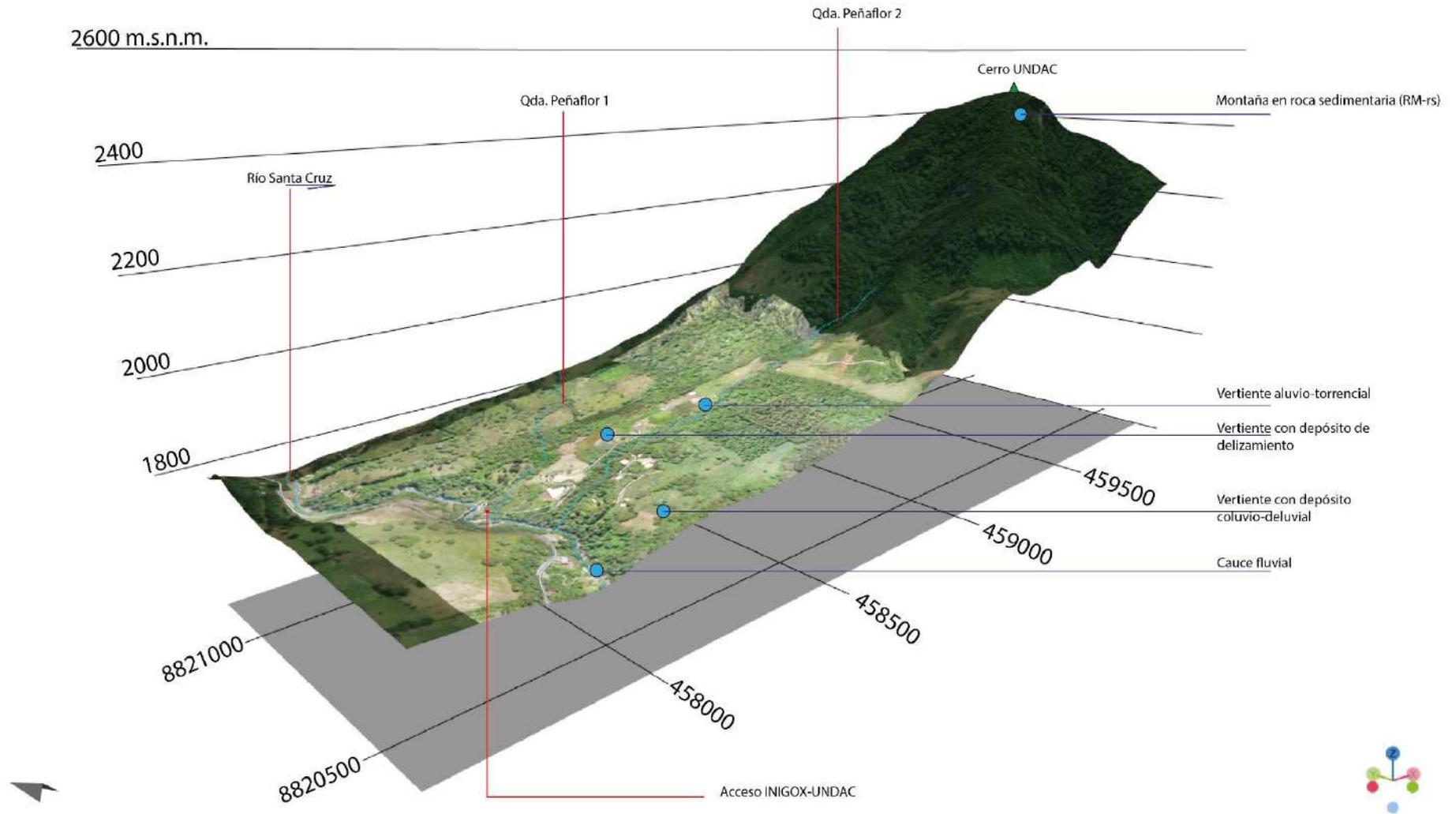


Figura 11. Mapa de unidades geomorfológicas en el sector Puerto Bermúdez versión 3D.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el área de la INIGOX-UNDAC, corresponden a flujo de detritos y deslizamientos antiguos.

5.1. Peligros por movimientos en masa

5.1.1. Flujo de detritos

El flujo de detritos proveniente de la quebrada “Peñaflor 1”, cuyo último evento se registró aproximadamente el 01 de marzo del 2024, presenta un recorrido de aproximadamente 800 m antes de desembocar en la quebrada Santa Cruz. Este flujo de detritos ha impactado el punto de acceso al INIGOX-UNDAC, afectando dicha trocha en una extensión de 15 m. Durante su trayectoria, el flujo arrastro bloques de hasta 50 cm de diámetro y ha erosionado las márgenes por debajo de la vía, evidenciando la fuerza y capacidad de erosión de este fenómeno (figura 12).

El mayor punto de impacto de este flujo es en las coordenadas de la tabla 5.

Tabla 5. Coordenadas de mayor punto de impacto del flujo de detritos proveniente de la quebrada denominada “Peñaflor 1”

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18S	
	Este	Sur
1	457919 m E	8820749 m S



Figura 12. Cartografiado inferido del recorrido de flujo de detritos en la quebrada denominada “Peñaflor 1”



Fotografía 8. Bloques detríticos en la trocha de acceso a la INIGOX-UNDAC, muestra como parte de la plataforma fue erosionada por el flujo que ocurrió el 01 marzo 2024.



Fotografía 9. Desembocadura de la quebrada denominada "Peñaflor 1" y material detrítico en el cauce de la quebrada "Santa Cruz".

El segundo flujo de detritos tuvo un recorrido de aproximado de 1.2 km, proveniente de la quebrada denominada "Peñaflor 2", se caracteriza por una considerable cantidad de material detrítico en comparación con la quebrada "Peñaflor 1" (pero con menor diámetro de bloques 10 cm). Este flujo desemboca al sureste de la quebrada anterior, a una distancia aproximada de 136 m en el río Santa Cruz. Durante su trayectoria, el flujo arrastró una amplia variedad de materiales, incluyendo rocas fragmentadas, sedimentos y suelo, indicando una alta capacidad de transporte y erosión. La mayor cantidad de material detrítico sugiere una mayor magnitud en comparación con eventos anteriores, lo que puede implicar un mayor impacto en las áreas circundantes, incluyendo erosión de márgenes y potencial obstrucción de cursos de agua.



Figura 13. Crecida y flujo de detritos en la quebrada “Peñaflor 1” registrado en marzo del 2024 (FUENTE: INIGOX-UNDAC)



Figura 14. Cartografiado inferido del recorrido de flujo de detritos en la quebrada denominada “Peñaflor 2”



Fotografía 10. Recorrido del flujo de detritos provenientes de la quebrada “Peñaflor 2” en las coordenadas UTM, WGS 84, 18, s: S:458864, E: 8820762.



Fotografía 11. Material detrítico (gravas y bloques) en la parte superior de la quebrada “Peñaflor 2” en las coordenadas UTM, WGS 84, 18, s: S:458963, E: 8820771



Fotografía 12. Bocatoma en la parte superior de la quebrada “Peñaflor 2” en las coordenadas UTM, WGS 84, 18, s: S:458963, E: 8820771

5.1.2. Deslizamientos

El cuerpo de deslizamiento antiguo (D1) identificado en la ladera oeste del cerro UNDAC se caracteriza por tener una corona y un escarpe principal degradado que ubicado en la cota 2065, el cuerpo deslizado abarca un área aproximada de 0.14 km² y una longitud de 980 m (diferencial longitudinal entre la corona y pie de avance). Su pie de avance se sitúa en la cota 1770, lo que sugiere una altura de 295 m. Además, se han observado tres reactivaciones parciales en este cuerpo: D2, D3 y D4, con escarpes ubicados en las cotas 1890, 1870 y 1835 respectivamente, con pies de avance en el límite con el curso de la “quebrada Peñaflor 2”. Aunque estas reactivaciones no han generado movimientos masivos recientemente ni evidencias de actividad, se debe recalcar la evidencia de la saturación del material detrítico que los conforma, así como la deforestación de la ladera para la utilización del terreno en actividades como el cultivo de pastos y la ganadería, junto con cortes de talud para la apertura de trochas y construcciones. Estas actividades podrían generar la reptación de suelos y subsecuentemente la reactivación de estos deslizamientos.



Figura 15. Evidencias de deslizamientos en la ladera oeste del cerro UNDAC, margen izquierda de la quebrada Santa Cruz.”

Además, se debe considerar que, así como la presencia de vegetación que puede actuar como anclaje del suelo. Las pendientes moderadas favorecen la acumulación de agua y la infiltración en el suelo, aumentando la presión hidrostática y debilitando la estabilidad del terreno, mientras que la historia de movimientos anteriores indica una susceptibilidad inherente a la inestabilidad. La cercanía de quebradas puede agravar la situación, concentrando el flujo de agua y sedimentos y aumentando el riesgo de deslizamientos en áreas donde los sedimentos se han depositado previamente.

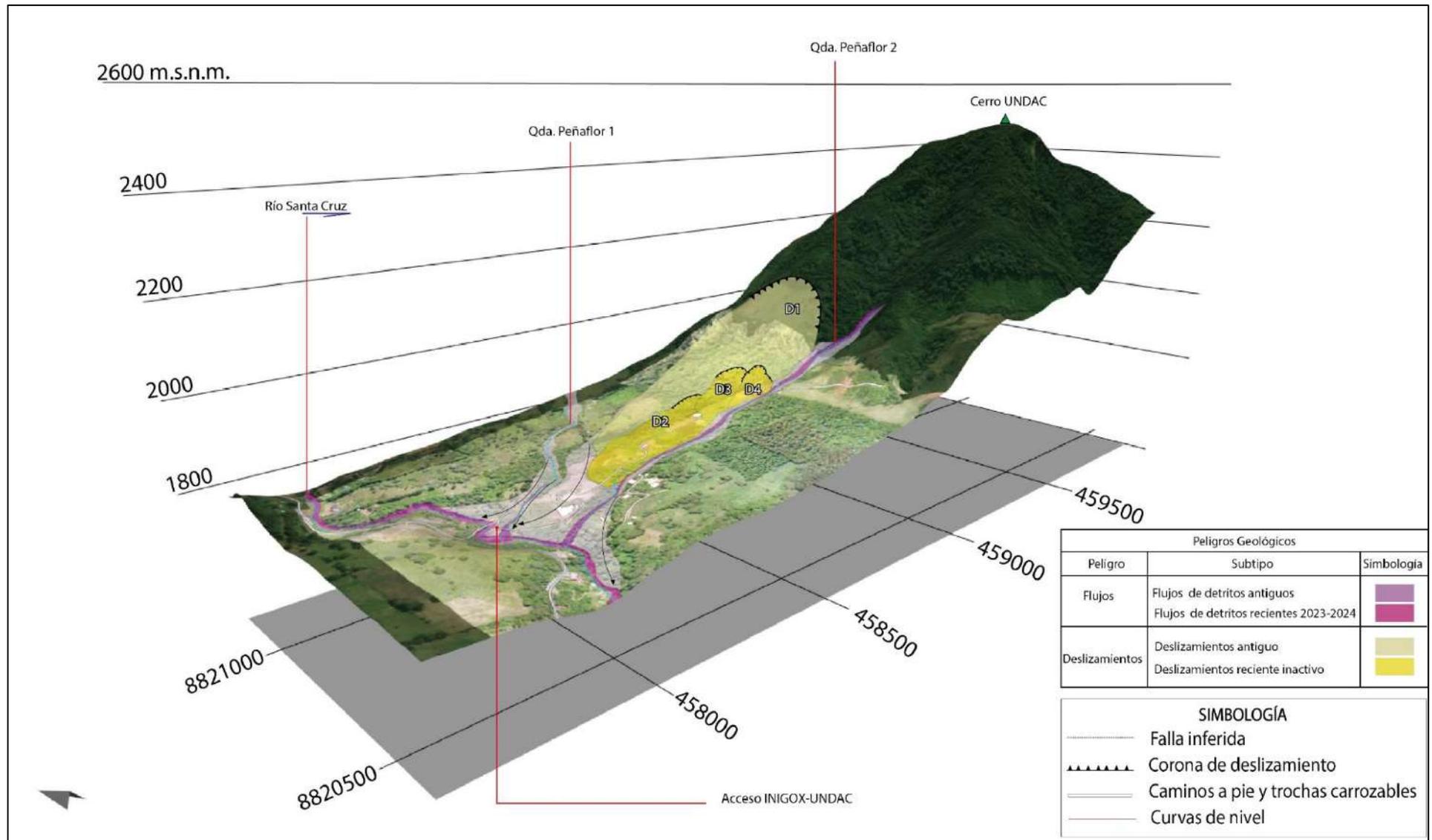


Figura 16 . Peligros geológicos por movimientos en masa en el área de estudio.



Figura 8. Peligros geológicos por movimientos en masa en el área de estudio

5.2. Factores condicionantes

Se detalla los principales factores que podrían condicionar la ocurrencia de los peligros y otros peligros geológicos identificados en el centro poblado de Puerto Bermúdez.

Cuadro 4. Factores condicionantes de los procesos por movimientos en masa.

Procesos o causas naturales	Características	Peligros geológicos inducidos
Factores geológicos - geotécnicos inherentes (factores de sitio)		
Litología del substrato	Las areniscas conglomerádicas meteorizadas pueden propiciar deslizamientos debido a la debilitación de su cohesión y resistencia como resultado de la meteorización, lo que reduce la unión entre los fragmentos de roca y aumenta su porosidad. La presencia de agua actúa como un lubricante entre los fragmentos, facilitando el movimiento, mientras que los ciclos de humedad y sequedad pueden provocar expansiones y contracciones repetidas que debilitan aún más la roca.	Deslizamientos
Tipo de suelo (naturaleza del suelo)	El material detrítico coluvio-deluvial y proluvial en laderas puede generar flujos de detritos debido a varios factores. La acumulación de sedimentos compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas en laderas es susceptible a ser desencadenada por eventos como fuertes lluvias, terremotos u otros fenómenos. Estos eventos pueden desestabilizar los depósitos, causando que el material se desplace rápidamente cuesta abajo en lo que se conoce como flujo de detritos (huaicos), canalizados por quebradas. La combinación de la alta cantidad de material suelto y la inclinación de la pendiente facilita el movimiento, mientras que la presencia de agua actúa como un lubricante, aumentando la velocidad y la capacidad de transporte del flujo.	Flujo de detritos
Pendiente del terreno	Las pendientes entre 1 y 25 grados presentes mayoritariamente en la ladera de estudio, favorecerían la generación de flujos de detritos y deslizamientos debido a su inclinación moderada, que es lo suficientemente pronunciada como para permitir el movimiento del material suelto, pero no lo bastante empinada como para estabilizar completamente los sedimentos.	Flujo de detritos y reactivación de deslizamientos

	Durante eventos de lluvia intensa o actividad sísmica, la pendiente actuaría como un factor que facilita el deslizamiento de los sedimentos erosionados y depositados en la ladera. La presencia de agua reduciría la fricción y permitirá un desplazamiento más fluido, lo que puede resultar en flujos de detritos o deslizamientos de tierra.	
Hidrología	La presencia de dos quebradas separadas por una distancia de aproximadamente 228 m (quebradas Peñaflor 1 y 2) que confluyen en un mismo río (río Santa Cruz) aumenta la propensión a flujos de detritos debido a varios factores. Cuando las quebradas se unen, pueden formar un área de acumulación de sedimentos, donde los materiales transportados por el agua de ambas quebradas se depositan. Durante eventos de lluvias intensas o actividad sísmica, estos sedimentos acumulados pueden volverse inestables y deslizarse hacia el río en lo que se conoce como un flujo de detritos. Además, la convergencia de las quebradas puede aumentar el volumen y la velocidad del flujo de agua, lo que a su vez puede aumentar la erosión y la movilización de sedimentos. Esta configuración geomorfológica también puede crear condiciones donde el agua se canaliza y se concentra, exacerbando el potencial de flujos de detritos durante eventos extremos.	Flujo de detritos canalizado por quebradas.

5.3. Factores desencadenantes

Dentro de estos se considera principalmente las precipitaciones.

Cuadro 5. Factores desencadenantes de los procesos por movimientos en masa.

Factores naturales del entorno geográfico		
Climáticos e Hidrológicos		
Precipitaciones pluviales y sismos	Los factores desencadenantes para la generación de flujos y deslizamientos en laderas y quebradas con pendientes entre 1 y 15 grados, y evidencia de movimientos pasados, incluyen eventos de lluvias intensas que saturan el suelo, Y actividad sísmica que desestabiliza la ladera.	Flujo de detritos y reactivación de deslizamientos

5.4. Factores Antrópicos

Cuadro 6. Factores desencadenantes de los procesos por movimientos en masa.

Factores Antrópicos (humanos)		
Excavaciones, deforestación	<p>Un factor antropogénico que puede generar deslizamientos y flujos es la modificación del paisaje debido a la actividad humana, como la deforestación, la urbanización no planificada, la construcción de carreteras y/o trochas. Estas actividades pueden alterar la estructura del suelo, eliminar la vegetación que actúa como anclaje del suelo, aumentar la erosión y modificar los patrones naturales de drenaje. Como resultado, el suelo puede volverse más propenso a la inestabilidad y a sufrir movimientos en forma de deslizamientos y flujos de detritos. Además, la construcción de infraestructuras mal planificadas o la excavación de laderas sin medidas adecuadas de estabilización también pueden contribuir a la generación de deslizamientos y flujos.</p>	Flujo de detritos y reactivación de deslizamientos

6. CONCLUSIONES

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

1. El substrato rocoso está compuesto por una secuencia de areniscas conglomerádicas, lutitas verdes y areniscas blancas con laminaciones de canal (Grupo Oriente). La meteorización de estas rocas ha formado suelos residuales de arena y arcilla, además la roca se muestra astillosa y se separan en lascas con facilidad (muy fracturadas), los estratos tienen rumbos entre N300° y N310°, con buzamientos entre 40° y 55° hacia el NE.
2. Los depósitos cuaternarios en la ladera oeste del cerro UNDAC, margen izquierda del río Santa Cruz, son acumulaciones de gravas, arenas, limos y arcillas provenientes de áreas elevadas. Estos depósitos, que incluyen una variedad de rocas sedimentarias no consolidadas y semiplásticas, forman vertientes coluvio-deluviales en la base de la ladera, siendo susceptibles a la erosión durante eventos de lluvias intensas o crecidas del río. Además, la presencia de las quebradas "Peñaflor 1 y 2" diseca estos depósitos en dirección este a oeste, los cuales contienen sedimentos inestables propensos a generar nuevos flujos de detritos.
3. En la ladera oeste del cerro UNDAC se hallan depósitos coluviales-deluviales, resultado de deslizamientos antiguos y procesos gravitacionales y deluviales, compuestos principalmente por material suelto y fragmentado, como rocas, suelo y vegetación, en una matriz limo-arcillosa. Estos depósitos, generados por deslizamientos previos, exhiben materiales poco consolidados y son altamente susceptibles a la erosión durante eventos climáticos intensos o sismos, lo que representa un peligro para las zonas habitadas en áreas bajas.
4. En cuanto al rango de pendientes, podemos observar la predominancia de inclinaciones moderadas (5°-15°) en la vertiente coluvio-deluvial que son el resultado de deslizamientos antiguos. Los márgenes que delimitan estos cuerpos tienen laderas con pendientes fuertes (15°-25°), menos pronunciadas que las de montaña (>45°). Los cuerpos de deslizamientos antiguos, estables con el tiempo, se presentan como geoformas positivas con crestas, escarpas, colinas y terrazas, revelando la geodinámica pasada de estos eventos.
5. Se identificaron dos flujos de detritos, ambos acontecidos en marzo de 2024: uno de la quebrada Peñaflor 1 y otro de la quebrada Peñaflor 2. El primero afectó el acceso al INIGOX-UNDAC, con 15 m de trocha carrozable afectada, recorriendo 800 m y arrastrando bloques con diámetro de hasta 20 cm, erosionando márgenes y parte de la plataforma. El segundo, de 1.2 km, tuvo más material detrítico con bloques de hasta 10 cm. Ambos flujos desembocaron en el río Santa Cruz, evidenciando alta capacidad de transporte y erosión, sugiriendo un posible impacto futuro en las áreas circundantes, especialmente el segundo flujo.
6. Se identificó un antiguo deslizamiento (D1) en la ladera oeste del cerro UNDAC, con una corona y un escarpe principal degradado a 2065 m de elevación, cubriendo un área de 0.14 km² y una longitud de 980 m. Su pie de avance se encuentra en la cota 1770 m, Tiene tres reactivaciones parciales (D2, D3 y D4) con escarpes en las cotas

1890, 1870 y 1835, respectivamente, cerca de la quebrada “Peñaflor 2”. Aunque estas reactivaciones no han causado movimientos masivos recientes.

7. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa, se determina que el Instituto de Investigación Especializado en Ganadería en Peñaflor de la UNDAC (INIGOX-UNDAC) presenta **Peligro Alto por flujos de detritos** estacionales de las quebradas “Peñaflor 1 y 2” y por susceptibilidad de reactivaciones en el cuerpo del deslizamiento D1.

7. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones con la finalidad mitigar el impacto de peligros en el área de inspección:

NO ESTRUCTURALES

1. Realizar evaluaciones de riesgos de desastres (EVAR) en las quebradas “Peñaflor 1 y 2”, que implica identificar infraestructura vulnerable (social y económicamente), evaluar su probabilidad de impacto, y utilizar estos datos para desarrollar estrategias de mitigación y preparación.
2. Implementar un sistema de alerta temprana que permita a las personas ubicadas en áreas cercanas a las quebradas (estudiantes y/o personal administrativo), recibir información oportuna sobre la ocurrencia de flujos de detritos y tomar medidas preventivas.
3. Prohibir la construcción de viviendas y estructuras en áreas propensas a flujos de detritos (a por lo menos 15 m del cauce de las quebradas), y promover el establecimiento de zonas seguras y adecuadas.
4. Promover programas de reforestación y restauración del paisaje en áreas afectadas por la deforestación y la degradación del suelo, lo que puede ayudar a estabilizar el terreno.
5. Descolmatar periódicamente las quebradas Peñaflor 1 y 2.

ESTRUCTURALES

1. Construir de diques o muros de contención a lo largo de las riberas del río Santa Cruz para proteger la margen izquierda de posibles procesos de socavamiento (entre las coordenadas 1. X:457856, Y:8820889 y 2:457861, Y:8820536 en un promedio de 300 m lineales.
2. Construir canales revestidos para dirigir el flujo de agua de manera controlada para evitar la infiltración y sobresaturación del suelo, reduciendo así el peligro de erosión y deslizamientos.
3. Instalar alcantarillas o tuberías para permitir el paso del agua de manera segura por los caminos y vías de acceso, evitando así que se formen barreras que puedan obstruir el flujo de agua y provocar inundaciones (trocha de acceso a la INIGOX-UNDAC).
4. Reforestar la ladera oeste del cerro UNDAC, para fomentar su estabilidad,
5. Implementar sistemas de drenaje pluvial eficientes para canalizar el agua de lluvia lejos del área habitada y hacia cursos de agua seguros o sistemas de retención, así evitar la saturación del terreno y posibles reactivaciones de deslizamientos.

*Las obras de mitigación estructural deben ser llevadas a cabo por especialistas calificados, quienes deben considerar estudios técnicos previos. Estos estudios son esenciales para comprender las características del terreno, el comportamiento hidrológico y geológico, así como los riesgos potenciales,



Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11



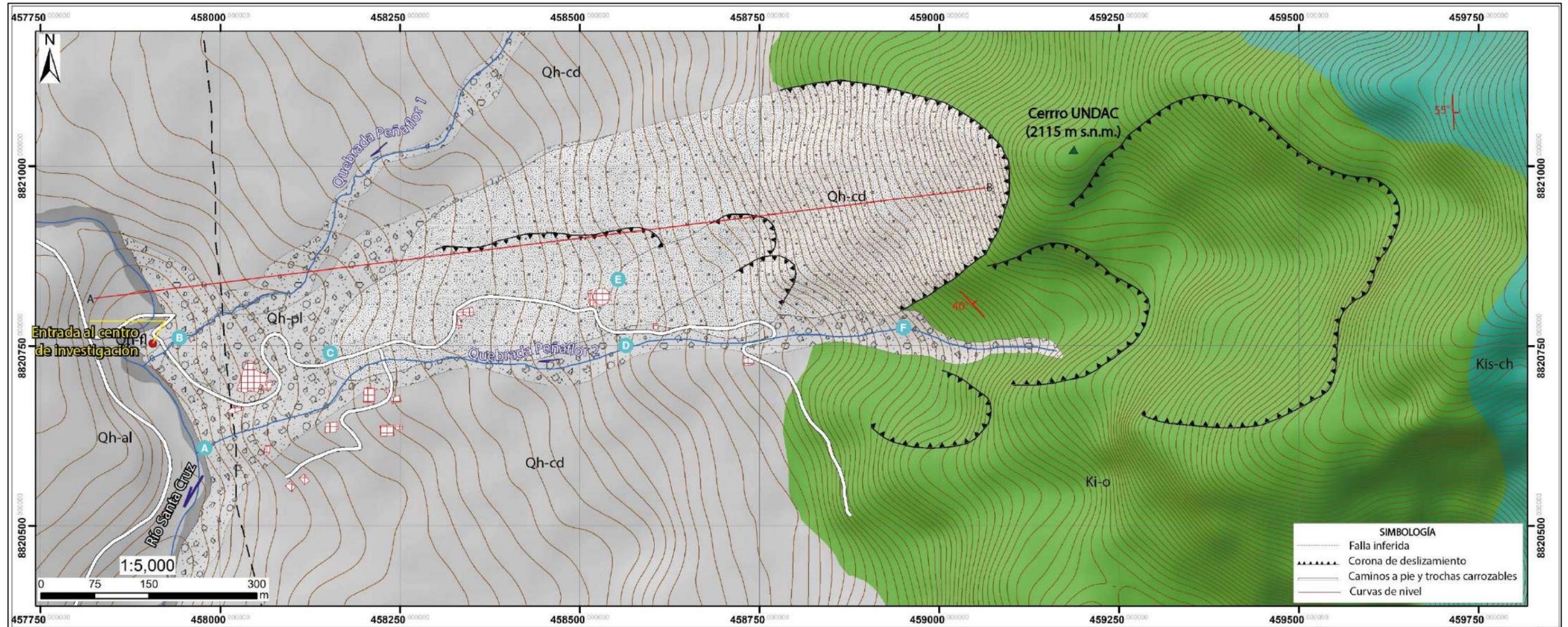
ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA:

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Fidel, L.; Zavala, B; Núñez, S. & Valenzuela, G. (2006) - Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N° 4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29, 376 p., 19 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/263>
- Lopez, J. Cero3n F. Carpio, M & Morales, M. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huanta. Hojas: 26-ñ. Ingemmet, Boletín N°72, Serie A: Carta Geológica Nacional, 54, 214 p.
- Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020) - Peligro geológico en la región Junín. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 72, 222 p., 9 mapas.
- PNUD, INDECI.,2011. Mapa de peligros, plan de usos del suelo ante desastres y medidas de mitigación de la ciudad de Oxapampa. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//4324_mapa-de-peligros-plan-de-usos-del-suelo-ante-desastres-y-medidas-de-mitigacion-de-la-ciudad-de-oxapampa.pdf
- MP Oxapampa, ANA, 2022. Ficha técnica referencia de identificación de punto crítico del río San Alberto, sector Oxapampa en el distrito y provincia de Oxapampa – Pasco https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//13447_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-punto-critico-del-rio-san-luis-en-el-distrito-y-provincia-de-oxapampa-pasco.pdf
- S & Z Consultores Asociados (1997) - Geología de los cuadrángulos de Bajo Pichanaqui y Puerto Bermúdez. Hojas: 22-n y 21-n. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 85, 180 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/41>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

ANEXO 1

MAPAS



LEYENDA

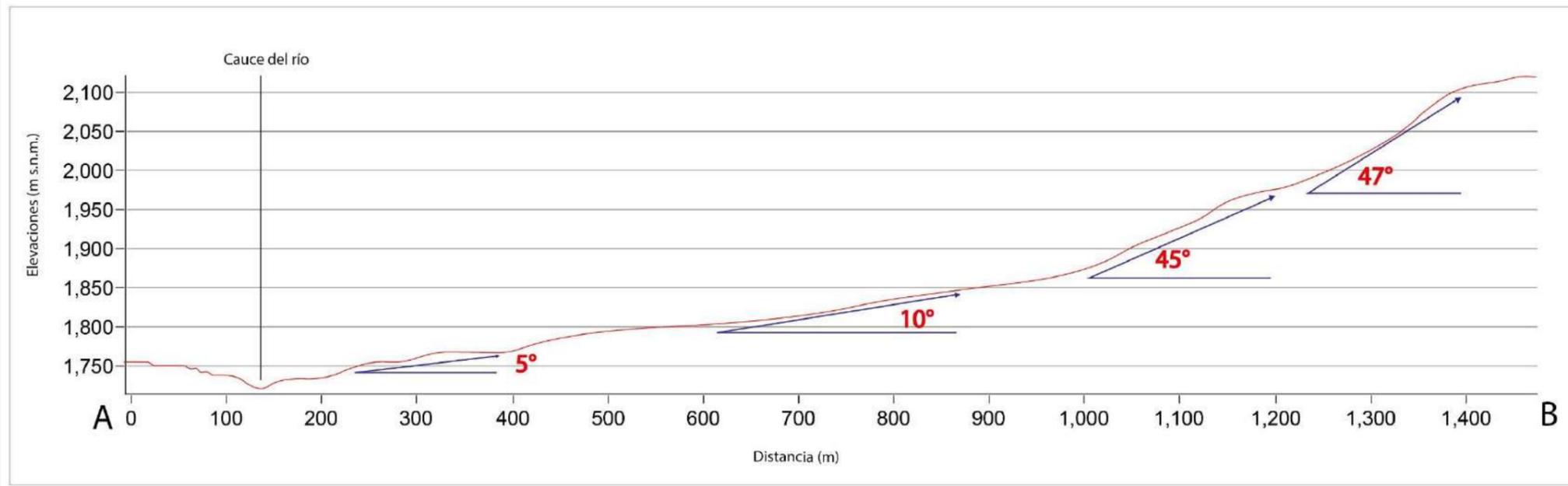
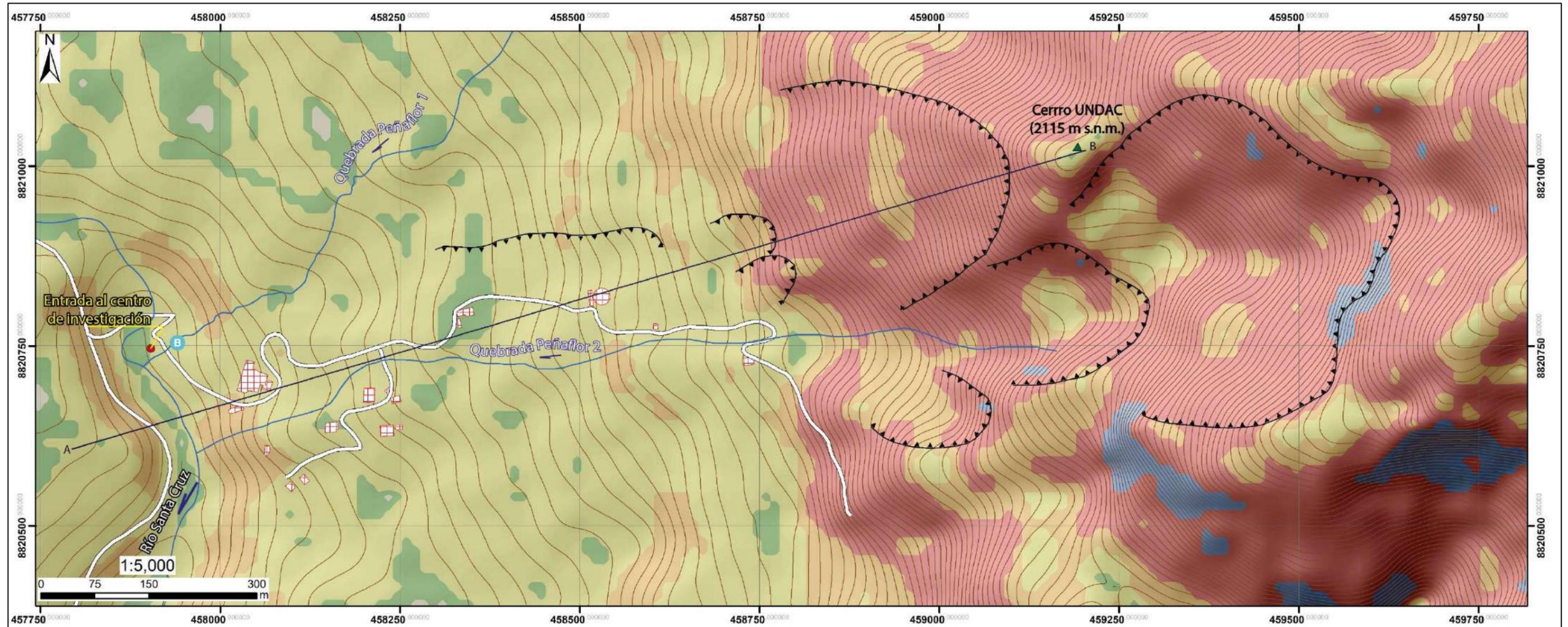
Qh-pl	Depósitos proluviales
Qh-cd	Depósitos Coluvio-deluviales con evidencia de deslizamientos
Qh-cd	Depósitos Coluvio-deluvial
Qh-fl	Depósitos Fluviales
Kis-ch	Formación Chonta
Ki-o	Grupo Oriente

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ASISTENCIA TÉCNICA EN EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO PASCO
 PROVINCIA OXAPAMPA
 DISTRITO OXAPAMPA

MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS DEL TERRENO EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACION ESPECIALIZADO EN GANADERÍA DE PEÑAFLORES - UNDAC

Escala: 1/5000 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna **MAPA 01**
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
 Versión digital 2024 Impreso: 2024



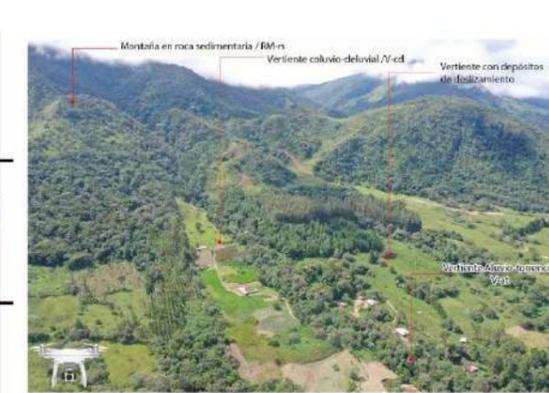
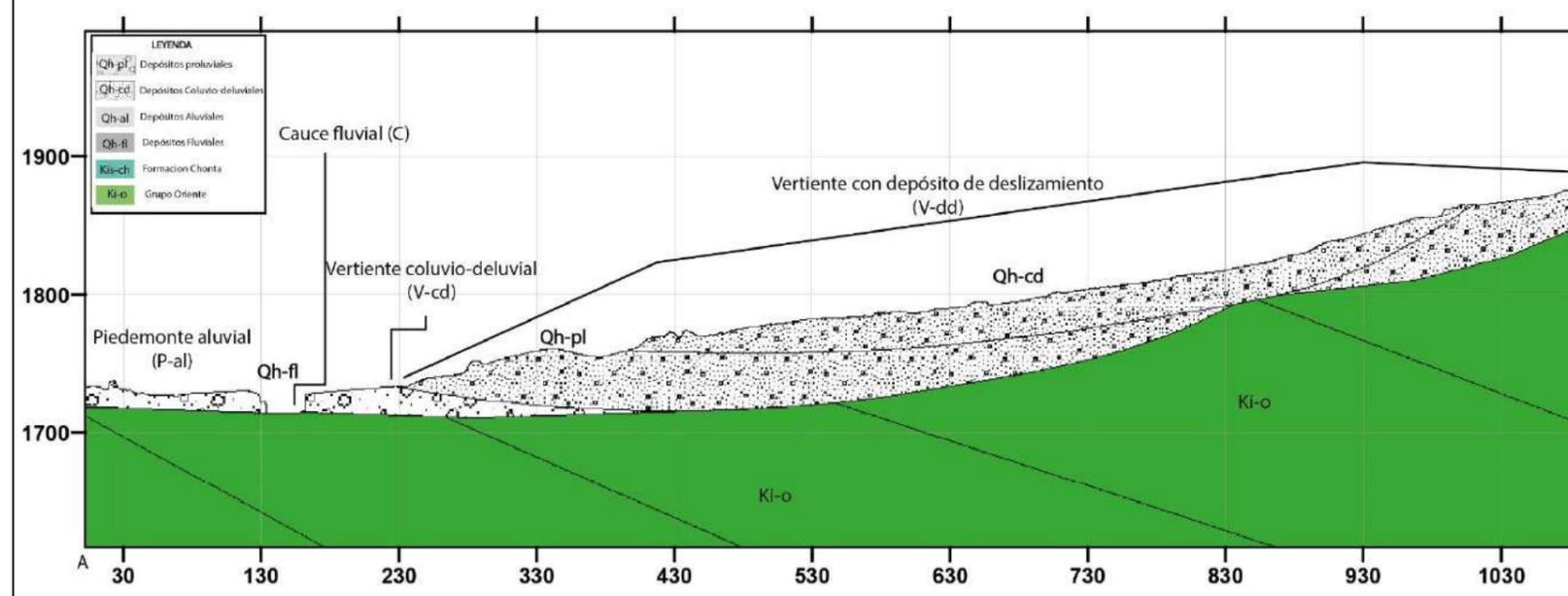
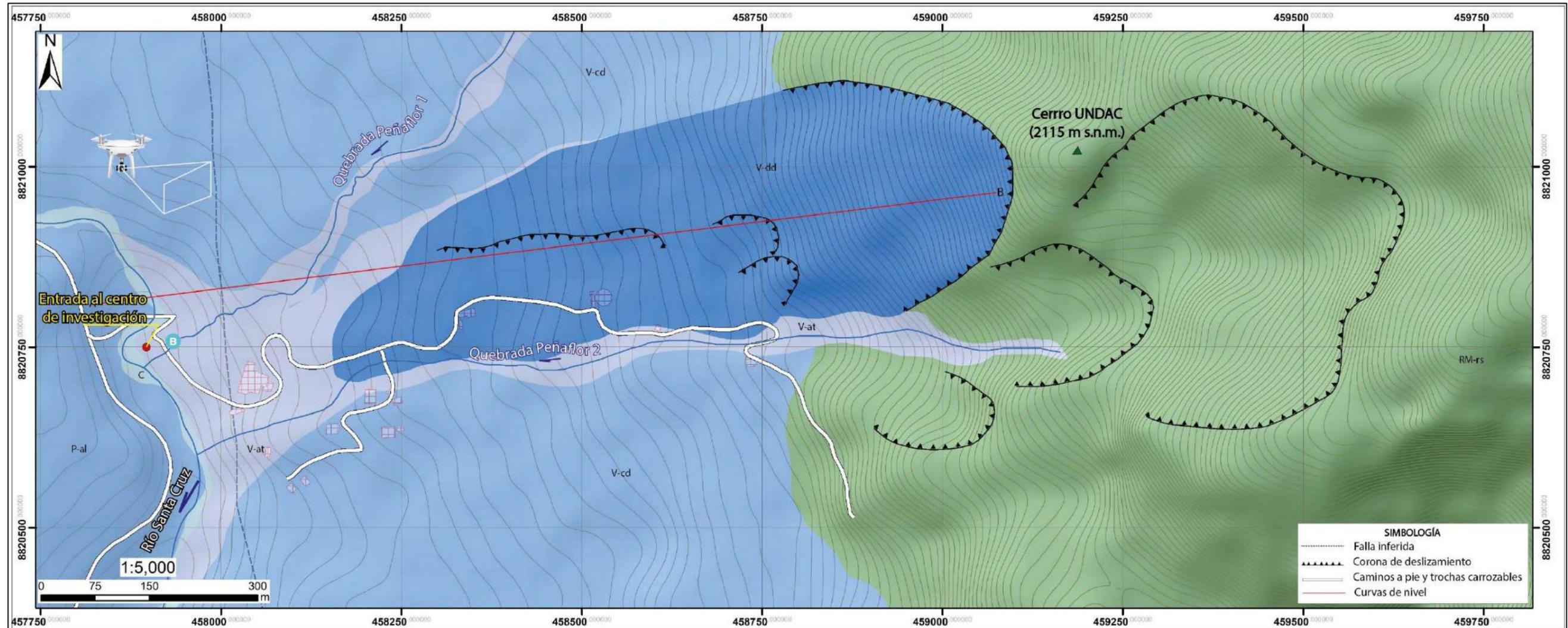
Leyenda	
Rango	Superficie Topográfica
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	terreno muy escarpado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ASISTENCIA TÉCNICA EN EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO PASCO
 PROVINCIA OXAPAMPA
 DISTRITO OXAPAMPA

MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DEL TERRENO EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN ESPECIALIZADO EN GANADERÍA DE PEÑAFLORES - UNDAC

Escala: 1/5000 escala de impresión A3 Elaborado por: G. Luna
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
 Versión digital 2024 Impreso: 2024

MAPA 02



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

ASISTENCIA TÉCNICA EN EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL

DEPARTAMENTO PASCO
PROVINCIA OXAPAMPA
DISTRITO OXAPAMPA

MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS DEL TERRENO EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACION ESPECIALIZADO EN GANADERIA DE PEÑAFLOR - UNDAC

Escala: 1/5000 escala de impresión A3 Elaborado por: G. Luna **MAPA**
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 **03**
Versión digital 2024 Impreso: 2024



Peligros Geológicos		
Peligro	Subtipo	Simbología
Flujos	Flujos de detritos antiguos	
	Flujos de detritos recientes 2023-2024	
Deslizamientos	Deslizamientos antiguo	
	Deslizamientos reciente inactivo	

SIMBOLOGÍA	
	Falla inferida
	Corona de deslizamiento
	Caminos a pie y trochas carrozables
	Curvas de nivel

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ASISTENCIA TÉCNICA EN EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 DEPARTAMENTO PASCO
 PROVINCIA OXAPAMPA
 DISTRITO OXAPAMPA

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN ESPECIALIZADO EN CANTONERÍA DE PEÑAFLOR - UNDAC

Escala: 1/5000 escala de Impresión A3 Elaborado por: G. Luna
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
 Versión digital 2024 Impreso: 2024

MAPA 04

