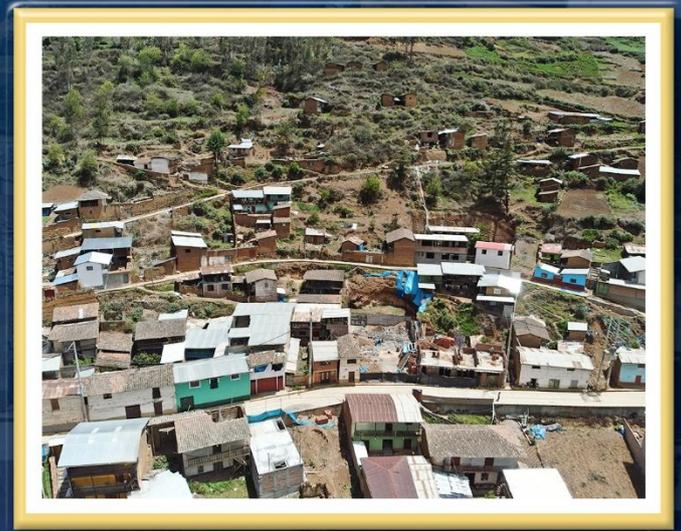


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7596

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DERRUMBES EN LA CALLE ATAHUALPA

Departamento: Junín
Provincia: Tarma
Distrito: Tapo



FEBRERO
2025

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DERRUMBES EN LA CALLE ATAHUALPA

(Distrito de Tapo, provincia Tarma, departamento de Junín)



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

Equipo técnico:

Ángel Gonzalo Luna Guillén

Segundo Núñez Juárez

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). Evaluación de peligros geológicos por derrumbe en la calle Atahualpa, distrito Tapo, provincia Tarma, departamento Junín. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7596, 41 p.

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	5
2.1. Objetivos del estudio	5
2.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
2.3. Aspectos generales	6
2.3.1. Ubicación	6
2.3.2. Accesibilidad.....	7
2.3.3. Población.....	9
2.3.4. Clima.....	9
3. DEFINICIONES	11
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS	14
4.1. Unidades litoestratigráficas	14
1.1.1. Formación Chambara (Ts-cha).....	14
1.1.2. Depósito aluvial (Qh-al).....	15
1.1.3. Depósito fluvial (Qh-fl).....	15
1.1.4. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd).....	15
2. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	18
2.1. Pendientes del terreno.....	18
1.1. Unidades geomorfológicas	19
1.1.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	19
1.1.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	19
2. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	21
4.2. 5.1. Derrumbes en la calle Atahualpa.....	21
2.1. Factores condicionantes.....	25
2.2. Factores desencadenantes	25
3. CONCLUSIONES	26
4. RECOMENDACIONES	27
5. BIBLIOGRAFÍA	28

1. RESUMEN

Este informe técnico, es el resultado de la evaluación de los peligros geológicos de movimientos en masa tipo derrumbes, suscitados en la calle Atahualpa, ubicado en la margen derecha del río Tapo, dentro de la jurisdicción del distrito de Tapo, en la provincia Tarma, del departamento de Junín. Este estudio, llevado a cabo por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), cumple con su función primordial de proporcionar asistencia técnica en materia de peligros geológicos a los distintos niveles gubernamentales.

En la zona de estudio el substrato rocoso se compone principalmente de calizas, lutitas y cherts. Localmente, presenta calizas muy meteorizadas y fracturadas con rumbo N322° y buzamiento de 35° al sureste, cubiertas por depósitos coluvio-deluviales, depositados en la margen derecha del río Tapo. Estos últimos constituidos por bloques, cantos, gravas, arenas y limos, mostrándose ligeramente húmedos por la temporada de lluvias y propensos a derrumbes que generan nuevos depósitos inestables.

Las pendientes de la ladera, que varían entre 25° y 50°, junto con cortes de taludes con inclinaciones de hasta 85°, favorecen movimientos gravitacionales como derrumbes, incrementando la inestabilidad del terreno debido a la falta de medidas de estabilización.

Las geoformas tectónicas degradacionales incluyen montañas con pendientes de hasta 58° y depósitos de calizas desintegradas, mientras que las geoformas deposicionales comprenden vertientes coluvio-deluviales, terrazas coluviales con derrumbes recientes y terrazas aluviales en el fondo del valle.

En la calle Atahualpa, los derrumbes reflejan la inestabilidad del terreno, destacando el derrumbe denominado D-1 con una altura total de 9 m y un colapso de 1.5 m, cuya actividad podría generar pérdidas progresivas del material subyacente.

El área presenta un **Peligro Alto** debido a los movimientos en masa, especialmente derrumbes que podrían ser desencadenados por precipitaciones temporales.

Se sugiere tomar medidas inmediatas de corrección, como la construcción de redes de drenaje para derivar las aguas servidas y pluviales lejos de la ladera inestable, entre otras.

2. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el “Servicio de asistencia técnica en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo el Oficio N° 141-2024- A/MDT-T/JUNIN de la Municipalidad distrital de Tapo, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a los ingenieros: Ángel Gonzalo Luna Guillen y Segundo Núñez Juárez, realizar la evaluación de peligros geológicos, llevados a cabo el 09 de noviembre del 2024, en coordinación con autoridades de la municipalidad distrital de Tapo (representantes de defensa civil), con acompañamiento de moradores de la calle Atahualpa.

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; 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 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 Tapo 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.

2.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que se presentan en la calle Atahualpa.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyeron en la ocurrencia de los derrumbes en la calle Atahualpa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la etapa de campo.

2.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en los alrededores del sector evaluado se tienen:

- A) Boletín N° 69, Serie A, Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos Hojas 23-I, 24.I, 25.I” (Ingemmet., 1996). Describe las unidades litoestratigráficas en el área de inspección, resaltando la presencia del Grupo Mitu y la Formación Chambara.

B) Boletín N° 72, Serie C, Peligro geológico en la región Junín (Luque et al., 2020). Describe los peligros geológicos en la región Junín, así mismo realiza el mapa de susceptibilidad en la misma, donde se observa que el área de influencia de la calle Atahualpa y sus alrededores se encuentran en áreas de Muy Alta y Alta susceptibilidad (figura 1).

Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

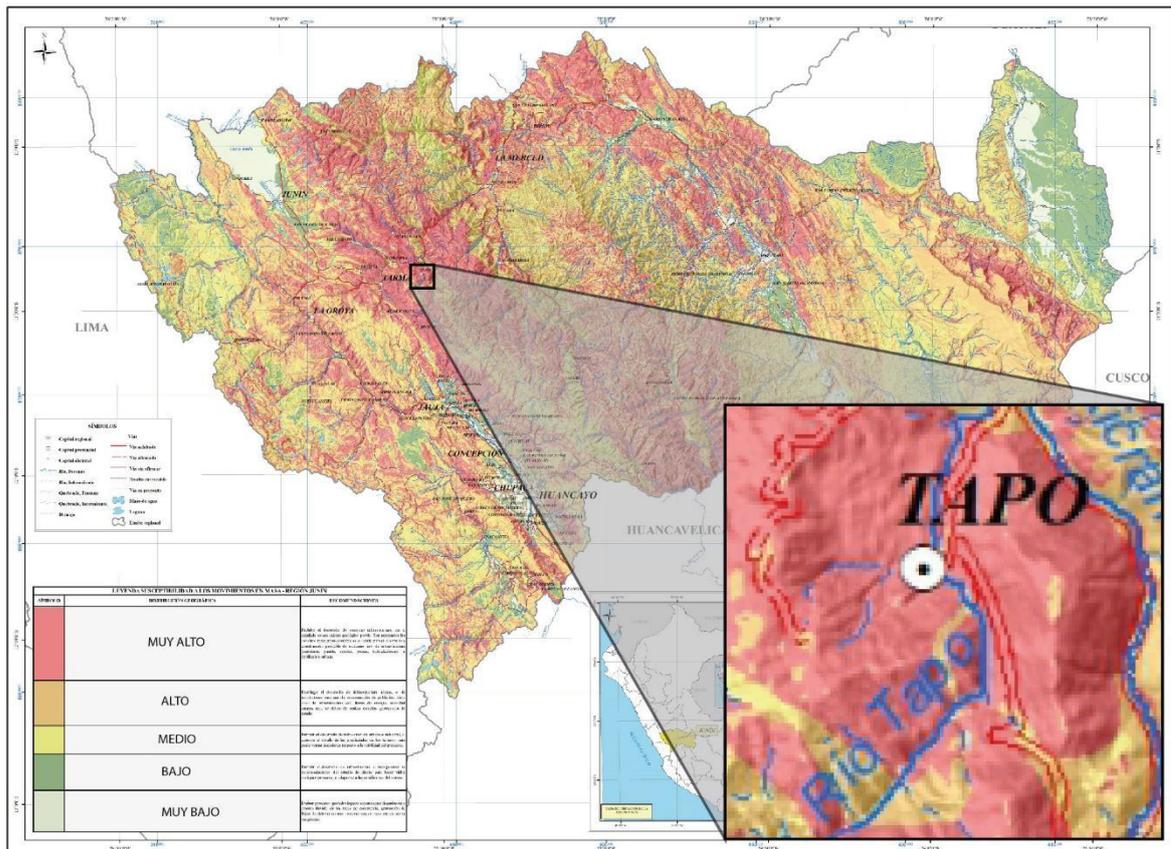


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa del departamento de Junín (Fuente: Luque., et al 2020).

2.3. Aspectos generales

2.3.1. Ubicación

Geográficamente el área evaluada (Calle Atahualpa), se ubica en la ladera del extremo este del centro poblado Tapo, margen derecha del río Tapo.

Políticamente pertenece al distrito Tapo, provincia Tarma y departamento Junín (figura 2).

Las coordenadas límites del área de inspección se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas del área que cubre la inspección y evaluación realizada en el barrio Atahualpa - Tapo

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Sur	Latitud	Longitud
1	438696.00 m E	8740724.00 m S	-11.391032°	-75.561912°
2	438698.00 m E	8740558.00 m S	-11.392534°	-75.561897°
3	438880.00 m E	8740562.00 m S	-11.392501°	-75.560228°
4	438879.00 m E	8740724.00 m S	-11.391036°	-75.560235°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	438770.00 m E	8740618.00 m S	-11.391992°	-75.561236°

2.3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Lima, a través de vías asfaltadas, trochas carrozables y caminos vecinales, siguiendo la ruta y accesos del cuadro 1.

Cuadro 1. Rutas y accesos a la zona de evaluación

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima-La Oroya	Carretera asfaltada	184 km	5 h
La Oroya - Tarma	Carretera asfaltada	56.5 km	1 h 10 min
Tarma – Tapo – Calle Atahualpa	Trocha carrozable	10 km	1 h

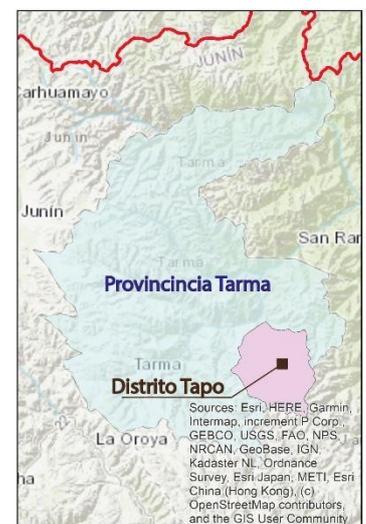
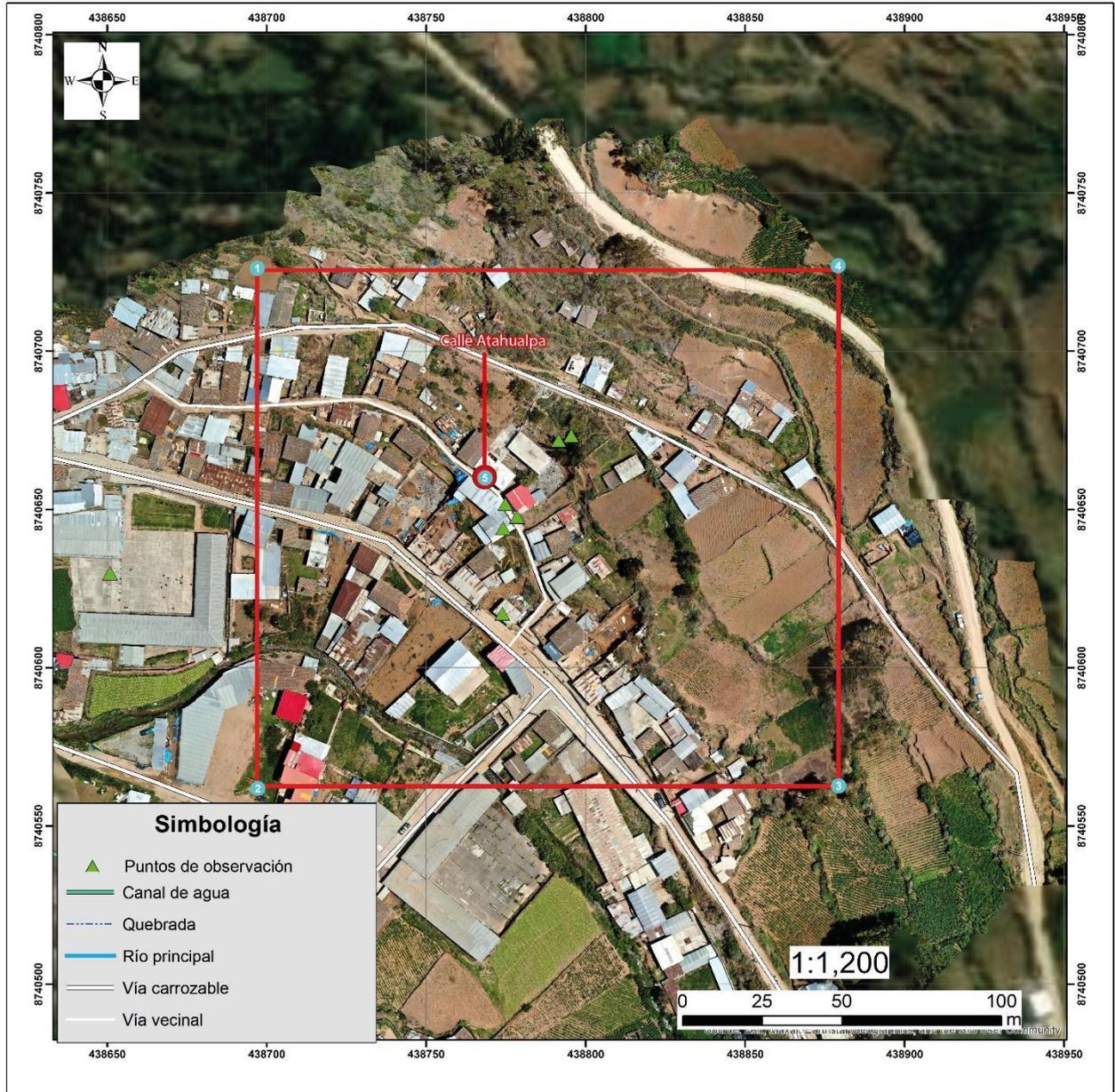


Figura 2. Mapa de ubicación del área de inspección.

2.3.3. Población

Satelitalmente se observa que la calle Atahualpa tiene alrededor de 20 viviendas considerando 03 personas por vivienda la población entre hombres, mujeres y niños sería de 60.

Cuadro 2. Características censales 2017, fuente: INEI

Descripción	Total
DEPARTAMENTO	JUNÍN
PROVINCIA	TARMA
DISTRITO	TAPO
CATEGORÍA	-
POBLACIÓN	60
VIVIENDAS	20

2.3.4. Clima

Según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo enero, 2022 - 2023 (marzo) fue de 44.5 mm el 16 de marzo del. Si analizamos el registro de precipitaciones diarias vemos intervalos de lluvia y calma bien marcados entre los meses de enero y junio.

La última reactivación del derrumbe se dio el 03 de abril de 2023, que tiene relación con los días previos de precipitación registrados en el mes de marzo con precipitación máximas diarias de 44.5 mm.

La temperatura anual oscila entre mínimos y máximos de 2° y 17°C (figura 3). Así mismo, presenta una humedad promedio de 20% durante casi todo el año (Servicio aWhere).

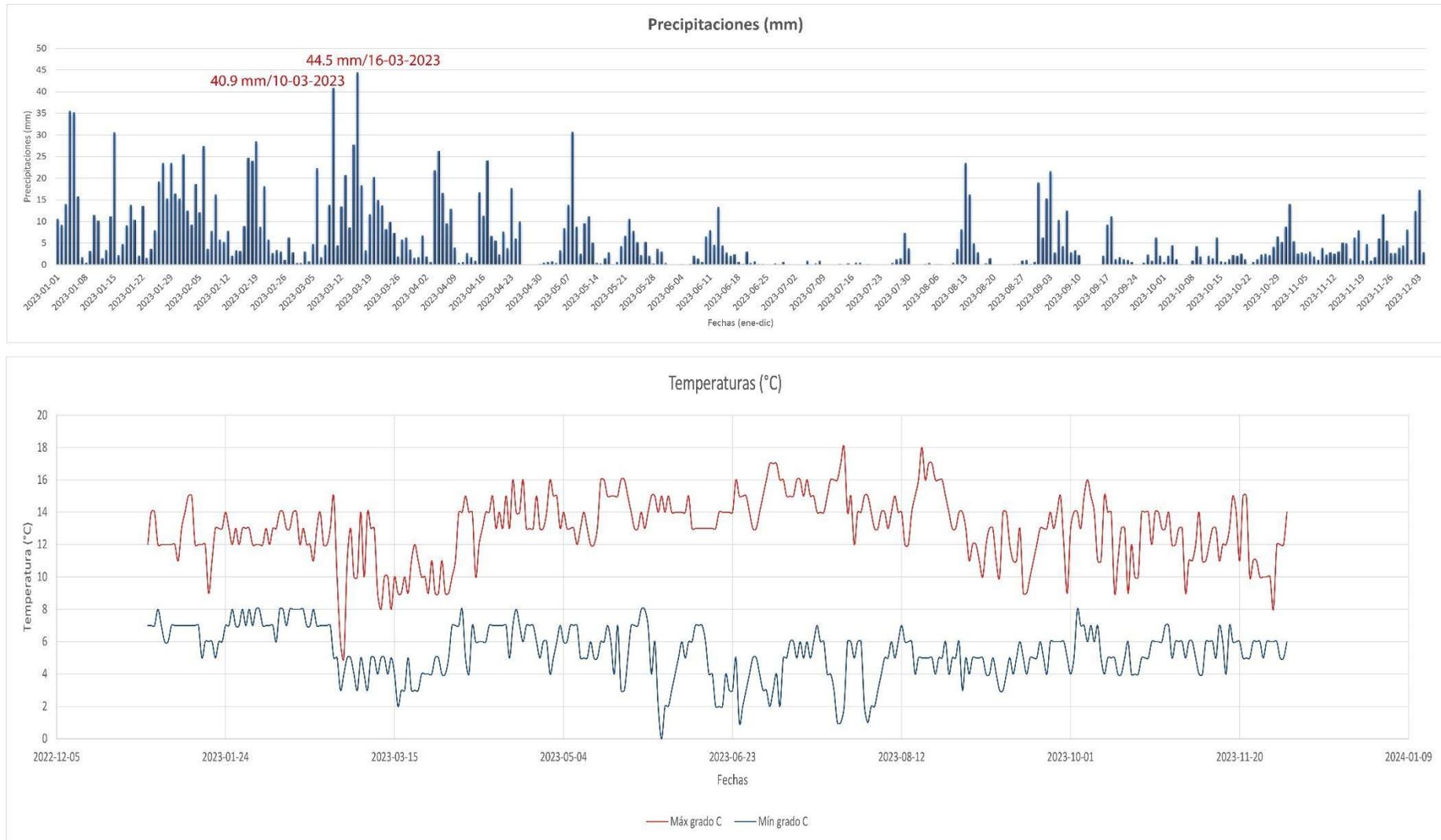


Figura 3. A) precipitación en la ciudad de Tapo y B) temperaturas en el distrito de Tapo (periodo 2022-2023). Fuente: análisis espacial de datos meteorológicos AWERE (Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7337354>).

3. 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:

Actividad: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

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

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

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

Arcilla: Suelo con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad; muy influenciados por el agua en su comportamiento.

Coluvial: Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

Coluvio-deluvial: Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

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

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

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

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.

Detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Factor condicionante: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

Factor detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

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.

Inactivo latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

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.

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.

Proluvial: Complejo sedimento deltaico friable de material fragmental, acumulado al pie de una pendiente como resultado de una ocasional avenida torrencial.

Saturación: El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

Susceptibilidad: La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados

cuantitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

Talud: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

Zona crítica: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo

Estado de los movimientos en masa

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

Abandonado: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).

Latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

Suspendido: Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).

Inactivo: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico se desarrolló en base al Boletín N° 69, Serie A, Geología de los cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos, Hojas 23-I, 24.I y 25.I" (Ingemmet., 1996), y los mapas a escala 1:100 000 y 50 000, publicados en el portal geo-científico del GEOCATMIN, complementando con datos de campo, con lo que finalmente se elaboró el mapa geológico (Anexo 1-mapa 1).

4.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas comprenden calizas y dolomías cubiertas por depósitos cuaternarios coluvio-deluviales. A continuación, se describen las características identificadas en los trabajos de campo:

1.1.1. Formación Chambara (Ts-cha)

La Formación Chambará es una unidad del período Devónico (Paleozoico). Se caracteriza por depósitos marinos de carbonatos, principalmente calizas y dolomías, con intercalaciones de lutitas y cherts.

La Formación Chambará, en muchas áreas, se presenta como una serie detrítica roja de espesor variable, compuesta principalmente por depósitos resultantes de la erosión y resedimentación de las rocas del Grupo Mitu, con las que guarda características miméticas

Localmente se observan calizas con rumbo de N322°, y buzamiento de 35°SW en contra de la pendiente de la ladera, estas se observan altamente meteorizadas y fracturadas en espesores o capas entres 2 a 3 m, generando suelos residuales (tablas 2 y 3), entreverados por depósitos detríticos coluvio-deluviales, (figura 4).

Tabla 2. 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 está descompuesto o desintegrado a suelo	10-50%	
A4	Altamente meteorizado	Más del 50%esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o descolorida. Está presente como testigos descompuestos	50-60%	X
A5	Completamente meteorizado	Todo el material rocoso está descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso está aun en parte intacta	>90%	
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo.	100%	

Tabla 3. 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 lajas con facilidad	X

1.1.2. Depósito aluvial (Qh-al)

Los depósitos aluviales en las márgenes del río Tapo están compuestos principalmente por una mezcla heterogénea de materiales detríticos, que varían en tamaño desde arenas y limos finos hasta gravas y bloques de mayor tamaño. Los clastos son subangulosos a subredondeados. La composición está dominada por fragmentos líticos, especialmente de rocas volcánicas y sedimentarias provenientes de las laderas adyacentes.

1.1.3. Depósito fluvial (Qh-fl)

Los depósitos fluviales del río Tapo están dominadas por clastos de origen volcánico y sedimentario, reflejando la geología de la cuenca de aporte. Los clastos presentan tamaños variados, desde arenas gruesas hasta bloques, con formas redondeadas.

1.1.4. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)

El depósito coluvio-deluvial adosado a la margen derecha del río Tapo, donde se asienta la calle Atahualpa, está compuesto por una matriz heterogénea con un 25% de bloques de calizas, 20% de cantos, 35% de gravas y 20% de arenas y limos. Los bloques, de hasta 1 metro de diámetro, son principalmente de calizas y presentan formas subangulosas, indicando un transporte corto desde su fuente. Los cantos y gravas también muestran características subangulosas, con buen contacto entre los clastos más gruesos, mientras que la matriz más fina contribuye a su cohesión, reflejando procesos de remoción en masa y transporte gravitacional. El depósito está ligeramente húmedo y suelto. Derrumbes en estos depósitos generan nuevos depósitos denominados coluviales sueltos y susceptibles a nuevas caídas (figura 5).

El perfil geológico inferido, presentado en la figura 6 y reflejado en el mapa 1 del anexo 1, indica que la calle Atahualpa se encuentra sobre depósitos coluvio-deluviales con espesores de entre 5 y 10 metros, formados por procesos gravitacionales y deluviales que recubren las calizas. Las pendientes naturales de la ladera han sido alteradas por cortes de talud, lo que aumenta significativamente su inestabilidad. Este problema se ve agravado por la deforestación realizada con el mismo propósito, lo que ha generado derrumbes en la parte baja de la ladera. Estos derrumbes, ahora convertidos en depósitos coluviales, comprometen la estabilidad de la calle Atahualpa, ya que provocan la pérdida de material de soporte en su base, lo que podría derivar en su colapso.



Fotografía 1. Cortes de Talud en la ladera de la margen derecha del río Tapo, obsérvense capas rojizas de la Formación Chambara, cubiertas por depósitos coluvio-deluviales.



Figura 4. Afloramientos bloques sueltos de calizas, cubiertos por depósitos coluvio-deluviales.



Figura 5. Depósitos coluvio-deluviales en una matriz limo arenosa, con bloques de hasta 1m de diámetro.

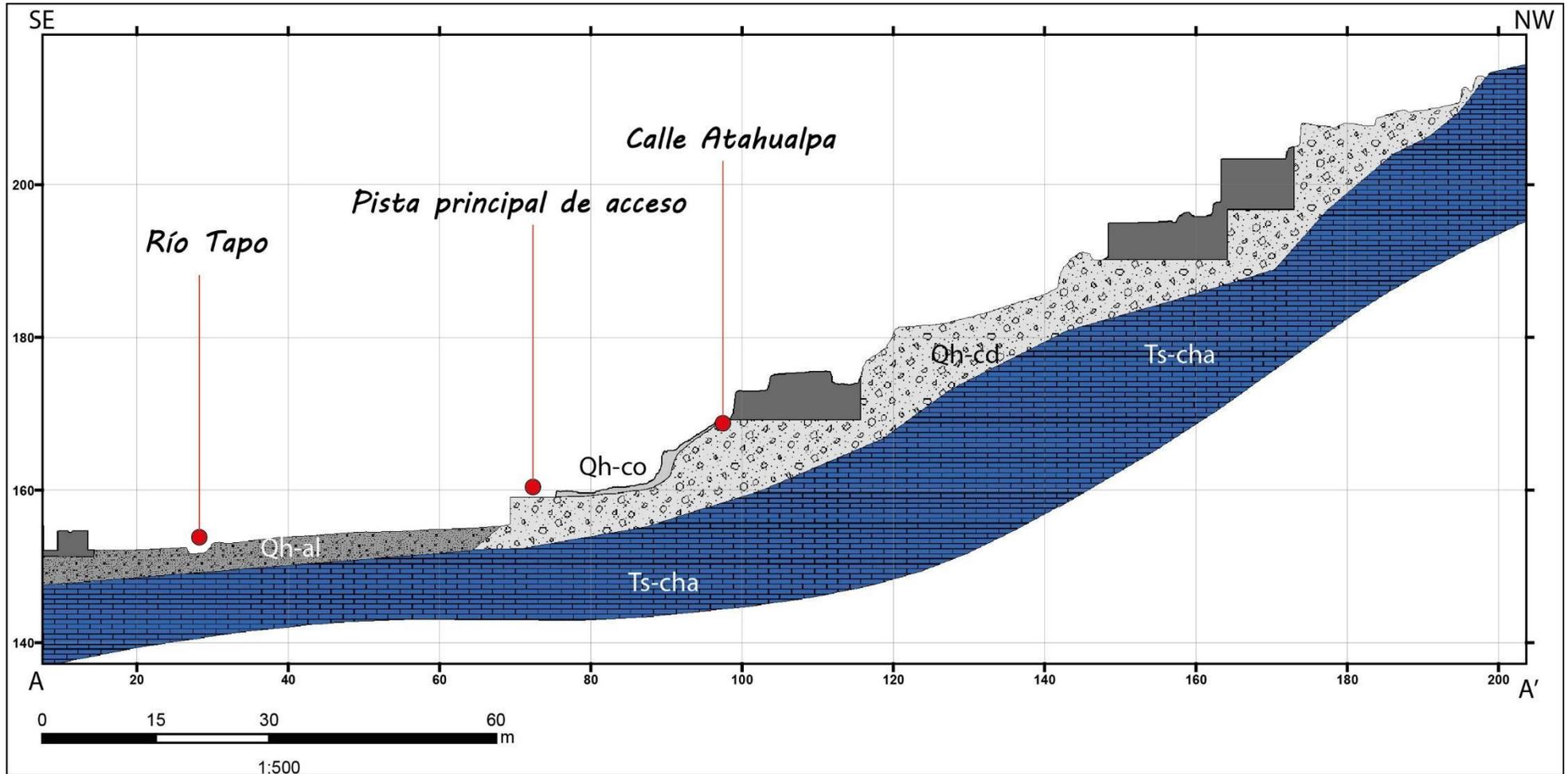


Figura 6. Perfil litológico inferido del área de estudio.

2. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

2.1. Pendientes del terreno

Este es uno de los principales factores que contribuyen a los movimientos en masa (formadores de las geoformas de carácter depositacional o agradacional), ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002). Es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

Las pendientes promedio del área de evaluación se representan en el perfil A-A' de las figuras 7 y se describe en el cuadro 3.

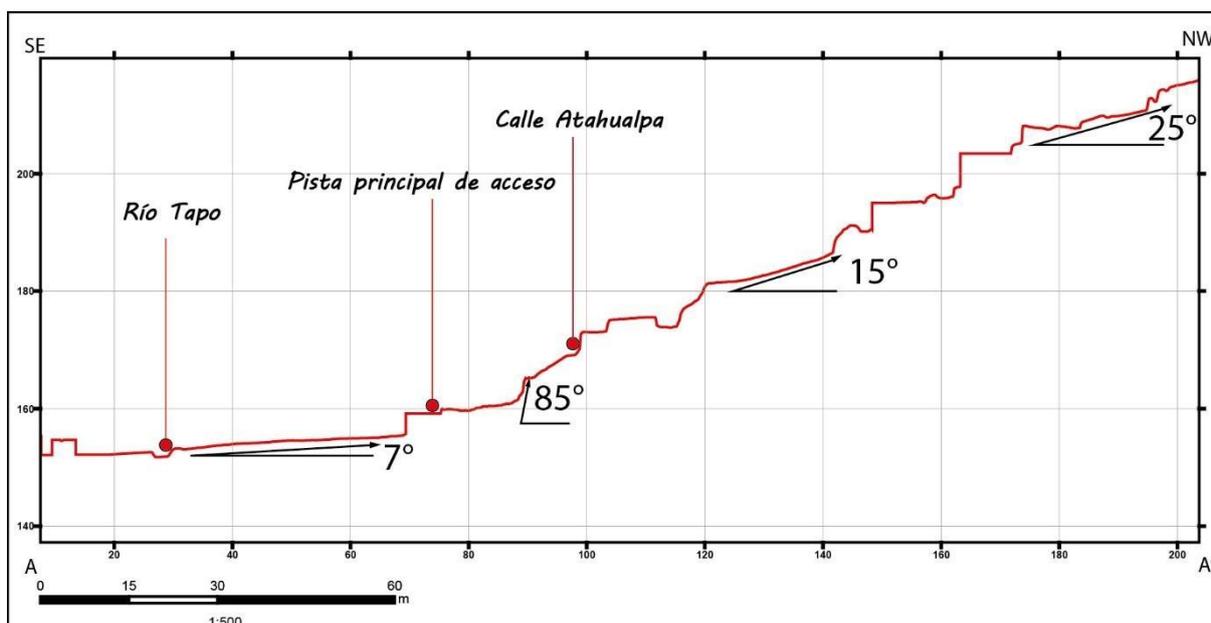


Figura 7. Perfil inferido del área de estudio.

Cuadro 3. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
< 1°	Llano	Estas áreas son mínimas y se observan cercanas al cauce del río Tapo
1° a 5°	Inclinación suave	Se reflejan mayoritariamente en construcciones de viviendas patios y zonas de agricultura en las terrazas aluviales.
5° a 15°	Moderado	Predomina en las terrazas aluviales
15° a 25°	Fuerte	Estos rangos de pendientes se encuentran intercalados en las laderas de la margen derecha del río Tapo, así las pendientes fuertes y muy fuertes reflejan la pendiente natural del terreno, mientras que las pendientes muy escarpadas son antrópicas generadas por cortes de talud y subsecuentes derrumbes.
25° a 45°	Muy fuerte	
>45°	Muy escarpado	

1.1. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (mapa 3-anexo 1), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual; en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019).

1.1.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales (Villota, 2005). Las subunidades geomorfológicas en el área de inspección se muestran en la figura 8.

Subunidad de montañas en roca sedimentaria (RM-rs):

Esta topografía montañosa se caracteriza por la presencia de elevaciones pronunciadas hasta la ladera media y formas escarpadas con presencia de calizas meteorizadas. En la margen derecha del río Tapo, la disgregación de estas rocas da origen a depósitos de bloques de calizas, arenas y limo. La pendiente promedio de esta ladera noreste es de 58°. Localmente la parte baja de ladera presenta pendientes pronunciadas en cortes de ladera donde se ubican las viviendas de la calle Atahualpa.

1.1.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

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

Vertiente con depósito coluvio-deluvial (V-cd): Esta vertiente posee características de pendientes variables que van desde moderadas 15° hasta abruptas 85° en la margen derecha del río. La presencia de estos materiales sueltos, combinada con las variaciones topográficas, crea condiciones propicias para la generación de deslizamientos y derrumbes. La pendiente promedio en esta zona es de 45°. Esta vertiente se adosa a la ladera noreste de la montaña en roca sedimentaria, y ocupa alrededor del 80% del área de inspección.

Terraza coluvial (V-co): Esta se da por la ocurrencia de derrumbes recientes principalmente en las laderas de la calle Atahualpa, las zonas de arranque tienen pendientes de hasta 85°, generando depósitos en la parte baja de material detrítico suelto. Ocupa las zonas de geodinámica activa.

Terraza aluvial (T-al): presenta pendientes de 5° a 15° en el fondo del valle en ambas márgenes del río Tapo. Con alturas entre 2 a 4 m.



Figura 8. Subunidades geomorfológicas en el área de estudio.

2. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los peligros geológicos identificados en la calle Atahualpa y alrededores corresponde a 03 derrumbes activos.

La caracterización de peligros geológicos, se realizó en base a la información obtenida de trabajos en campo; donde se clasificaron los tipos de movimientos en masa, basados en la observación, descripción litológica y morfométrica in situ de los mismos, así como la toma de puntos GPS, medidas con distanciómetro láser, fotografías a nivel de terreno y fotografías aéreas que sirvieron para la elaboración de ortomosaicos y modelos digitales de superficie sobre los cuales se realizó el cartografiado.

4.2.5.1. Derrumbes en la calle Atahualpa

En la calle Atahualpa y su ladera sur se han registrado 03 derrumbes, destacando el derrumbe 1 (D-1), que presenta una altura de 8 metros, con una zona de arranque de 2 m de longitud y 2 m de altura, afectando material detrítico coluvio-deluvial que ha sido depositado en la base del talud. La continua actividad de este evento podría dejar una sección de aproximadamente 5 metros de la calle Atahualpa "colgada," debido a la pérdida progresiva del material subyacente, lo que aumentaría significativamente el peligro de colapso de la misma (figuras 9 y 10).



Figura 9. Derrumbe D-1, en la parte baja de la calle Atahualpa.



Figura 10. Parte superior del derrumbe y como este afecta la calle Atahualpa.

El derrumbe 2 (D-2), con una altura total de 9 m, corresponde a un talud excavado durante la construcción de una vivienda, el cual ha sufrido el colapso de 1.5 metros en su parte superior. Este evento refleja la inestabilidad del terreno en la zona, posiblemente exacerbada por la intervención sin medidas de estabilización adecuadas (figura 11). Si bien es cierto este derrumbe corresponde a un evento antrópico se describe por evidenciar el tipo de construcciones y como estas afectan la ladera noreste del área de inspección.



Figura 11. Derrumbe 2 (D-2).

El derrumbe 3 (D3) corresponde a un derrumbe progresivo antiguo con reactivaciones especialmente en épocas de lluvias, ubicado en el extremo este de la calle Atahualpa. Presenta una altura de 12 metros, afectando materiales coluvio-deluviales y generando depósitos detríticos acumulados en la parte baja del talud. Este evento evidencia la susceptibilidad del terreno a la inestabilidad en esta zona.



Figura 12. Derrumbe 3 (D-3)

El análisis del perfil de la zona muestra que estos derrumbes se han producido mayoritariamente en depósitos coluvio-deluviales, generando una marcada inestabilidad en la ladera. La principal condicionante es la actividad antrópica, evidenciada en cortes de talud, ausencia de sistemas de drenaje y exposición de suelos no protegidos, que, combinados con lluvias recurrentes, han contribuido al colapso. Estos derrumbes representan un doble riesgo:

en la parte baja, por posibles enterramientos y empuje de material detrítico hacia las viviendas, y en la parte superior, por la pérdida de soporte que compromete la estabilidad de las edificaciones (figuras 13 y 14).

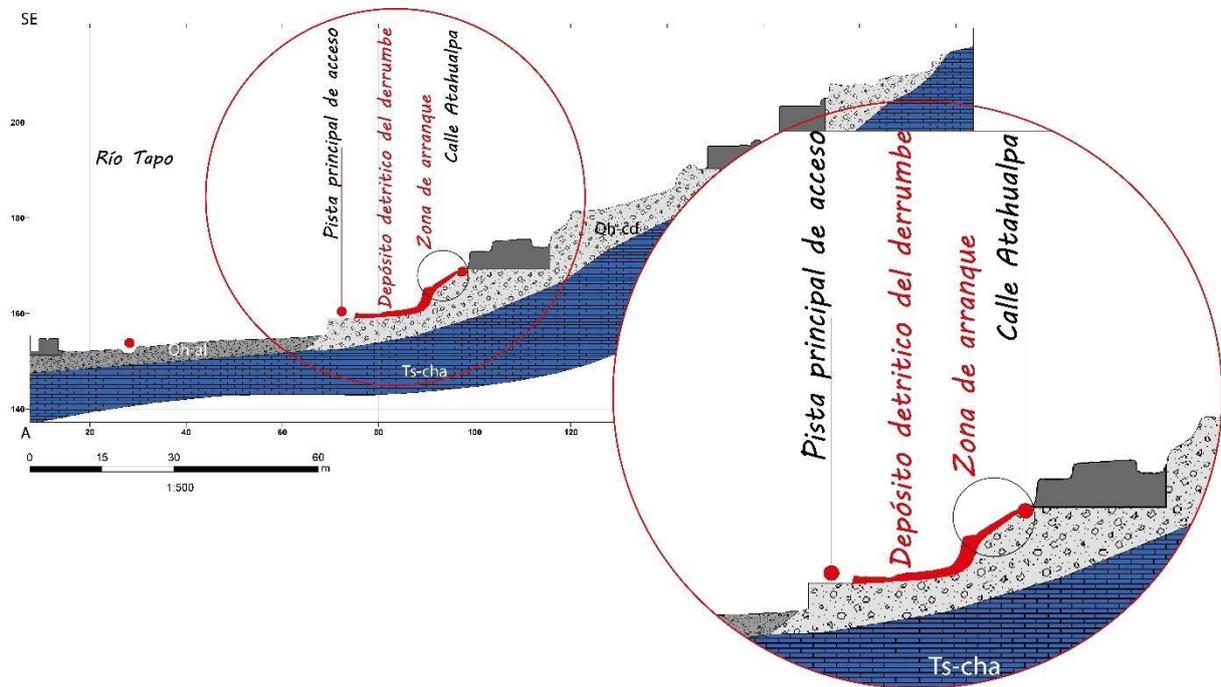


Figura 13. Perfil inferido del derrumbe 1 (D-1).



Figura 14. Influencia de derrumbes en viviendas aledañas en la calle Atahualpa.

2.1. Factores condicionantes

Factor geomorfológico y de relieve

- Las pendientes naturales de la ladera, que varían entre 25 y 50 grados, junto con los cortes de taludes realizados con inclinaciones extremas de hasta 85 grados, favorecen significativamente la ocurrencia de movimientos gravitacionales como derrumbes. Estas condiciones generan una alta inestabilidad en el terreno, agravada por la falta de medidas de estabilización adecuadas.

Factor litológico

- El sustrato rocoso de la zona, compuesto por calizas asociadas a procesos de disolución kárstica, puede generar vacíos en el terreno, lo que incrementa el riesgo de subsidencias y contribuye a la inestabilidad general. Esta situación se ve agravada por el grado de meteorización y fracturamiento de las rocas, lo que hace que el área de estudio sea altamente susceptible a derrumbes y otros movimientos gravitacionales.
- Los depósitos coluvio-deluviales, compuestos por bloques, bolones y gravas en una matriz limo-arenosa, presentan una baja cohesión y resistencia, lo que los hace propensos a la inestabilidad. Estas características favorecen la ocurrencia de derrumbes, especialmente en condiciones de saturación por lluvias o cortes no controlados en los taludes.

Factor Antrópico

- Los cortes de talud no controlados realizados para la construcción de viviendas generan una inestabilidad significativa en la ladera, al alterar el equilibrio natural del terreno. Estos cortes, usualmente realizados con pendientes pronunciadas y sin medidas de estabilización, incrementan el riesgo de derrumbes, poniendo en peligro tanto las edificaciones en la parte superior como aquellas en la base de la ladera.
- El vertimiento de aguas de drenaje y la ausencia de canales de drenaje saturan el terreno favoreciendo su inestabilidad.

2.2. Factores desencadenantes

- Actualmente los derrumbes fueron desencadenados por lluvias temporales, que caen sobre materiales ya removios antropicamente sin proteccion vegetal y cortes de talud casi verticales.
- En general los derrumbes podrian continuar ocurriendo por factores, como lluvias intensas, erosión, sismos y desgaste del terreno, que debilitan la estabilidad, y por actividades humanas, como deforestación, excavaciones, construcciones y mala gestión del agua, que alteran la estructura del suelo.

3. 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 en la zona de trabajo corresponde a calizas con rumbo N322° y buzamiento de 35° SW, meteorizadas y fracturadas de la Formación Chambará, cubiertas por depósitos coluvio-deluviales compuesto por bloques, cantos, gravas, arenas y limos, refleja transporte corto y procesos de remoción en masa, estos depósitos se hallan ligeramente húmedos, suelto y propenso a derrumbes.
2. Las pendientes naturales de la ladera, que varían entre 25° y 50°, junto con los cortes de taludes realizados con inclinaciones extremas de hasta 85°, favorecen significativamente la ocurrencia de movimientos gravitacionales como derrumbes. Estas condiciones generan una alta inestabilidad en el terreno, agravada por la falta de medidas de estabilización adecuadas, falta de drenajes y ausencia de vegetación.
3. Geomorfológicamente el barrio Atahualpa se sitúa en la ladera suroeste de una montaña en roca sedimentaria caracterizado por pendientes de hasta 58°, relieves escarpados y depósitos de calizas desintegradas. Las geoformas depositacionales abarcan vertientes coluvio-deluviales con pendientes de 45°, terrazas coluviales con derrumbes recientes y pendientes de hasta 85°, y terrazas aluviales con pendientes suaves de 5° a 15° en el fondo del valle del río Tapo.
4. Los derrumbes en la calle Atahualpa reflejan la inestabilidad del terreno coluvio-deluvial, destacando el derrumbe denominado: D-1 con una altura total de 9 m y un colapso de 1.5 m en su parte superior, afectando un talud excavado de 8 m. Este evento podría dejar colgada una sección de 5 m de la calle Atahualpa por pérdida progresiva del material subyacente.
5. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en el área de inspección en la calle Atahualpa, se considera a este de **Peligro Alto** ante afectaciones por derrumbes, pudiendo ser desencadenados por precipitaciones periódicas, siendo los factores condicionantes los cortes de talud antrópico, el substrato de mala calidad, depósitos cuaternarios inestables y ausencia de drenajes eficientes de escorrentía pluvial.

4. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones con la finalidad de mitigar el impacto de los derrumbes identificados en el barrio Atahualpa. La implementación de estas recomendaciones permitirá darle mayor seguridad a la población e infraestructura y medios de vida expuesta.

- Reforzar la base de la sección "colgada" en la calle Atahualpa (5 m) mediante rellenos estructurales o cimentaciones profunda.
- Prohibir la acumulación de material pesado en la calle Atahualpa hasta asegurar la estabilidad del terreno.
- Colocar instrumentos de medición como inclinómetros o estaciones totales para evaluar los movimientos del terreno en la calle Atahualpa.
- Sellar zonas de agrietamientos donde exista filtraciones de agua que contribuyan a la erosión.
- Implementar sistemas de drenaje superficial y subterráneo para minimizar la saturación del terreno.
- Retirar el material depositado en la base del derrumbe 1 (D-1) para reducir la carga acumulada y la construcción de muros de contención o anclajes en el talud para evitar un mayor desprendimiento del material.
- Prohibir nuevos cortes de talud sin control geotécnico y estudios previos en la ladera suroeste.



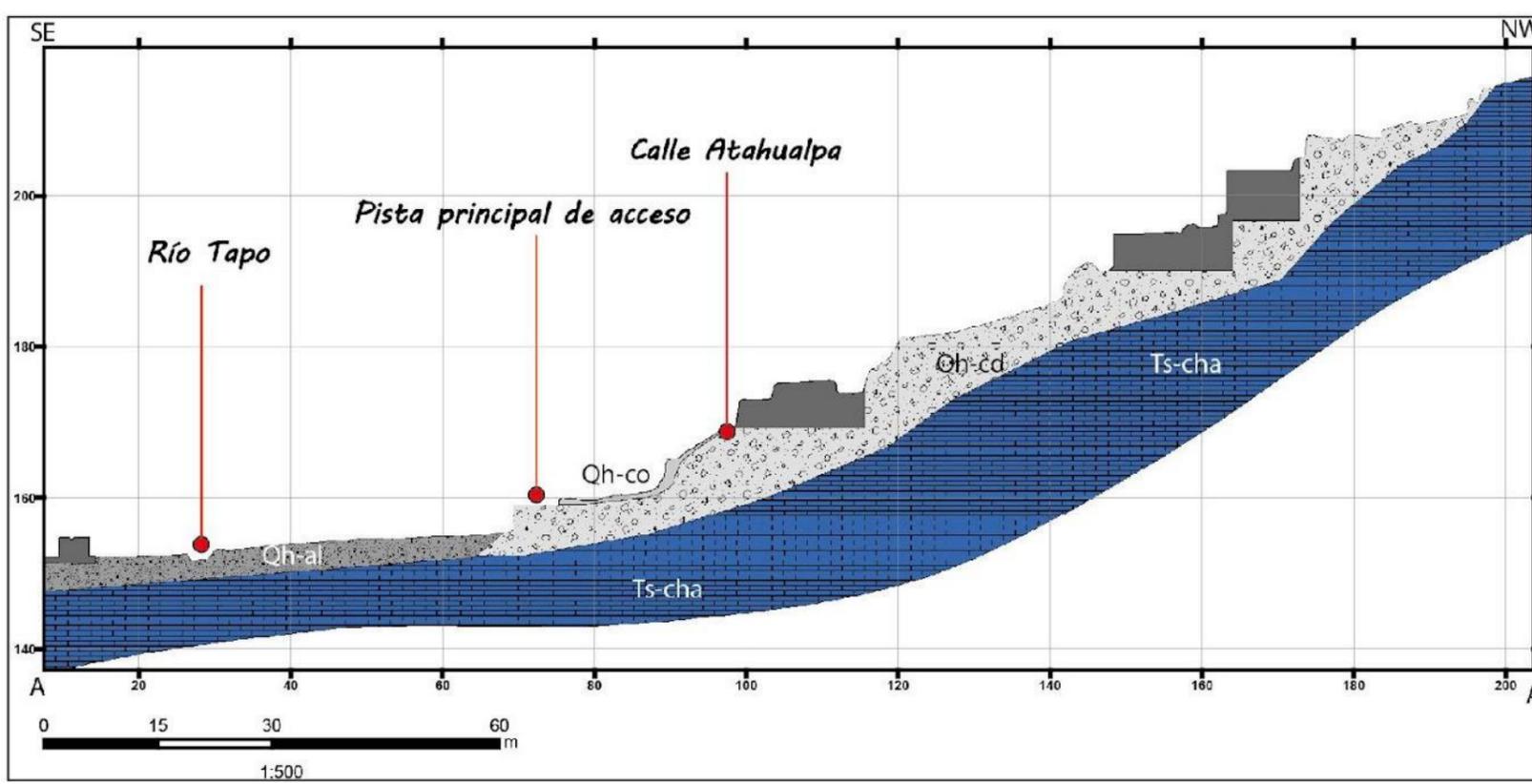
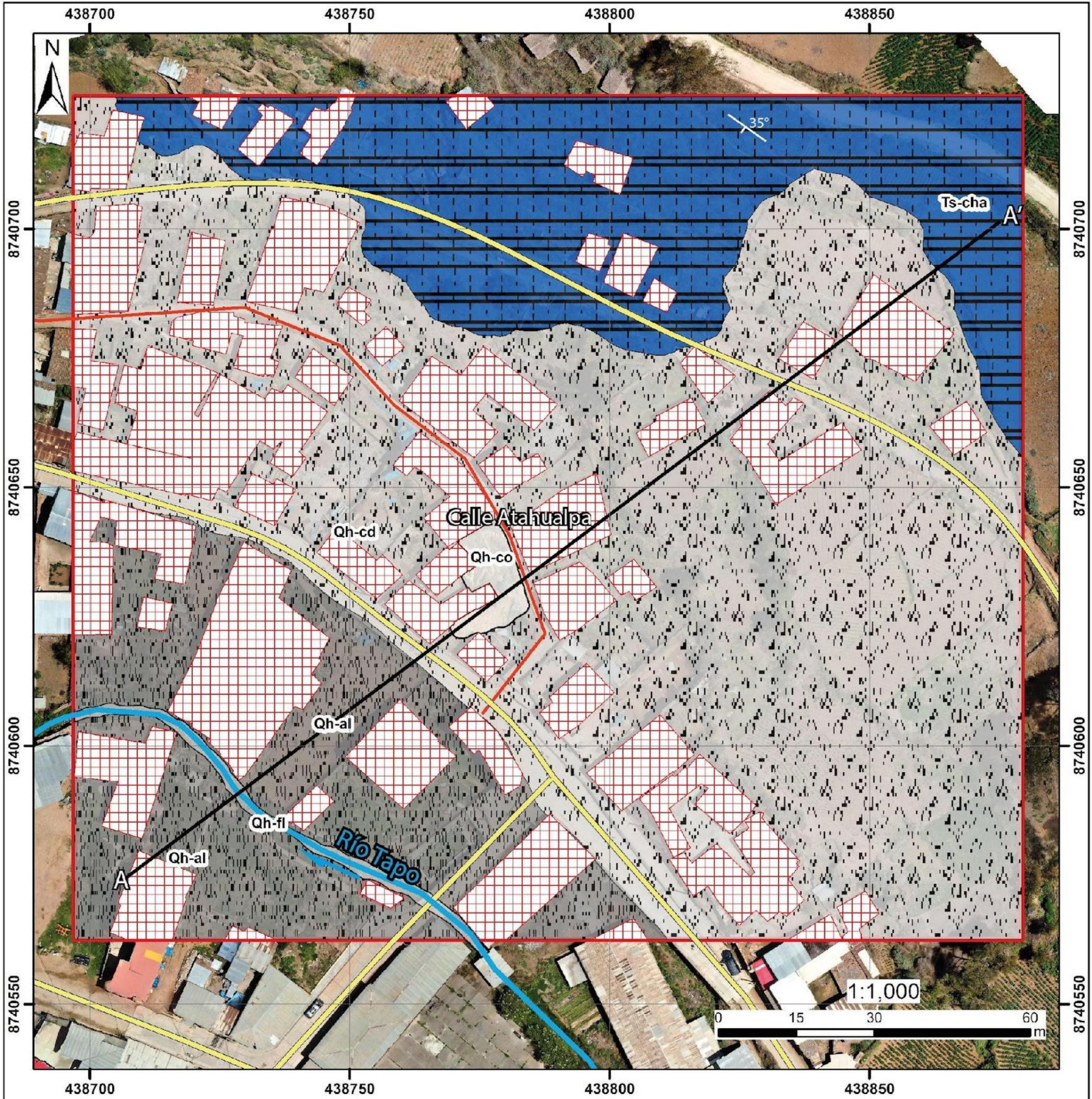
Segundo A. Núñez Juárez
ESPECIALISTA EN PELIGROS GEOLÓGICOS



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

5. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7508240>.
- 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.
- INDECI INFORME DE EMERGENCIA N° 254 - 6/3/2022 / COEN - INDECI / 23:20 HORAS (Informe N° 1)
- Mejía Fernández (1998) – Hidrología e hidráulica, manual para el control de la erosión Manizales Colombia 1998. P 111-112
- Monge, R.; León, W. & Chacón, N. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced. Hojas: 21-m, 22-l, 22-m, 23-m. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 78, 183 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/201>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Torres, D.; Valdivia, W.; Ramos W. & Alván A. (2021) - Geología del cuadrángulo de Pallasca (hojas 17h2, 17h3). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 10, 44 p., 2 mapas <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3118>
- Valdivia y Latorre (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay (28-q)- Escala 1:50 000 <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2166>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Guía climática turística (en línea). Lima: SENAMHI, 216 p. (consulta: 03 junio 2015). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Suárez, J. (1996) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos, 282 p.
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. In: SCHUSTER, L. & KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.



Legenda	
Simbología	Unidad
	Formación Chambara (Ts-ch)
	Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)
	Depósito coluvio aluvial (Qh-al)
	Depósito coluvial (Qh-co)
	Depósito fluvial (Qh-fl)

Simbología	
	Trochas y vías carrozables
	Vías vecinales
	Canales de riego
	Río principal
	Quebradas
	Área de estudio

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

 DEPARTAMENTO JUNÍN

 PROVINCIA Tarma

 DISTRITO TAPO

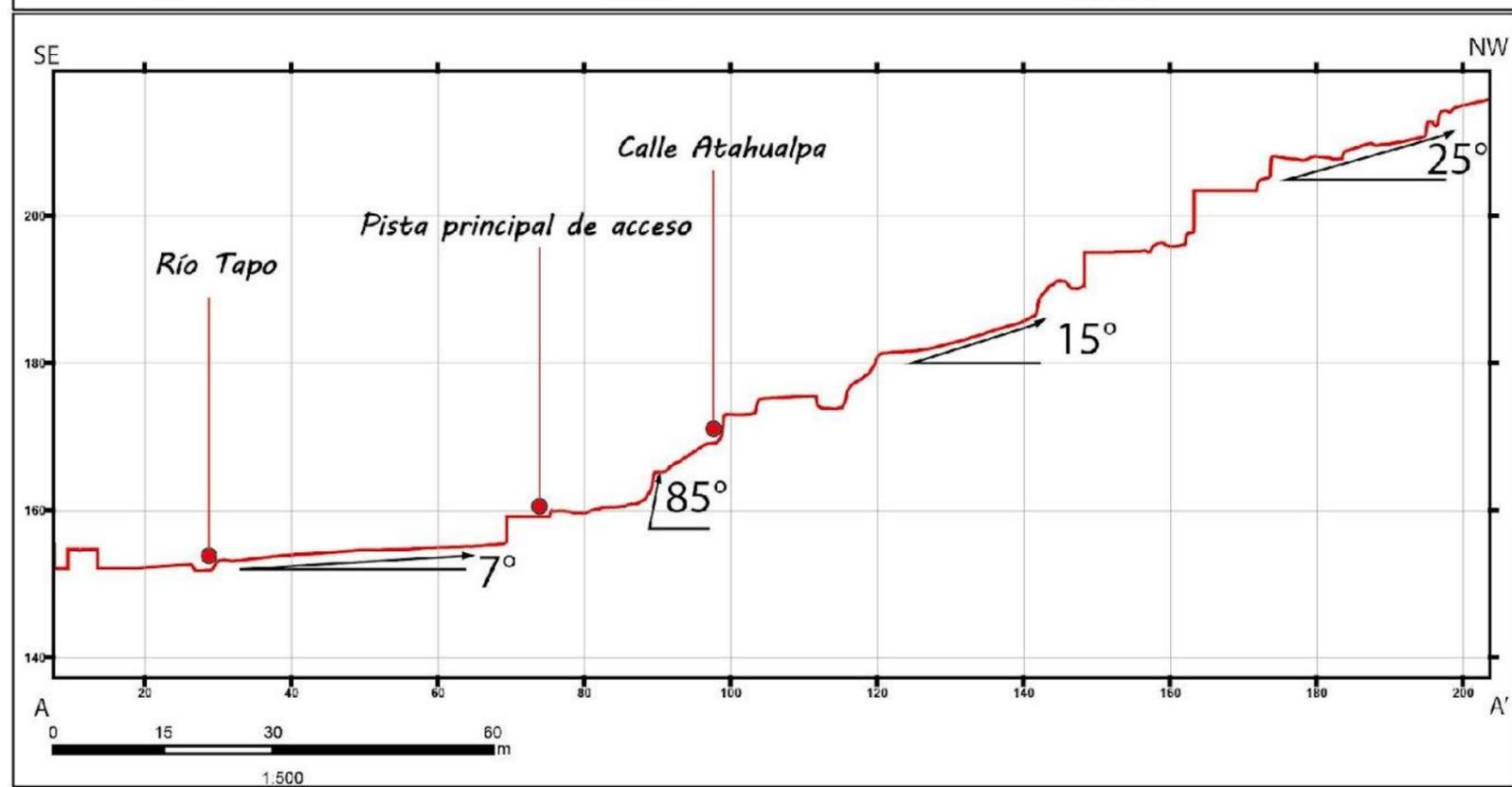
 UNIDADES LITOLÓGICAS EN LA CALLE ATAHUALPA

Escala: 1/1000 escala de impresión A4 Elaborado por: G.Luna

 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84

 Versión digital 2023 Impreso: 2021

MAPA 01



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

Simbología

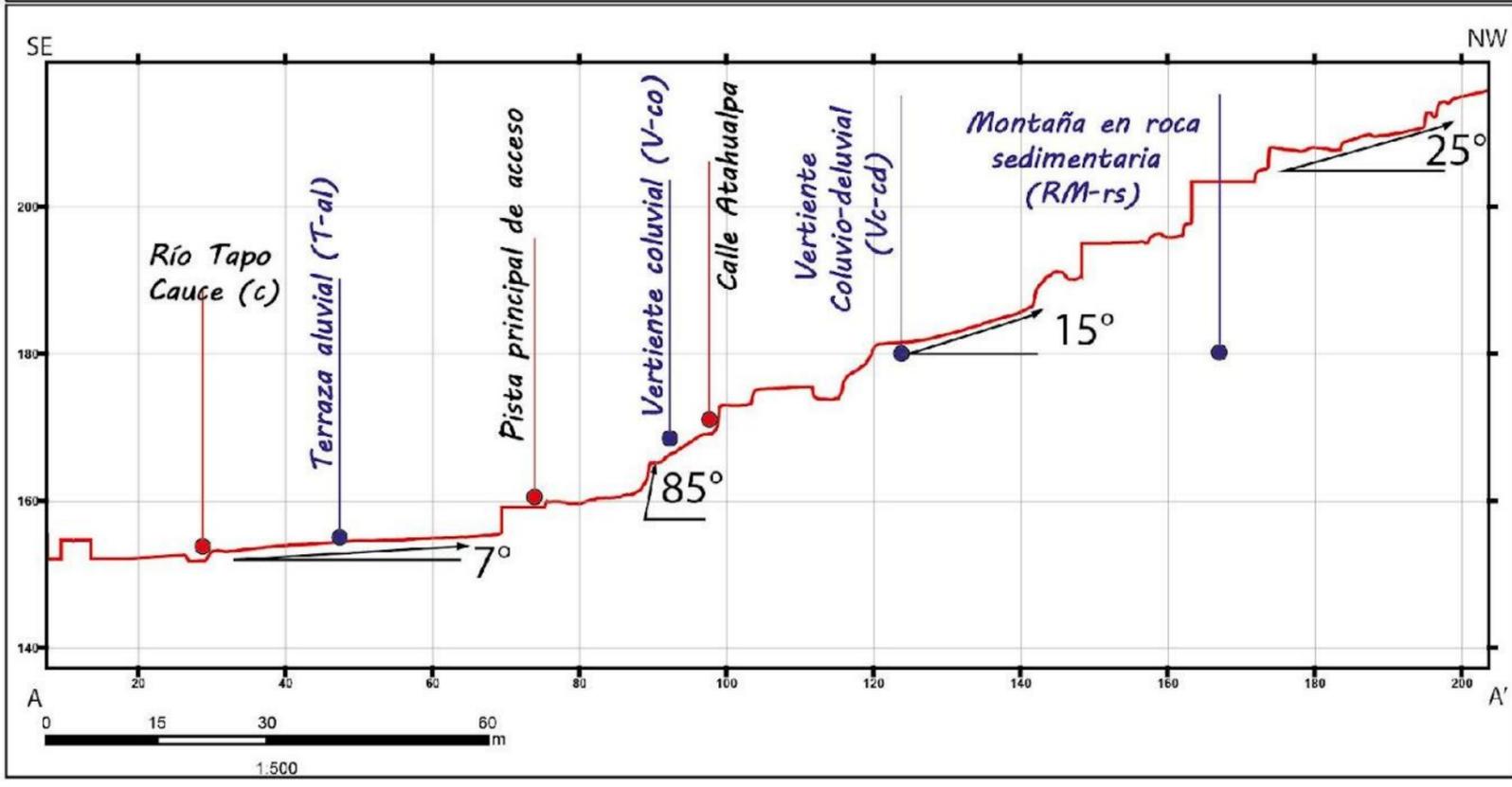
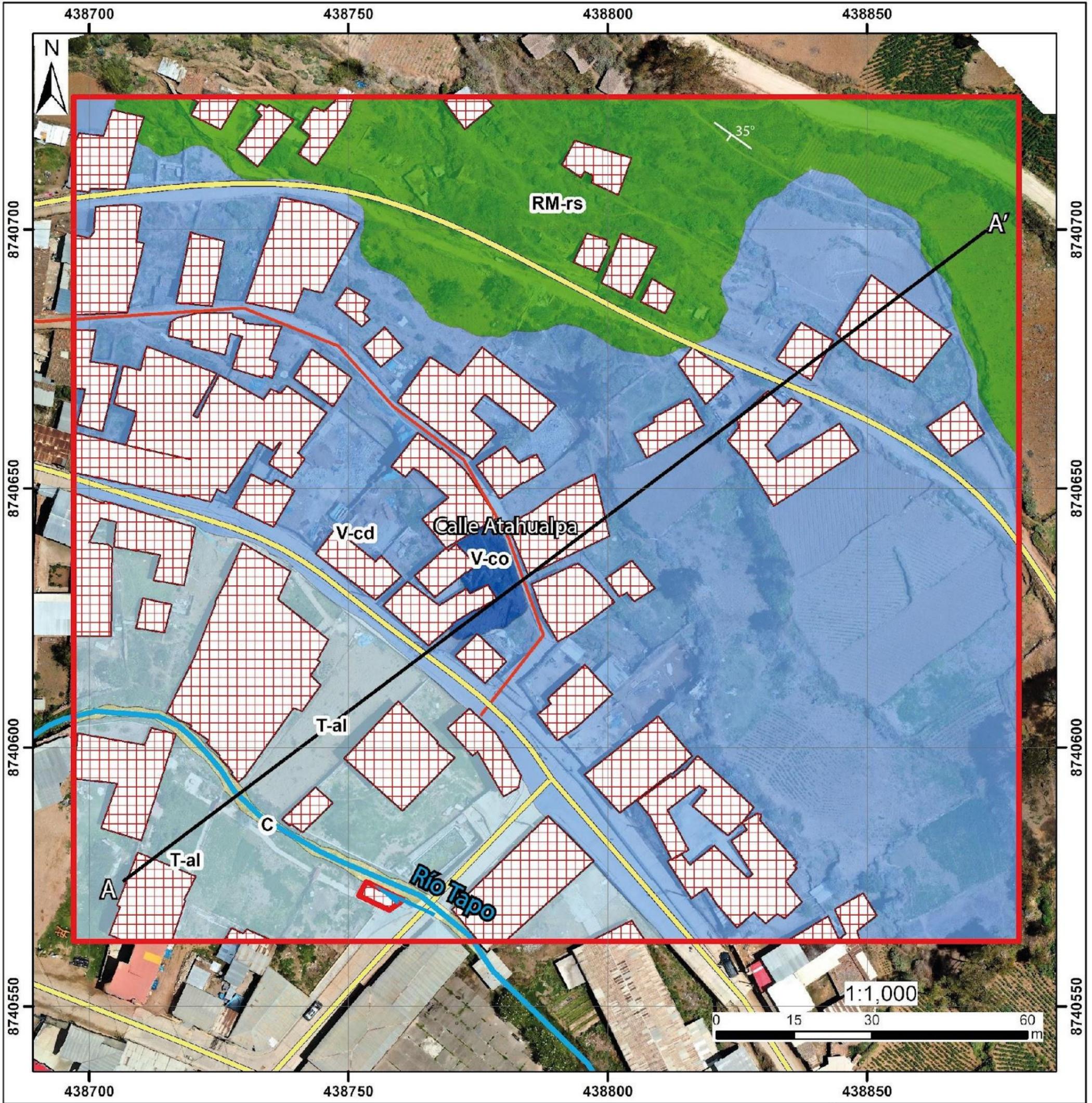
- Trochas y vías carrozables
- Vías vecinales
- Canales de riego
- Río principal
- Quebradas
- Área de estudio

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 (I) PARIAMI NIO JUNÍN
 PROVINCIA IARMA
 DISTRITO TAPO

PENDIENTES DEL TERRENO EN LA CALLE ATAHUALPA

Escala: 1:1000 escala de impresión A1 Elaborado por: G.Luna
 Proyección UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
 Versión digital 2023 Impreso: 2024

MAPA 02



Leyenda	
Simbolología	Unidad
	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)
	Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)
	Vertiente coluvial (V-co)
	Terraza aluvial (T-al)
	Cauce (c)

Simbolología	
	Trochas y vías carrozables
	Vías vecinales
	Canales de riego
	Río principal
	Quebradas
	Área de estudio

INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

 D I PARIAMANI O J U N I N

 P R O V I N C I A I A R M A

 D I S T R I T O T A P O

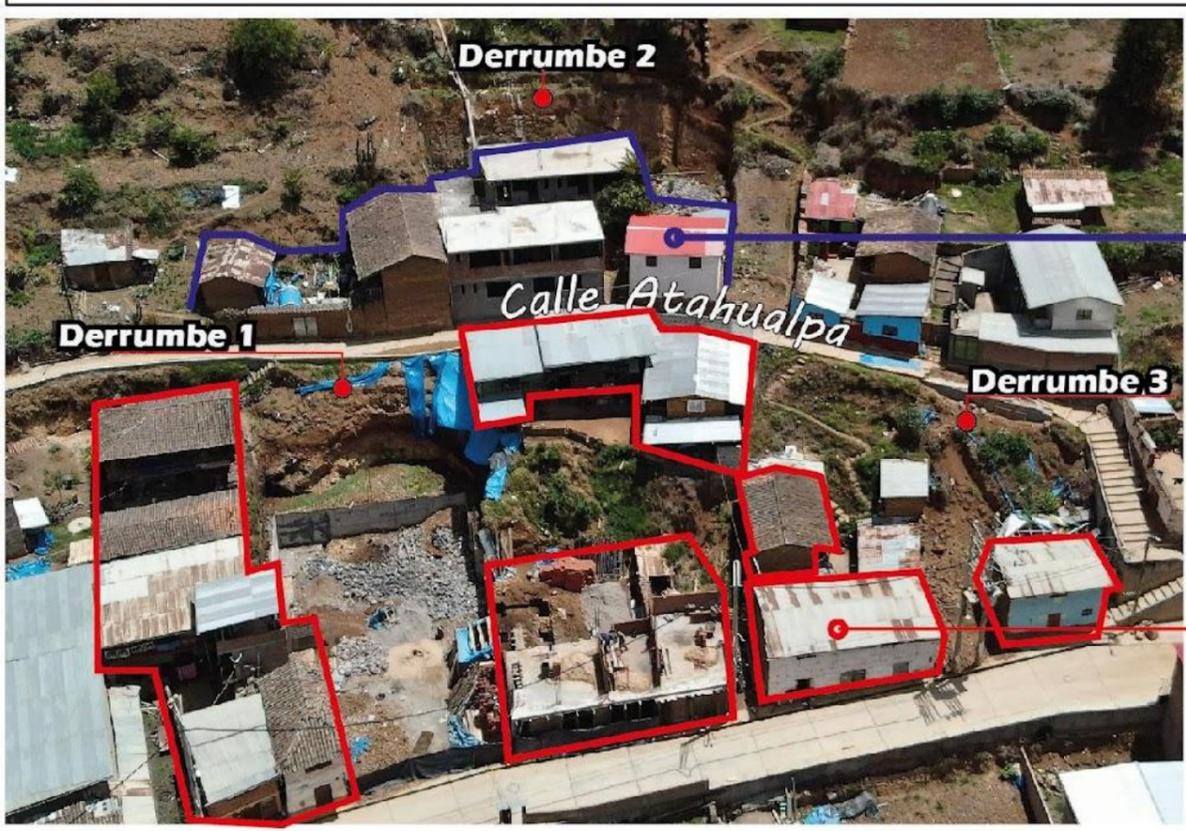
 SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EN LA CALLE

 ATAHUALPA

Escala: 1/1000 escala de impresión A1 Elaborado por: G.Luna MAPA 03

 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84

 Versión digital 2023 Impreso: 2024



Legenda
Peligros por movimientos en masa

	Derrumbes
	Dirección de influencia

Simbolología

	Trochas y vías carrozables
	Vías vecinales
	Canales de riego
	Río principal
	Quebradas
	Área de estudio

INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL
D1: PARIAMI NI O JUNÍN
PROVINCIA TAJAMA
DISTRITO TAPO
MOVIMIENTOS EN MASA EN LA CALLE ATAHUALPA

Escala: 1:1000 escala de impresión A1 Elaborado por: G. Luna
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84
Versión digital: 2023 Impreso: 2024

MAPA 04

