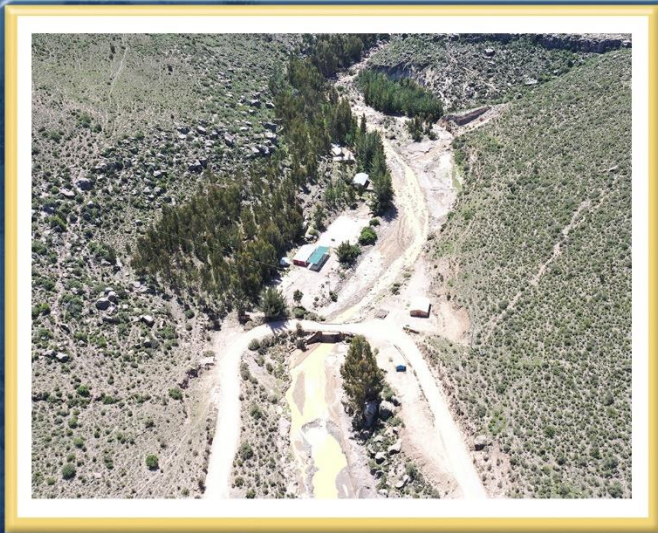


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7523**

# INUNDACIÓN EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°40487 DEL CENTRO POBLADO UCHURU

Departamento: Arequipa  
Provincia: Condesuyos  
Distrito: Andaray



JULIO  
2024

**INUNDACIÓN EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°40487 DEL CENTRO POBLADO UCHURU**

Distrito de Andaray, Provincia Condesuyos, Departamento Arequipa

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

*Equipo de investigación:*

*Yhon Soncco Calsina*

*Rigoberto Aguilar Contreras*

**Referencia bibliográfica**

*Soncco Y., & Aguilar R. (2024). "Inundación en la institución educativa N°40487 del centro poblado Uchuru. Distrito de Andaray, Provincia Condesuyos, Departamento Arequipa", Informe técnico INGEMMET.*

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	5
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	5
1.2.1. Ubicación .....	6
1.2.2. Accesibilidad .....	7
1.2.3. Precipitación pluvial .....	8
<b>2. DEFINICIONES</b> .....	9
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	10
<b>3.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	10
3.1.1. Formación Huaylillas (Nm-hu) .....	10
3.1.2. Centro volcánico Coropuna (Qh-co1) .....	10
3.1.3. Depósito coluvial (Qh-col) .....	11
3.1.4. Depósitos fluviales (Qh-fl) .....	11
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	11
<b>4.1. Pendientes del terreno</b> .....	11
<b>4.2. Unidades Geomorfológicas</b> .....	12
4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y denudacional .....	12
4.2.2. Geoformas de carácter depositacional o agradacional .....	12
<b>5. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS</b> .....	13
<b>6.1. Inundación fluvial</b> .....	13
<b>6.2. Factores condicionantes</b> .....	16
<b>6.3. Factores desencadenantes</b> .....	16
<b>CONCLUSIONES</b> .....	17
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	18
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	19
<b>ANEXO 1 MAPAS</b> .....	20

## RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos realizado en la institución educativa 40487 del centro poblado Uchuru, distrito de Andaray, en la provincia Condesuyos, en el departamento de Arequipa. 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 en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

En el área de estudio afloran tobas riolíticas a dacíticas, blancas a blanco amarillentas, tobas soldadas de composición riodacítica con estructura fiamme de pómez aplastada (Formación Huaylillas); flujos lávicos andesíticos afíricos a porfíricos, (cetro volcánico Coropuna), ambos se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturas. Además, en el área afloran depósitos cuaternarios (coluviales y fluviales), que se encuentran no consolidados.

Las unidades geomorfológicas corresponden a montaña en rocas volcánica, con pendientes fuertes 25°, superficie de flujo piroclástico, vertiente coluvial de detritos y vertiente o piedemonte aluvio-torrencial. Siendo la última la más susceptibles a generar inundaciones.

El principal peligro geohidrológico en inmediaciones de la institución educativa N° 40487 del centro poblado Uchuru, es por inundación. El cual se presenta en temporadas de lluvias intensas.

Por el centro poblado Uchuru discurre la quebrada Escaleria, el centro educativo N°40487 se encuentra en su margen derecha. Por las lluvias extraordinarias del mes de enero del presente año, el 25 de enero se generó una inundación que afectó las instalaciones de la institución educativa en mención.

El evento está condicionado por la presencia de unidades geomorfológicas de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial, las pendientes suavemente inclinadas a moderadas (5°-15°) y condicionantes antrópicas (Puente mal diseñado).

En base a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se concluye que la institución educativa N° 40487 del centro poblado Uchuru, es considerada de **PELIGRO MEDIO A ALTO**, frente a peligros geohidrológicos por inundación.

Finalmente, se brindan recomendaciones para las autoridades competentes, como: realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada Escaleria, el cual debe realizarse de manera integral. El puente Escaleria debe ser reemplazado por una infraestructura de mayores dimensiones, en función a cálculos hidráulicos frente a escenarios extremos de lluvias en la zona.

Sensibilizar a la población a través de talleres y charlas con el objetivo de concientizar en temas de Gestión del Riesgo de Desastre para evitar construcción de viviendas o infraestructura en áreas susceptibles a la ocurrencia de procesos de inundaciones.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro hidrogeológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo el decreto supremo N° 005-2024-PCM, que declara el estado de emergencia en varios distritos de algunas provincias de los departamentos de Arequipa, Ayacucho, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Ica, Moquegua y Pasco, por impacto de daños a consecuencia de intensas precipitaciones pluviales. Es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos en el distrito de Andaray, en la provincia Condesuyos, en el departamento de Arequipa.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a los ingenieros Yhon Soncco y Rigoberto Aguilar, para realizar la evaluación geológica, geomorfológica, geodinámica y de los peligros geológicos que afectan al centro educativo N° 40487 del centro poblado Uchuru en el distrito de Andaray, provincia Condesuyos, departamento Arequipa. Los trabajos de campo se realizaron los días 09 y 10 de abril del 2024.

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: a) etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; b) etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y c) para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Andaray e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

### 1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar el peligro geohidrogeológico por inundación del centro educativo Número 40487 en el centro poblado Uchuru, distrito de Andaray.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional se tienen:

- a) Luque, G.; Pari, W.; Dueñas, K. (2021). Peligro Geológico en la región Arequipa, INGEMMET, Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica

N° 81, 286 p., 13 mapas: Describe que muchos de los deslizamientos antiguos, se están reactivando en los últimos años. Estos empiezan afectando un área hasta formar vertientes de depósitos de megadeslizamientos, como el que se encuentra asentado el sector de Chuquibamba. Asimismo, en el mapa de susceptibilidad a inundación, el centro poblado Uchuru está ubicado en zona de susceptibilidad media a baja.

**1.2.1. Ubicación**

La institución educativa evaluada, se sitúa a la margen derecha de la quebrada Escaleria, del centro poblado Uchuru, en el distrito de Andaray, provincia Condesuyos, departamento Arequipa (figura 1), en la siguiente coordenada

**Cuadro 1.** Coordenadas de área evaluado el centro poblado Uchuru en Andaray

Anexo	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
IE 40487	732958	8255406	-15.769077°	-72.825579°



**Figura 1.** Institución educativa 40487, en el centro poblado Uchuru, (imagen tomada con dron)

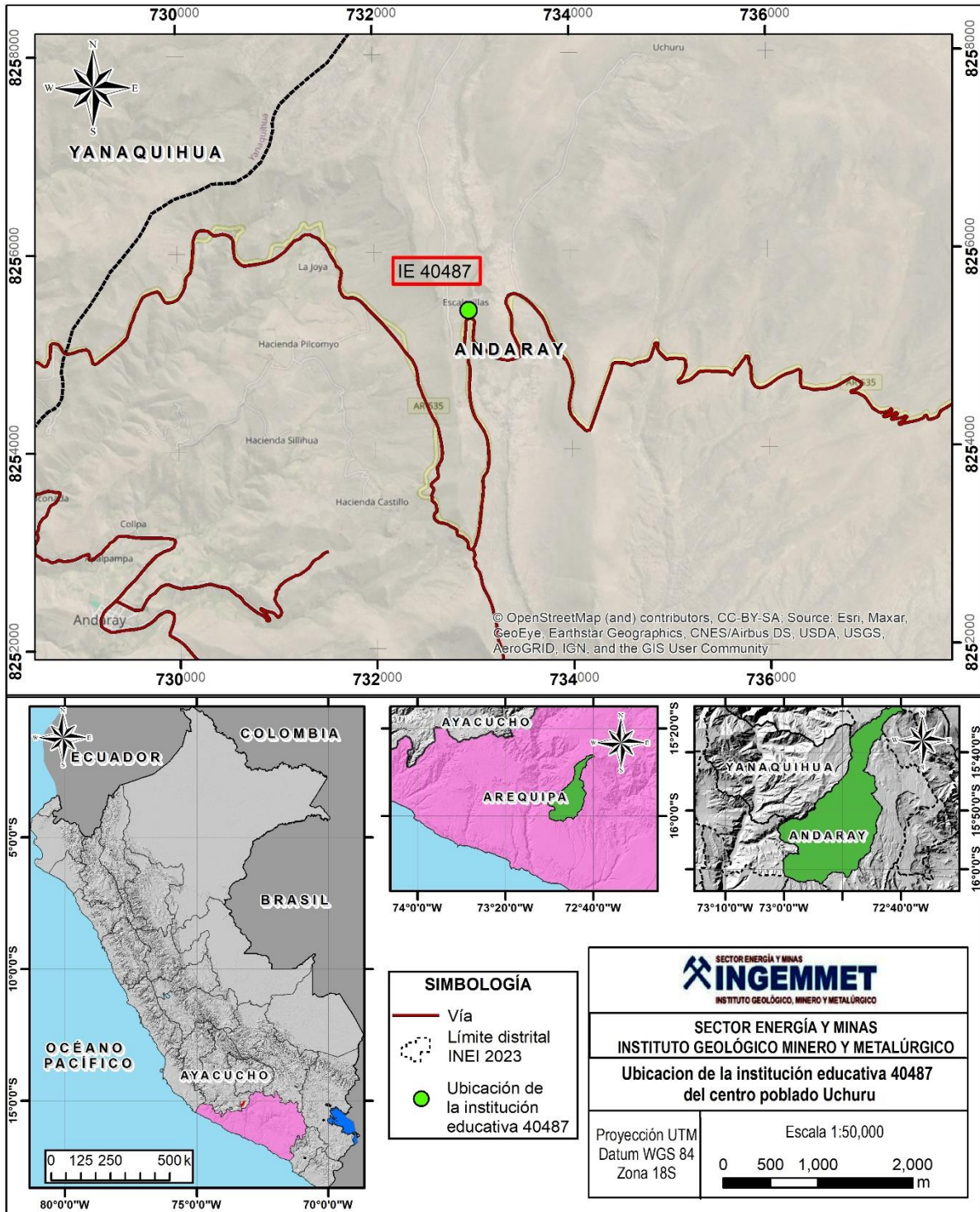


Figura 2. Ubicación del área de estudio en el distrito de Andaray

1.2.2. Accesibilidad

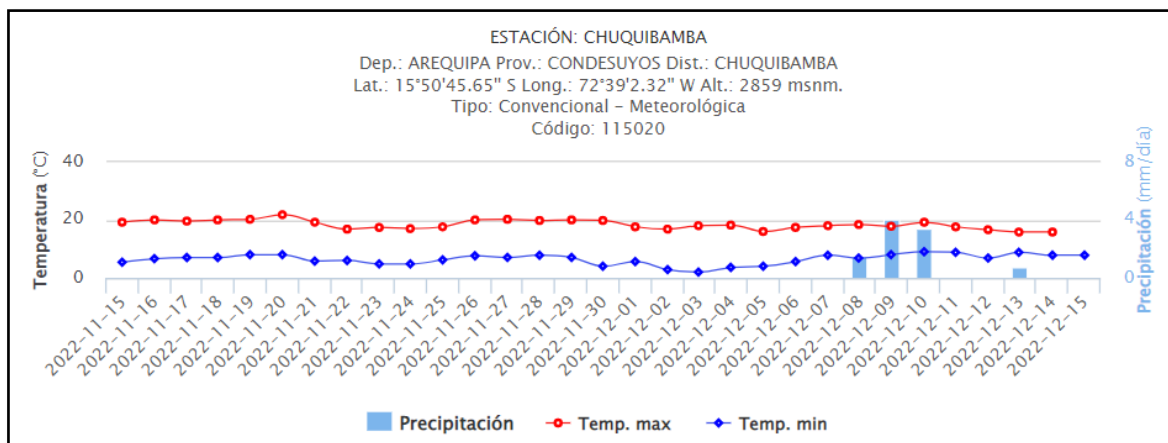
El acceso al área de estudio se realizó por vía terrestre partiendo desde Arequipa y se siguió la siguiente ruta:

**Cuadro 2.** Rutas y accesos a la zona evaluada.

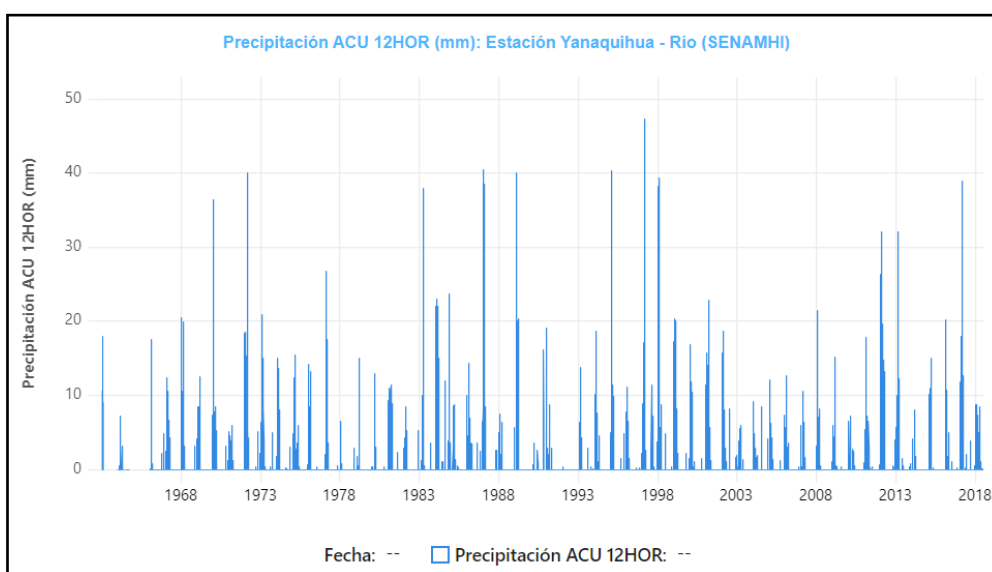
Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Arequipa - Corire	Asfaltada	159	2hora y 50 min
Corire - Chuquibamba	Asfaltada	68.3	1 hora y 40 min
Chuquibamba - Andaray	Trocha carrozable	60.6	1 hora y 48 min

**1.2.3. Precipitación pluvial**

Según la información disponible del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), de la estación Chuquibamba, los valores de precipitación se muestran en el gráfico 1. En él se visualiza la precipitación del 2022, con datos de precipitación diaria. La mayor precipitación es de aproximadamente 20 mm. En la estación de Yanaquihua se calculó precipitaciones de hasta 48 mm.



**Figura 3.** Precipitación diaria según la estación Chuquibamba (Senamhi).



**Figura 4.** Precipitación diaria según la estación Yanaquihua (Senamhi).



## 2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

**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.

**DERRUMBE:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros (Se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

**EROSIÓN DE LADERAS:** Se considera dentro de esta clasificación a este tipo de eventos, porque se les considera predecesoras en muchos casos a la ocurrencia de grandes eventos de movimientos en masa. La erosión de los suelos es producto de la remoción del material superficial por acción del agua o viento. El proceso se presenta gracias a la presencia de agua en forma de precipitación pluvial (lluvias) y escorrentías (escurrimiento), que entra en contacto con el suelo, en el primer caso por el impacto y en el segundo caso por fuerzas tractivas que vencen la resistencia de las partículas (fricción o cohesión) del suelo generándose los procesos de erosión (Duque et ál, 2016).

Los procesos de erosión de laderas también pueden tener como desencadenante la escorrentía formada por el uso excesivo de agua de regadío.

**CÁRCAVAS:** La erosión en cárcavas es un fenómeno que se da bajo diversas condiciones climáticas (Gómez et al., 2011), aunque más comúnmente en climas semiáridos y sobre suelos estériles y con vegetación abierta, con un uso inadecuado del terreno o inapropiado diseño del drenaje de las vías de comunicación. Las incisiones que constituyen las cárcavas se ven potenciadas por avenidas violentas y discontinuas típicas del clima mediterráneo, lluvias intensas o continuas sobre terrenos desnudos o por la concentración de flujos superficiales fomentados por obras de drenaje de caminos o carreteras.

**CRECIDA DE DETRITOS:** Flujo muy rápido de una crecida de agua que transporta una gran carga de detritos a lo largo de un canal, usualmente también llamados flujos hiperconcentrados (Hung et al., 2001).

**INUNDACIÓN:** Las inundaciones son ocupaciones parciales o totales de agua que ocurren en una superficie que usualmente está seca y que podrían generar daños materiales y/o humanos. Son eventos producidos por fenómenos naturales como lluvias, derretimiento de nieve; o producidos por la actividad humana.

RIADA: es una crecida de un curso de agua que provoca que éste alcance un flujo muy superior al habitual. Por ese motivo, el lecho puede incluso no ser capaz de contener el agua, una particularidad que deriva en una inundación.

### **3. ASPECTOS GEOLÓGICOS**

Para el análisis geológico se tomó como referencia el mapa geológico del cuadrángulo Chuquibamba 32-q W. Olchanski, E., & Dávila, D. (1994). Los depósitos cuaternarios, se complementaron con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones de campo.

#### **3.1. Unidades litoestratigráficas**

##### **3.1.1. Formación Huaylillas (Nm-hu).**

Asignadas al mioceno (Wilson y García, 1962), parecería corresponder a varios eventos de la formación de una caldera volcánica, quizás localizada en la depresión que actualmente ocupa la laguna Parinacochas (cuadrángulo de Cora Cora, 31-o) o en alguna estructura localizada en el cuadrángulo de Orcompampa (31-r). Se encuentran conformadas por tobas riolíticas a dacíticas blancas a blanco amarillentas, tobas soldadas de composición riodacítica con estructura fiamme de pómez aplastada. Son fácilmente afectadas por fenómenos meteóricos o gravitacionales, motivo por el cual se han deslizado y están rellenando la depresión de Chuquibamba. Cubren gran parte de la hoja. Al tomar en consideración una datación radiométrica de  $13,8 \pm 0,3$  Ma, realizada por el método K/Ar en biotitas (NOBLE et al., 1974), corresponde a esta unidad una edad miocénica.

En inmediaciones de la quebrada Escalería, esta unidad se presenta moderadamente meteorizada y medianamente fracturada.

##### **3.1.2. Centro volcánico Coropuna (Qh-co1).**

Está ubicado en el sector noreste del cuadrángulo, sus depósitos han sido divididos y asociados en base a su morfología y naturaleza (dinámica eruptiva), para finalmente ser correlacionados con dataciones radiométricas existentes. Por lo tanto, se han diferenciado cinco eventos. En el área de estudio aflora el primer evento.

El primero (Np-co1) que consiste en flujos lávicos andesíticos afíricos a porfíricos que se encuentran sobreyaciendo discordantemente a los depósitos del Grupo Tacaza, se extiende hacia el suroeste de la estructura volcánica, llegando a recorrer distancias superiores a los 20 km. Teniendo en consideración una datación radiométrica de  $5,3 \pm 0,3$  Ma, realizada por el método K/Ar en roca total (WEIBEL M. y FEJER Z., 1977), se asigna a la base del estratovolcán.

En inmediaciones de la quebrada Escalería, esta unidad se presenta moderadamente meteorizada y medianamente fracturada.

### 3.1.3. Depósito coluvial (Qh-col)

Son depósitos provenientes de detritos que no posee gran movilización, se acumulan en las partes bajas de las laderas, ocasionando acumulación de fragmentos rocosos y lodos a manera de conos de deyección en su desembocadura. Constituidos por gravas, arenas y limos; cuyos depósitos se encuentran poco consolidados.

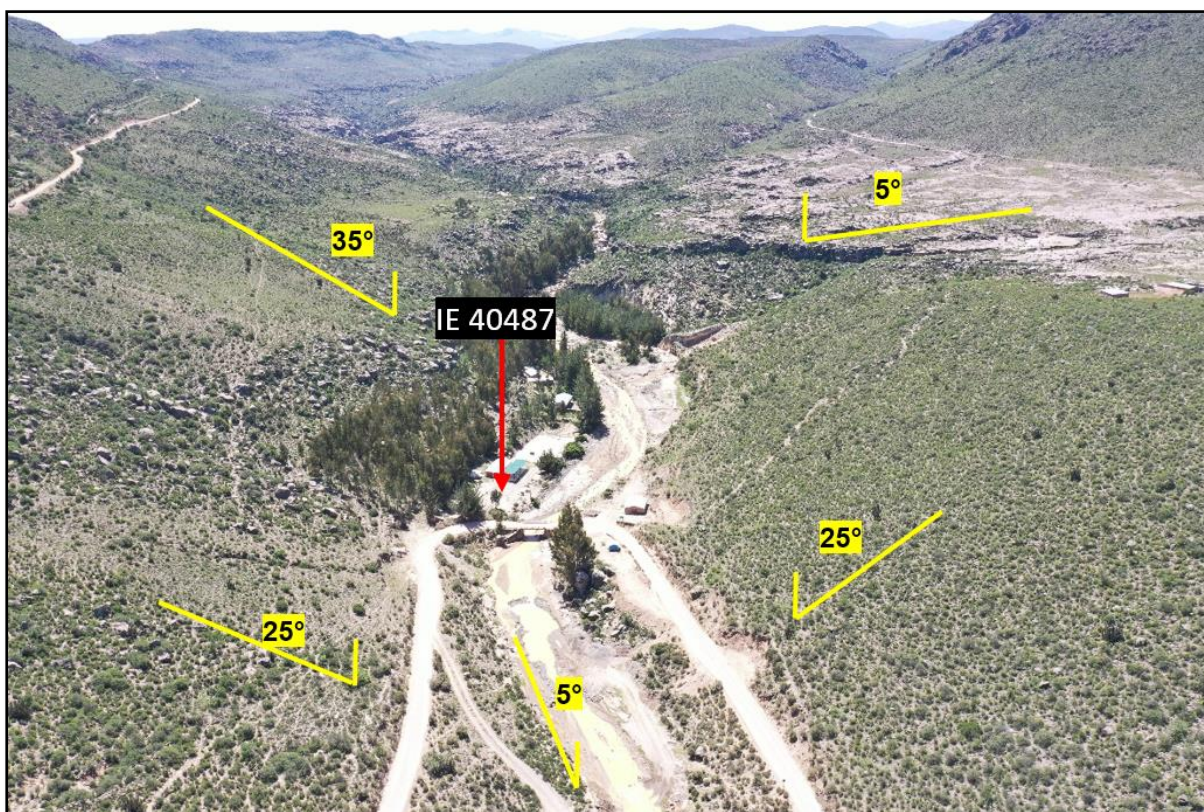
### 3.1.4. Depósitos fluviales (Qh-fl)

Son depósitos dejados por los cursos de aguas, conformados por fragmentos politológicos, con bloques redondeados producto del transporte desde las partes altas. Están afloran en el cauce de la quebrada Escalera. Son depósitos poco consolidados.

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

En la quebrada Escalera, en inmediaciones del centro educativo N° 40487, las pendientes de los terrenos, varía desde suavemente inclinados a moderados, ( $5^\circ$  -  $15^\circ$ ), las laderas presentan pendientes fuertes a muy fuerte ( $25^\circ$ - $45^\circ$ ), además las laderas, se aprecian escarpes con pendientes ( $> 45^\circ$ ), (figuras 5). Se elaboró un mapa de pendientes en base al modelo de elevación digital (DEM), de 20 cm, a partir fotogrametría con dron (Anexo 1, mapa 2).



**Figura 5.** El texto de color amarillo muestra las distintas pendientes en inmediaciones del centro educativo N 40487

**Tabla 1.** Clasificación de pendientes del terreno.

Rangos de pendientes del terreno (°)	CLASIFICACIÓN
<1	Llano
1 – 5	Suavemente inclinado
5 – 15	Moderado
15 – 25	Fuerte
25 – 45	Muy fuerte a escapado
>45	Muy escarpado

## 4.2. Unidades Geomorfológicas

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector, se ha empleado la propuesta de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del Ingemmet; cuyas concepciones se basan en considerar el efecto de los procesos morfodinámicos; teniendo geoformas de carácter tectónico degradacional o denudativos y depositacional o agradacional

La evolución del relieve en el área evaluada se presenta en el (Anexo 1, mapa 2).

### 4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y denudacional

#### Unidad de Montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel, cuya cima puede ser aguda, sub-aguda, semi redondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

Subunidad de montaña en rocas volcánica (RM-rv): Corresponde a productos o emanaciones volcánicas antiguas, que por los procesos de erosión y denudación no muestran las geoformas o paisajes originales, sino superficies o laderas disectadas que en función a su altura forman montañas. Esta se ubica en el extremo noreste de la zona de estudio.

### 4.2.2. Geoformas de carácter depositacional o agradacional

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores; se tienen las siguientes unidades y subunidades.

#### Unidad de Piedemonte

Ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y las áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y las acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. Las unidades de piedemonte identificadas son las siguientes:

Vertiente coluvial de detritos (V-d): Es una subunidad geomorfológica, el cual trata de un depósito de bloques de roca de igual tamaño y litología que se acumula en la base de las laderas de montañas o colinas. Los bloques se producen por caídas, vuelcos y meteorización física, y los más angulosos se depositan en la base. Las vertientes coluviales de detritos descienden hacia los valles principales o quebradas tributarias.

Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at): Unidad extendida al pie de estribaciones andinas o los sistemas montañosos. Está formado por la acumulación de corrientes de agua. Se ubica en las partes bajas de la quebrada Escalería

### **Unidad de Planicie**

Las unidades de planicie son terrenos planos con una pendiente suave entre 1 y 5° y un ancho variable. Estas geoformas se encuentran a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río – Quebrada amplias, a mayor altura y representan niveles antiguos de sedimentación fluvial

La superficie de flujo piroclástico (Sfp) es una zona relativamente plana y extensa que abarca gran parte del área de estudio. Esta zona tiene pendientes moderadas.

## **5. PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS**

En inmediaciones del centro poblado Uchuru, se identificó un peligro geohidrogeológico correspondiente a inundación fluvial. Este proceso tiene como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente del terreno, el tipo de suelos, el drenaje superficial y la cobertura vegetal. Como factores “detonantes” se tiene a las lluvias periódicas y extraordinarias que caen en el área.

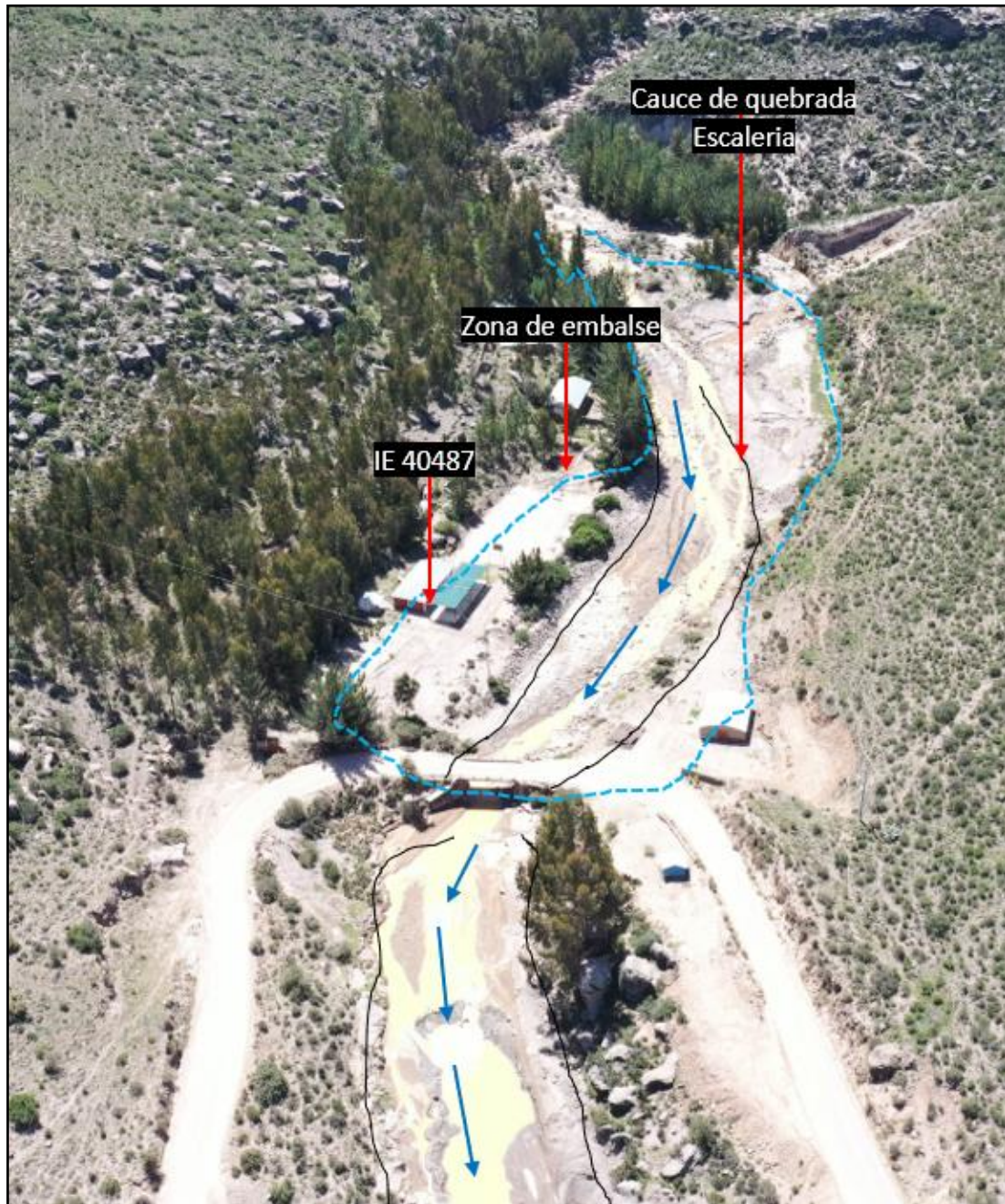
### **6.1. Inundación fluvial**

El desborde de río Escalería a la margen derecha, inunda la institución educativa N°40487 del centro poblado Uchuru, situada en la planicie aluvio torrencial al nivel del río y a 45 m aguas arriba del puente carrozable que es parte de la vía principal que comunica los distritos de Andaray y Chuquibamba.

Registros pluviométricos y de daños por INDECI, indican que en enero del 2024 ocurrieron lluvias intensas en la parte alta del centro poblado Uchuru, cuyas aguas se acumularon e incrementaron el caudal de la quebrada Escalería.

Durante su recorrido las aguas, en las laderas de la quebrada arrastraron material orgánico, arbustos, ramas, troncos, etc. que se canalizaron sobre el cauce de la quebrada, que al llegar el material cargado al puente Escalería, se obstruyó, debido a que este posee dimensiones no adecuadas para el cauce de la quebrada, se apreció que el puente tiene una luz de 1.5 m y un tirante de 2.5 m.

Al obstruirse la luz del puente por el material transportado, generó un embalse de las aguas, cuyo nivel alcanzó más de 2 m de altura.



**Figura 6.** Zona inundada por desborde de las aguas de la quebrada Escalera



**Figura 7.** Zona afectada por inundación



**Figura 8.** Inundación de la institución educativa N°40487 en el centro poblado Uchuru. Foto fuente Diario viral (Fecha: 26-01-2024).

## 6.2. Factores condicionantes

La inundación ocurrida en la quebrada Escalera, a la altura del centro educativo N° 40487 en el centro poblado Uchuru, está condicionado por.

- Presencia de unidades geomorfológicas de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial, sobre terrenos suavemente inclinados a moderados.
- La quebrada Escalera, presenta pendientes del terreno que varían desde suavemente inclinadas (1°-5°) a moderados (5° - 15°).
- Se ha observado condicionantes antrópicas, en el cauce de la quebrada Escalera se localiza un puente, el cual no cuenta con las dimensiones necesarias para evacuar las aguas de manera correcta.

## 6.3. Factores desencadenantes

- Lluvias intensas prolongadas o extraordinarias (según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú el periodo de lluvia en el Perú se da en los entre los meses de diciembre a marzo); registrando un máximo de 40.4 mm/día el 25 de febrero del 2017 en la estación Chuquibamba (SENAMHI). Sin embargo, en la estación de Yanaquihua se identificó precipitaciones de hasta 48 mm.



## CONCLUSIONES

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

- a) En el área de estudio afloran rocas pertenecientes a la Formación Huaylillas, conformadas por tobas riolíticas a dacíticas, blancas a blanco amarillentas; al Centro volcánico Coropuna, que consiste en flujos lávicos andesíticos; las cuales se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas; y depósitos cuaternarios coluviales y fluviales, ambos se encuentran poco consolidados.
- b) Se tienen las siguientes unidades geomorfológicas, montaña en rocas volcánica, superficie de flujo piroclástico, vertiente coluvial de detritos y vertiente o piedemonte aluvio-torrencial con pendientes suavemente inclinadas a moderadas, es una superficie al pie de los sistemas montañosos. Está formado por la acumulación de corrientes de agua.
- c) El principal peligro geohidrológico en inmediaciones de la institución educativa N° 40487 del centro poblado Uchuru, es por inundación. El cual se presenta en temporadas de lluvias intensas.
- d) Los factores condicionantes que originan el peligro geohidrológico es la presencia de la unidad geomorfológica de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial; terrenos con pendientes suavemente inclinadas a moderadas (5°-15°) y la ubicación del puente Escalera, el cual no cuenta con las dimensiones necesarias para evacuar las aguas de manera correcta.
- e) La institución educativa N° 40487 del centro poblado Uchuru, se encuentra sobre una terraza baja, la cual puede ser afectada por inundación. Se le considera como de **PELIGRO MEDIO A ALTO**.

## RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones con la finalidad de mitigar el impacto de las inundaciones. La implementación de estas recomendaciones permitirá mitigar el impacto de los peligros geohidrológicos en la quebrada Escalera.

1. Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada Escalera, en inmediaciones de la institución educativa N°40487.
2. Canalizar el cauce de la quebrada Escalera y construir un muro de contención en la margen derecha de la mencionada quebrada, a la altura de la institución educativa N°40487, a fin de evitar futuras inundaciones o flujos de detritos.
3. Evaluar la posible reubicación de la institución educativa N°40487 a una zona más segura, lejos del cauce de las quebrada Escalera.
4. Mantener la vegetación y forestar con árboles o plantas nativas, las laderas circundantes a la institución educativa N°40487, a fin de disminuir la erosión de las laderas.
5. El puente Escalera debe ser ampliado y reemplazado por una infraestructura de mayores dimensiones, en función a cálculos hidráulicos frente a escenarios extremos de lluvias en la zona.
6. Sensibilizar a la población a través de talleres y charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos, para evitar construcción de viviendas o infraestructura en áreas susceptibles a la ocurrencia de peligros hidrogeológicos.

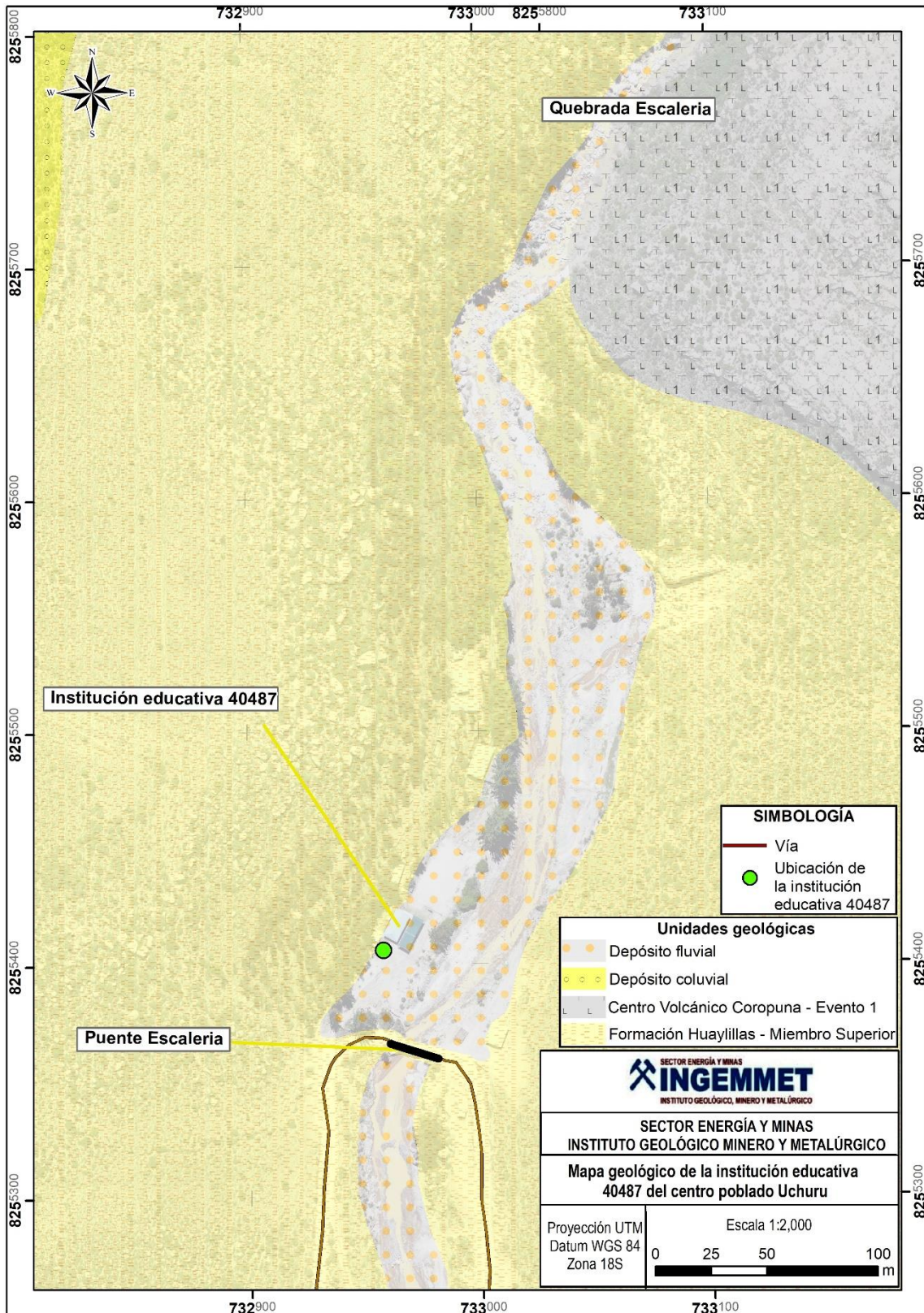
  
Rigoberto Aguilar Contreras

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

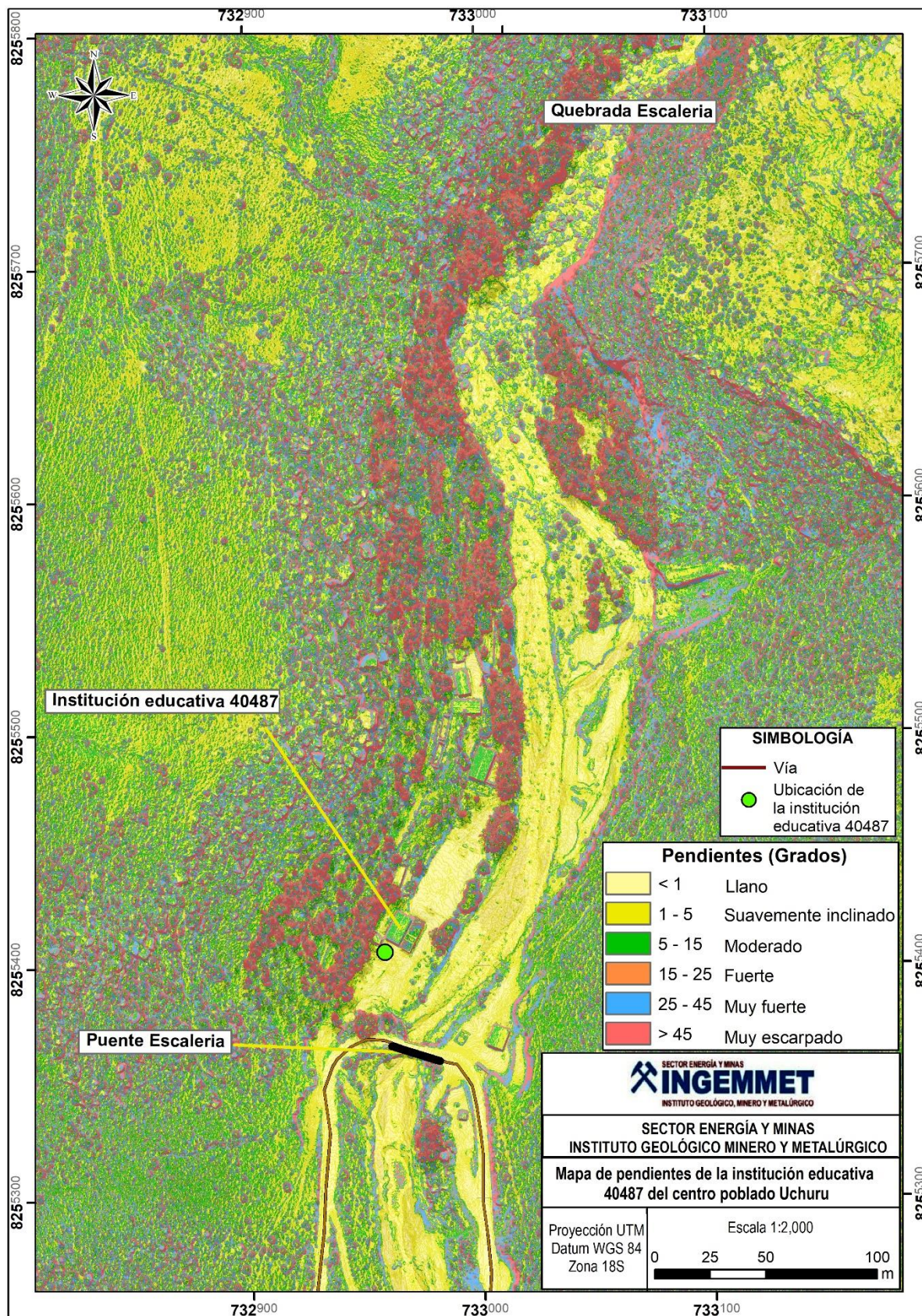
## BIBLIOGRAFÍA

- Benavente, C.; Delgado, G.; García, B.; Aguirre, E.; Audin, L. (2017). Neotectónica, Evolución del Relieve y Peligro Sísmico en la Región Arequipa, INGEMMET, Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N° 64, 370 p.
- Ccallo, W., Santos, A., Torres, D., Ayala, L., (2021) - Geología del cuadrángulo de Chuquibamba (hoja 32q4), Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000) N° 16. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 37 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3135>
- Corominas, J. & García Yagüe A. (1997). Terminología de los movimientos de ladera. I V Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Vol. 3, 1051-1072
- Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslide's investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Jenks, W. (1948). Geologia de la hoja de Arequipa. Instituto Geológico del Perú. Boletín n°9, Lima.
- Kelfoun K., Samaniego P., Palacios P. and Barba D. (2009) Testing the suitability of frictional behaviour for pyroclastic flow simulation by comparison with a wellconstrained eruption at Tungurahua volcán (Ecuador), Bull. Volcánol. DOI 10.1007/s00445-009-0286-6
- Luque, G.; Pari, W.; Dueñas, K. (2021). Peligro Geológico en la región Arequipa, INGEMMET, Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica N° 81, 286 p.
- Olchanski, E., & Dávila, D. (1994). Geología de los cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi 32-q, 31-q. Instituto Geológico, Mineros y Metalúrgico, Perú. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, n° 50, 52p.
- Paguican EMR, Van Wyk de Vries B, Lagmay a. MF (2012) Hummocks: how they form and how they evolve in rockslide-debris avalanches. Landslides 11:67–80. doi: 10.1007/s10346-012-0368-y
- 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.
- Quispesivana, L. & Navarro, P. (2003) - Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Caravelí (32-p), Chuquibamba (32-q), Chivay (33-s), Cailloma (31-s), Velille (30-s), Livitaca (29-s) y Pacapausa (30-p), Escala 1:100 000, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 42 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2052>
- Thouret, J.-C.; Wörner, G.; Gunnell, Y.; Singer, B.S., Zhang, X., & Souriot, T. (2007) - Geochronologic and stratigraphic constraints on canyon incision and Miocene uplift of the Central Andes in Peru. Earth and Planetary Science Letters, 263(3-4): 151-166. Informe Técnico N° A7259

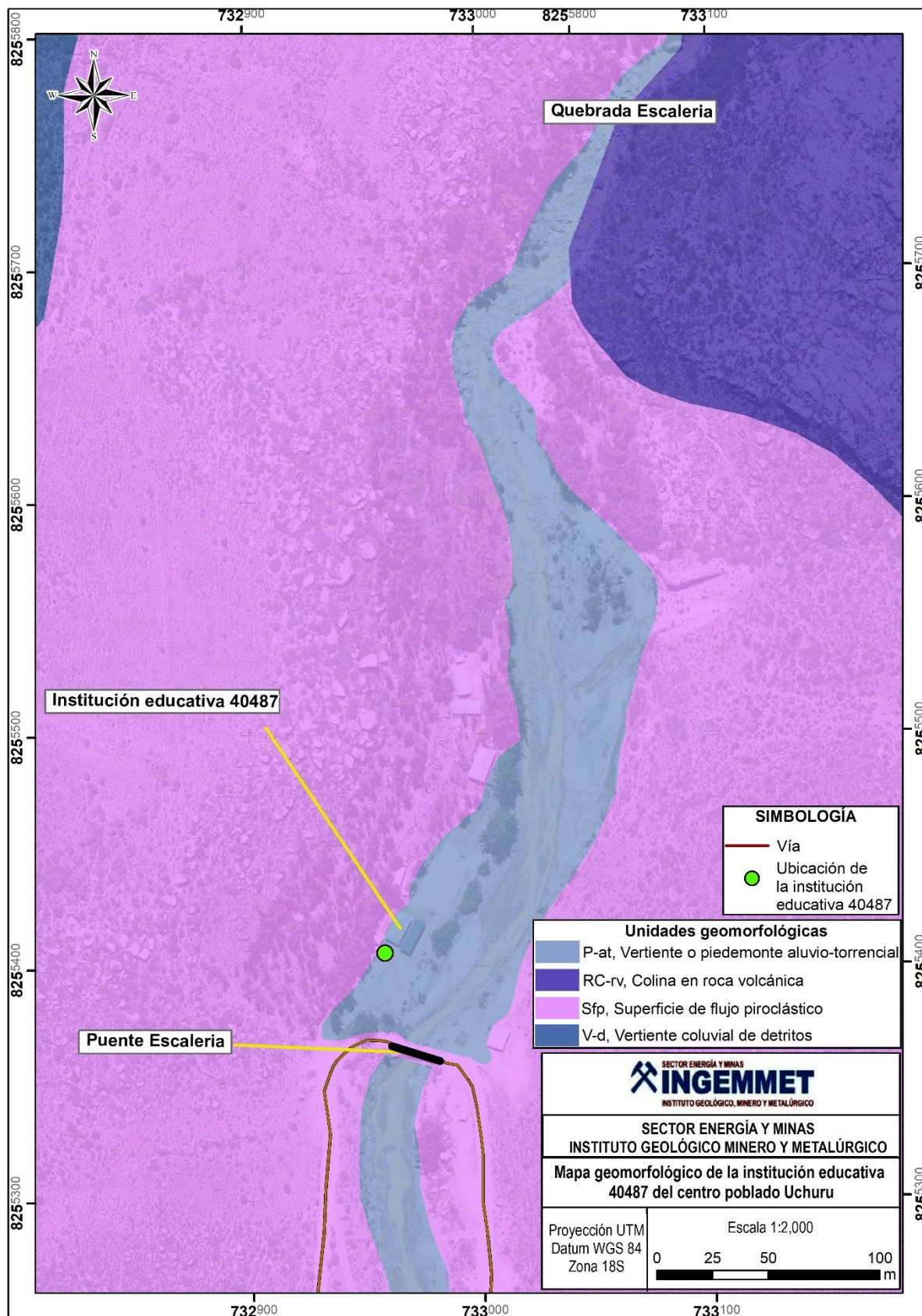
ANEXO 1 MAPAS



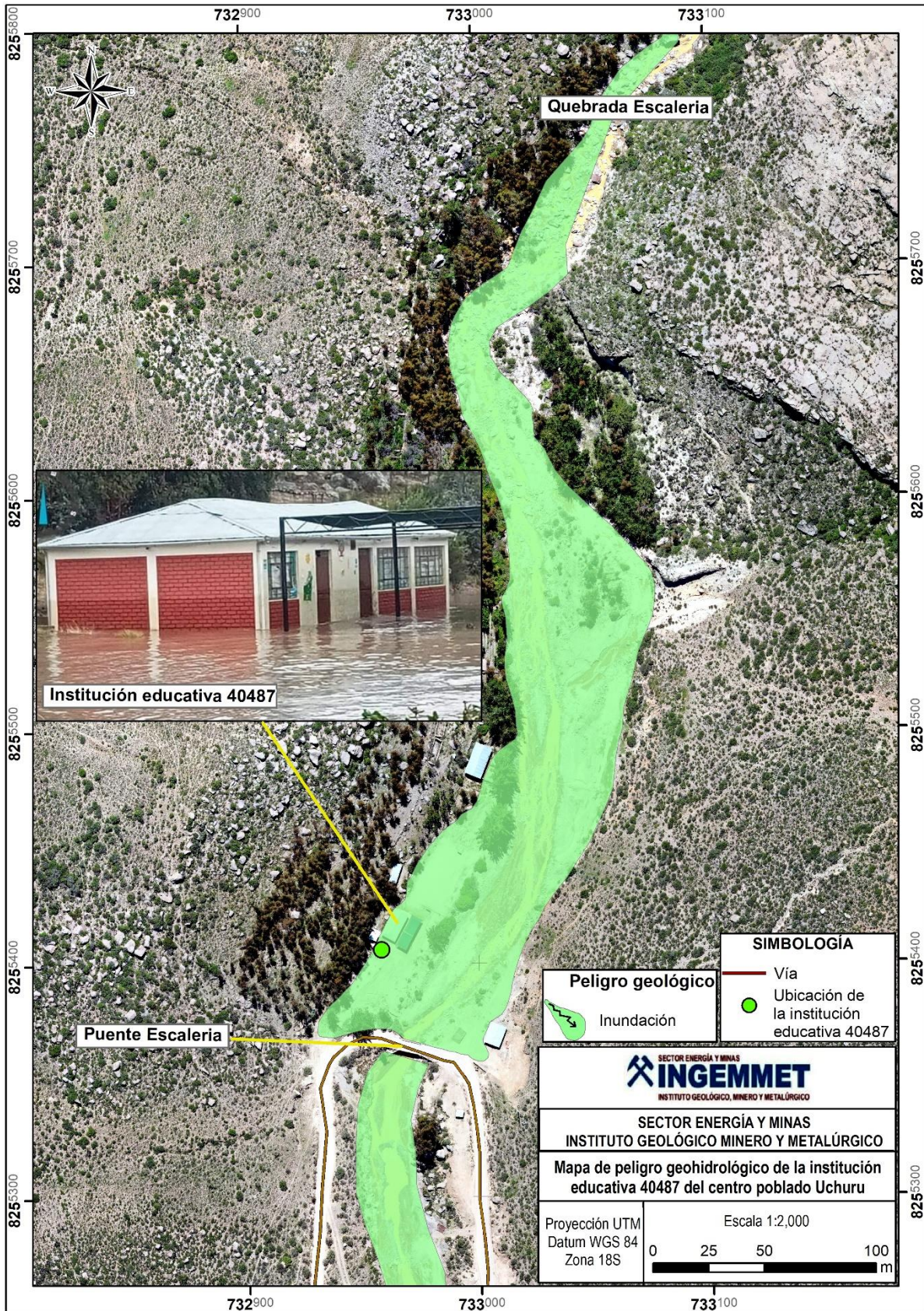
Mapa N°1. Geología del área de trabajo. Tomado y modificado del mapa geológico del cuadrángulo Chuquibamba 32-p. E. & Dávila, D. (1994)



Mapa N°2. Pendientes del terreno, elaborado a partir de un modelo digital de elevaciones (DEM) de 50 cm de resolución. Elaboración propia.



Mapa N°3. Geomorfolología del área de trabajo en inmediaciones de la institución educativa 40487 en Andaray. Tomado del mapa geomorfológico a escala 1:200,000 del Ingemmet.



Mapa N°4. Cartografía de peligros por inundación en inmediaciones de la institución educativa N° 40487 en Andaray. Elaboración propia.