

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7298**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA ALCAMAYO

Departamento Cusco  
Provincia Urubamba  
Distrito Machupicchu



SETIEMBRE  
2022

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA ALCAMAYO**

(Distrito Machupicchu, provincia Urubamba, departamento Cusco)

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

*Equipo de investigación:*

*David Prudencio Mendoza*

*Gael Araujo Huaman*

*Ronald Concha Niño de Guzmán*

## **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Evaluación de peligros geológicos por flujo de detritos en la quebrada Alcamayo. Distrito Machupicchu, provincia Urubamba, departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7298, 29p.

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	5
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	5
<b>1.3. Aspectos generales</b> .....	7
1.3.1. Ubicación .....	7
1.3.2. Accesibilidad.....	8
1.3.3. Clima .....	8
<b>2. DEFINICIONES</b> .....	8
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	9
<b>3.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	9
3.1.1. Macizo de Machupicchu .....	10
3.1.2. Depósitos aluviales .....	10
3.1.3. Depósitos fluviales .....	11
3.1.4. Depósitos Proluviales .....	11
3.1.5. Depósitos de deslizamiento .....	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. Unidad de montaña.....	12
4.2.2. Unidad de piedemonte.....	12
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS</b> .....	13
<b>5.1. Peligros geológicos por flujos de detritos</b> .....	13
<b>5.2. Descripción de los eventos en la quebrada Alcamayo.</b> .....	14
5.2.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	18
5.2.2. FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES.....	18
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	19
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	20
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	21
<b>ANEXO 1: MAPAS</b> .....	22
<b>ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES</b> .....	26

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por flujo de detritos, realizados en la quebrada Alcamayo, que pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Machupicchu, provincia Urubamba, región Cusco. 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 (local, regional y nacional).

En la parte media de la quebrada Alcamayo ocurrieron derrumbes días antes del 21 de enero del presente año, que embalsaron el río del mismo nombre, y posteriormente el desembalse generó flujos de detritos (Huaicos) que afectaron el área urbana.

En el sector, afloran rocas intrusivas, de tipo granito, que se encuentra altamente meteorizadas y muy fracturadas (Macizo de Machupicchu). Además, esta zona se encuentra afectada por fallas geológicas, lo cual lo hace más susceptible a la generación de derrumbes y caída de rocas.

Las geoformas que se presentan son de tipo tectónico-degradacional (montañas en rocas intrusiva) y otras de carácter depositacional asociado a la ocurrencia de movimientos en masa antiguos, que configuran geoformas de piedemonte (vertientes con depósitos de deslizamiento y vertientes aluvio-torrencial).

Las laderas, en las que se originan los derrumbes, presentan pendientes comprendidas entre escarpado a muy escarpado ( $25^\circ$  a  $>45^\circ$ ). Como también terrenos con pendientes moderadas ( $5^\circ$ - $15^\circ$ ), formado por los depósitos de flujos de detritos.

Los procesos iniciales identificados en la quebrada Alcamayo, corresponden a movimientos en masa de tipo derrumbe, que a lo largo de los años han alimentado en forma constante al cauce de la quebrada. Ante lluvias intensas y/o prolongada el material suelto en el cauce es removido, detonando de esta manera flujos de detritos, como el ocurrido el 21 de enero del 2022, el cual trajo consigo la pérdida de una persona y tres heridas, dos viviendas destruidas y cuatro afectadas, establecimientos comerciales, tres puentes afectados, así como más de 100 m de vía férrea.

Se concluye que el área de estudio es considerada **Zona crítica con Muy Alto peligro** a la ocurrencia de flujos de detritos, que pueden ser desencadenados en la temporada de lluvias (diciembre a marzo).

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes, que deben ser tomadas en cuenta por las autoridades competentes; tales como respetar la faja marginal, realizar limpieza en el canal de la quebrada Alcamayo y estabilizar las laderas de la quebrada, entre otros.

## **1. INTRODUCCIÓN**

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

Atendiendo la solicitud de la municipalidad distrital de Machupicchu, según oficio N° 428 - 2021 - AL - MDM, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de los peligros geológicos en la quebrada Alcamayo por encontrarse en peligro ante “flujos de detritos”, con ocurrencias recurrentes en años pasados en época de lluvias, que afecta infraestructura del centro poblado, viviendas, locales comerciales y la vida humana.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Geólogos David Prudencio, Gael Araujo y Ronald Concha, para realizar la inspección técnica respectiva. El trabajo de campo se realizó los días 19 y 20 de marzo del 2022, con el acompañamiento del personal de la oficina de gestión de riesgos Distrital.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Machupicchu, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### **1.1. Objetivos del estudio**

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en la quebrada Alcamayo, evento que compromete la seguridad física de los pobladores, transeúntes, comercios, viviendas e infraestructuras del centro poblado de Aguas Calientes.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa del sector evaluado.
- c) Emitir recomendaciones viables y ejecutables a fin de reducir, prevenir y/o mitigar los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados. Todos ellos determinados en el presente informe.

### **1.2. Antecedentes y trabajos anteriores**

Existen trabajos previos y publicaciones del, que incluyen a la quebrada Alcamayo, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

- A) En la “Evaluación de la situación de riesgo y daños existentes en el distrito de Machupicchu pueblo” (Vargas, et al., 2013), se describen los movimientos en masa que afectaron al centro poblado, enmarcados en la quebrada Alcamayo, los cuales datan desde el año 1946 hasta el 2013, donde se evidencia eventos antiguos. Uno de los más fuertes fue en el año 2004, generado por las lluvias intensas, que se produjo por un derrumbe y embalse en la parte alta de la quebrada con siguiente ruptura del represamiento formando un flujo de detritos (Huayco), trayendo consigo el bloqueo de la vía férrea, 20 viviendas afectadas, 6 viviendas destruidas, un muerto y seis heridos. Dentro de sus resultados se menciona que los conos de deyección donde se ubica el poblado, son producto de la acumulación de materiales que descendieron por eventos de flujos de detritos antiguos, estos procesos se repiten debido a la dinámica de la quebrada, por lo que la quebrada Alcamayo se encuentra en Peligro inminente a flujos de detritos (Huaycos) y que deberían realizar proyectos de instalación de medidas de contención en el río Alcamayo, implementación de sistemas de alerta temprana (SAT) y señalar las zonas de evacuación para la población, entre otros.
- B) En el Boletín N° 1, serie I, Patrimonio y Geoturismo: “La geología en la conservación de Machupicchu” (Carlotto, et. al., 2007), se describe los peligros geológicos que presenta el poblado de Machupicchu, entre ellos el peligro de aluviones o huaicos, presentando un mapa de peligros por aluviones y quedando la quebrada Alcamayo como de peligro Muy Alto. además de mencionar eventos de huaicos ocurridos en épocas pasadas en las quebradas Alcamayo.
- C) La autoridad Nacional del Agua (ANA) con su proyecto Delimitación de la faja marginal de la quebrada Alcamayo, determina una faja marginal tomando como criterios, la descarga de máximas avenidas, características físicas del cauce, perfil longitudinal, sección transversal y puntos de referencia, donde, mediante resolución N°210-2004\_ATDR-LC/DRA-C, establecer la faja marginal del río Alcamayo – sector Machupicchu.
- D) Boletín N° 74, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “Peligros Geológicos en la Región Cusco” (Vílchez et al., 2020); menciona el peligro de flujos en la quebrada Aguas Calientes que afectó en anteriores oportunidades la vía férrea; y en la quebrada Alcamayo en la margen izquierda un deslizamiento que generó anteriormente flujo. También realiza un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa (escala 1: 100 000), el cual muestra a la quebrada Alcamayo en susceptibilidad media, alta y muy alta en las partes bajas de la quebrada.
- E) En el Boletín N° 127, serie A, carta geológica nacional: “Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu” (Carlotto, et. al., 1999) y “Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Picha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q) Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) Y Ayapata (28-v)”, escala 1: 100,000, (Sánchez, et al, 2003); se describe la geología presente en la zona evaluada e información relacionada a los cambios más resaltantes sobre estratigrafía, rocas ígneas y la geología estructural del área de

dicho cuadrángulo, las cuales son de naturaleza intrusiva y sedimentaria en el sector de estudio.

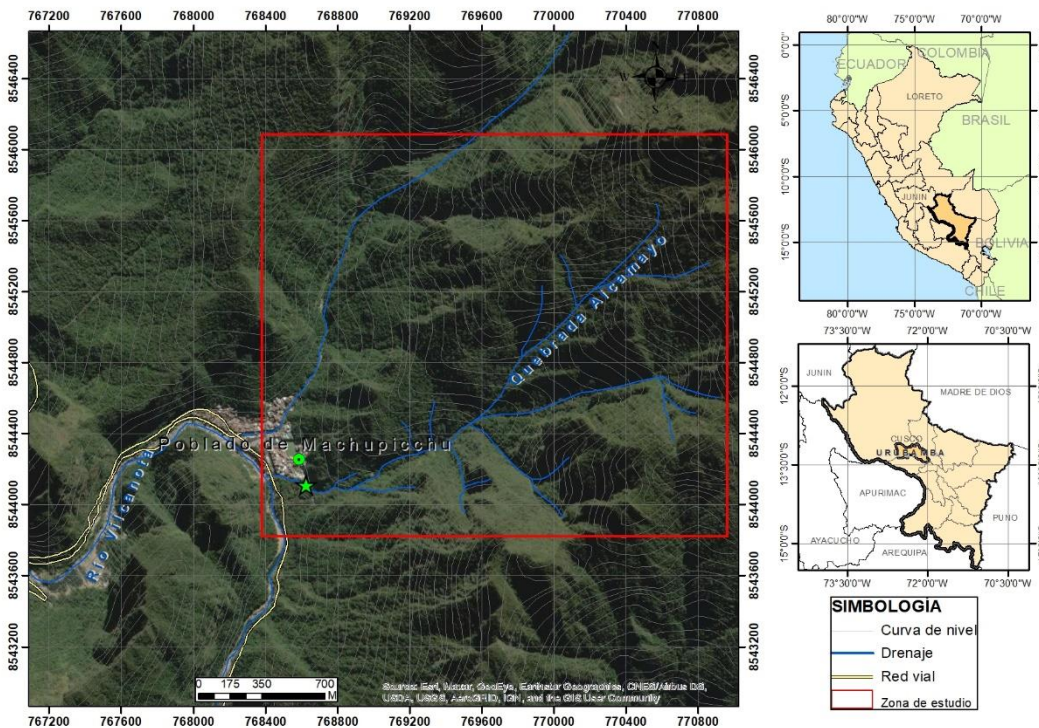
### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

El área evaluada corresponde a la red hídrica de la microcuenca Alcamayo, que corta al poblado de Machupicchu por el sureste, cuyas aguas confluyen al río Vilcanota por la margen derecha. Políticamente pertenece al distrito de Machupicchu, provincia Urubamba, región Cusco (figura 2), cuyas coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) son las siguientes:

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 19L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	768390	8546078	-13.139868°	-72.524323°
2	770959	8546078	-13.139639°	-72.500642°
3	770959	8543821	-13.160028°	-72.500436°
4	768390	8543821	-13.160258°	-72.524119°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
A	768633	8544109	-13.157634°	-72.521905°



**Figura 2.** Mapa de ubicación del centro poblado Aguas Calientes y la quebrada Alcamayo del distrito de Machupicchu.

### 1.3.2. Accesibilidad

Se accede a la zona de estudio por vías terrestre y férrea, desplazándose desde la ciudad del Cusco mediante la siguiente ruta:

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

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Cusco – Ollantaytambo	Asfaltada	77	1 h 43 min
Ollantaytambo – Aguas Calientes (Machupicchu)	Férrea	32	1 h 30 min

### 1.3.3. Clima

De acuerdo al mapa climático del SENAMHI (2018), y detallando la información local, se puede observar que, la quebrada Alcamayo mayormente presenta un clima lluvioso con invierno seco templado. Presenta una frecuencia de precipitación entre los meses de diciembre a marzo, cuyas lluvias acumuladas anuales son de 1200 mm a 1800 mm, además, se presentan friajes en los meses de junio a setiembre con temperaturas mínimas de 7°C a 11°C y máximas entre 17°C y 23°C, con humedad atmosférica relativa de inviernos secos.

Esta clasificación climática es sustentada con información meteorológica recolectada de aproximadamente 20 años a partir de la cual se formulan “Índices Climáticos” de acuerdo a la clasificación climática por el método de Thornthwaite.

## 2. DEFINICIONES

Se describen algunas definiciones usadas en el informe:

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

**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** Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando. Se le conoce también como desprendimiento de rocas, suelos y/o derrumbes.

**Deslizamientos:** Movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

**Escarpa:** Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a



la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

**Flujos:** Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea deslizamiento o una caída. Los flujos pueden ser canalizados (huaicos) y no canalizados (avalanchas).

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

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

**Meteorización:** 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.

**Movimientos en masa:** Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

**Peligro o amenaza geológica:** Es un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

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

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu (Carlotto, et.al., 1999) y la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Picha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q) Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) Y Ayapata (28-v) (Sánchez y Zapata, 2003), donde se tienen principalmente rocas intrusivas y depósitos Cuaternarios. La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales y observaciones de campo.

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

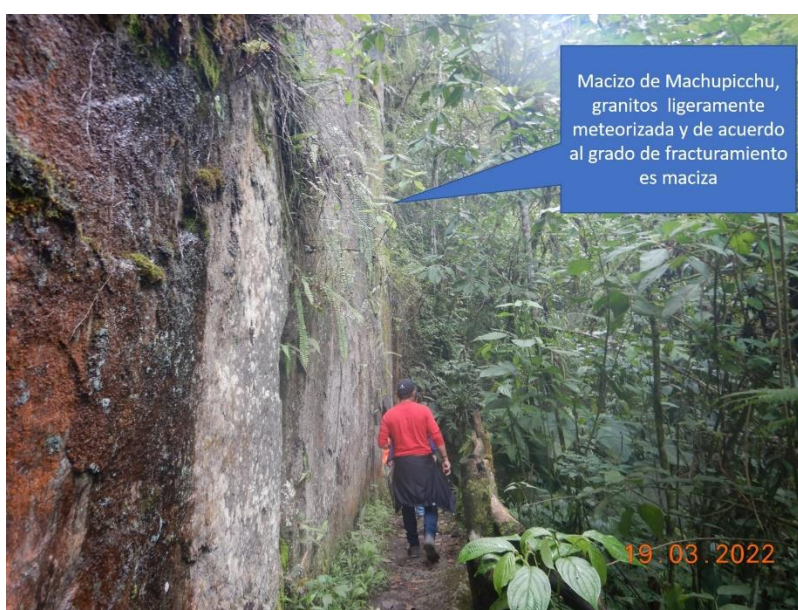
Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona inspeccionada y alrededores corresponden a afloramientos de rocas intrusivas de tipo graníticas, localmente se han

identificado depósitos fluviales, aluviales y depósitos de deslizamientos que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad (Anexo 1 - Mapa 1).

### 3.1.1. Macizo de Machupicchu

Aflora en la zona de estudio a lo largo de la quebrada Alcamayo, presenta una dirección N-S, las rocas son masivas con textura fanerítica de grano grueso, de tonos claros y está compuesta principalmente por ortoclasas, plagioclasas, cuarzo y hornblenda.

Este pulso tiene rocas de diferente naturaleza petrográfica, la que se encuentra en la zona de estudio son granitos, que se presentan como ligeramente meteorizados y de acuerdo al grado de fracturamiento es maciza, pero en la zona del derrumbe se encuentran altamente meteorizadas y muy fracturadas (figura 3).



**Figura 3.** Se aprecia las rocas graníticas ligeramente meteorizadas y maciza.

Este afloramiento en general muestra fracturas con hasta tres familias principalmente: NO-SE, NE-SO, producto del enfriamiento del magma durante la consolidación de este (Carlotto, et.al. 1999).

Dentro del área de estudio se aprecia fallas de dirección E-O que pasan transversal a la quebrada Alcamayo las cuales no son activas (Carlotto, et.al., 1999) pero que dejaron las rocas muy fracturadas, sumando las condiciones climáticas que facilitan la meteorización de las rocas graníticas.

### 3.1.2. Depósitos aluviales

Se observó como cuerpos en ambos márgenes del río Vilcanota formando pequeñas terrazas. Estos depósitos están conformados por grandes bloques y gravas de composición granítica, con algunas pizarras y cuarcitas envueltos en una matriz arenarcillosa (Anexo 2 – Tabla 1).

### 3.1.3. Depósitos fluviales

Se ubican en el fondo de la quebrada, en las áreas que abarcan los ríos Vilcanota y Alcamayo, son materiales que fueron arrastrados y depositados en épocas de crecida, están constituidos por grandes bloques, gravas, arenas y limos de formas redondeadas a sub redondeadas (Anexo 2 – Tabla 2).

### 3.1.4. Depósitos Proluviales

Se observó en los conos de deyección de los ríos Aguas calientes y Alcamayo que forman al llegar al río Vilcanota. Este depósito está conformado por grandes bloques y gravas subredondeadas de composición granítica y cuarcitas envueltos en una matriz arenosa.

### 3.1.5. Depósitos de deslizamiento

Se ubican a lo largo de la quebrada Alcamayo, donde se aprecian depósitos de materiales adosados a las laderas de la zona de estudio. Estas son masas de rocas que sufrieron deslizamientos o pequeños movimientos, están compuestos por bloques y gravas de rocas graníticas envueltas en una matriz areno limosa, con formas sub angulosa a angulosa (Anexo 2 – Tabla 3).

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

La pendiente es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de estos movimientos.

Se presenta el mapa de pendientes, el cual se realizó en base al modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución; tomada del satélite Alos Palsar (USGS).

En este mapa, predominan las laderas con pendientes muy fuertes (25°- 45°) a muy escarpados (> 45°); además, podemos ver que el pueblo conformado por los conos de deyección de la quebrada Alcamayo y Aguas Calientes que presentan inclinaciones entre pendientes moderadas (5° - 15°) y pendientes fuertes (15° - 25°), lo que facilita que ocurran derrumbes y flujos de detritos (figura 4) (Anexo 1 - Mapa 2).



**Figura 4.** Se aprecia la pendiente muy escarpada en la ladera de la quebrada Alcamayo.

## **4.2. Unidades geomorfológicas**

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual, en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vilchez, M., et al, 2019) (Anexo 1 - Mapa 3).

### **4.2.1. Unidad de montaña**

Se consideran dentro de Unidad de Montañas a elevaciones del terreno con alturas mayores a 300 m con respecto al nivel de base local, diferenciándose la siguiente subunidad según el tipo de roca que la conforma y los procesos que han originado su forma actual

**Subunidad de montañas en rocas intrusiva (RM-ri):** Esta área se ubica en las laderas de los cerros aledaños que circundan al centro poblado de Aguas Calientes.

Se consideran dentro de esta subunidad a rocas del Macizo Machupicchu, compuestas por rocas graníticas. Además, presentan pendientes muy fuertes y muy escarpados, por lo que están asociadas a la ocurrencia de caídas de rocas y derrumbes de acuerdo al grado de fracturamiento.

### **4.2.2. Unidad de piedemonte**

Se consideran formas de terrenos que constituyen la transición entre los relieves montañosos accidentados y las zonas planas, predominan los terrenos generados por fuerzas de desplazamiento como depósitos coluviales antiguos y recientes, relacionados a repentinos cambios de pendiente.

**Subunidad de vertiente con depósitos de deslizamientos (V-dd):** son zonas de acumulaciones en laderas de materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, su composición litológica es homogénea y proviene de procesos de movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbes de rocas y sus reactivaciones; Presenta morfología convexa y disposición circular a elongada de la zona de arranque.

En la quebrada Alcamayo podemos apreciar en sus laderas, en ambos flancos de la quebrada, presenta pendientes muy escarpadas en las laderas; por lo que son susceptible a caídas de rocas y derrumbes.

**Subunidad de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at):** Son acumulaciones de sedimentos acarreados por el río Alcamayo, estas áreas presentan pendientes moderadas a fuertes y están relacionados a lluvias ocasionales, extraordinarias o muy excepcionales. En estos sectores normalmente se generan flujos de detritos.

## **5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS**

Los procesos identificados en la zona evaluada corresponden a movimientos en masa de tipo caídas de rocas (derrumbes) (PMA: GCA, 2007). Estos eventos son resultado de procesos del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal. Se tiene como “detonantes” de estos eventos las lluvias periódicas que caen en la zona (Anexo 1 - Mapa 4).

### **5.1. Peligros geológicos por flujos de detritos**

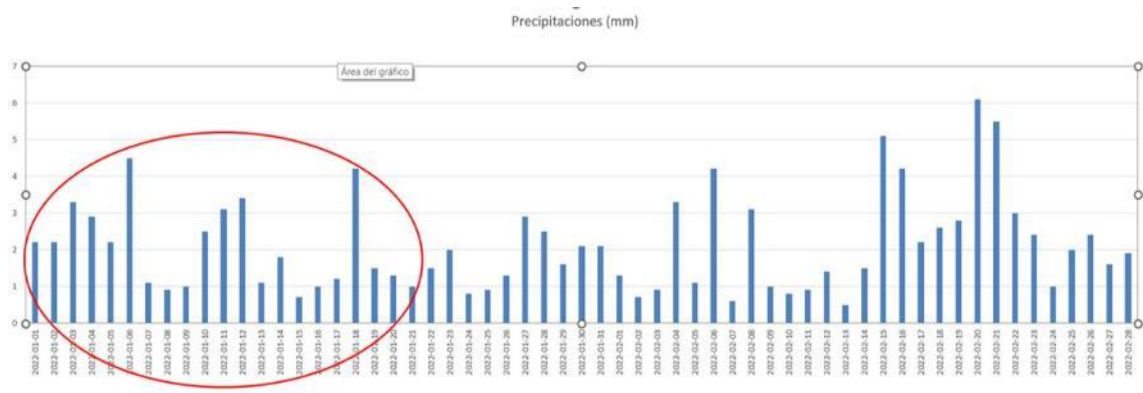
El flujo de detritos (Huayco) de la quebrada Alcamayo se produjo el 21 de ene del 2022, fue generado por embalses en la parte media de la quebrada, además, recorrió aproximadamente 1.25 km hasta alcanzar la confluencia con el río Vilcanota.

La evaluación se realizó con apoyo del personal de la Oficina de Gestión de Riesgos de la Municipalidad. Donde se identificaron procesos de movimientos en masa, tipo caída de rocas (derrumbes) que represaron la parte media de la quebrada en dos sectores, para luego producir desembalses y consecuentemente flujos de detritos (Huaycos), que fue el evento que afectó al centro poblado de Machupicchu (figura 5 y 6).



**Figura 6.** Vista tomada en coordenadas UTM 769369S; 8544386N. Se aprecia los materiales que en el momento de la inspección estrangulan el cauce de la quebrada.

Estos eventos son recurrentes a lo largo de los años y son desencadenados en presencia de lluvias que fueron registrados días anteriores del evento (figura 7).

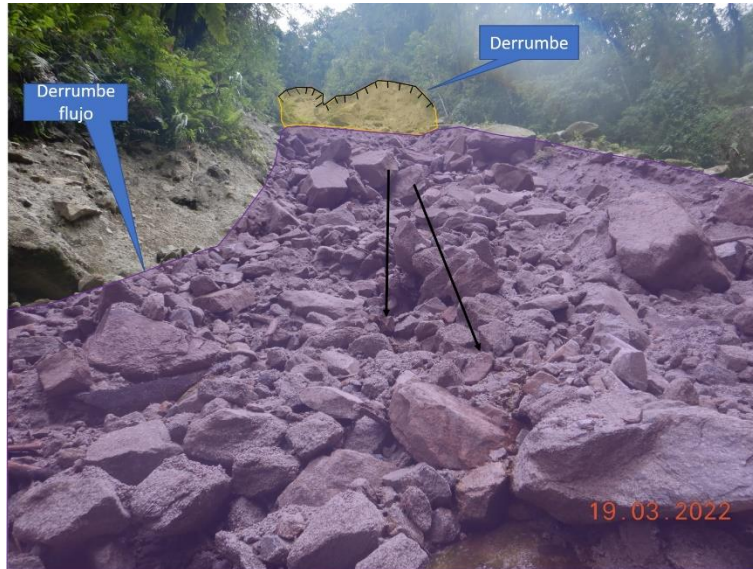


**Figura 7.** Se muestra los datos de precipitaciones diarias promedio que se dieron días antes del evento, extraído de Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-forecast/field/8321215>

## 5.2. Descripción de los eventos en la quebrada Alcamayo.

En la parte media de la quebrada, en coordenada UTM 769369S; 8544386N, se aprecia un derrumbe flujo que llegó al cauce de la quebrada Alcamayo, el cual represso el canal de la quebrada, este derrumbe presenta una longitud de arranque de 30 m, una distancia de la cabecera al pie de 50 m y un desnivel entre la escarpa y el pie del derrumbe de 29 m de

altura aproximadamente, luego, por la pendiente que presenta el terreno de  $29^\circ$ , los materiales derrumbados formaron un flujo que llegó hasta el cauce principal, recorriendo aproximadamente unos 130 m, estos materiales se encuentran compuestos por bloques de hasta 60 cm de diámetro con gravas y arenas (figura 11).



**Figura 11.** En coordenadas UTM 769369S; 8544386N, se aprecia un derrumbe y consiguiente derrumbe flujo que llegó al cauce de la quebrada por la margen derecha.

Un segundo derrumbe ubicado en la margen derecha de la quebrada, el cual presenta una altura del arranque de 3m, longitud de arranque de 8 m, una distancia de la zona de arranque al pie del derrumbe de 15 m y un desnivel entre la zona de arranque y el pie del derrumbe de 10 m de altura, los materiales están compuestos por bloques de 30 cm de diámetro con gravas arenas y limos, los cuales fueron parte del flujo de detritos (figura 5).



**Figura 5.** Vista tomada en coordenadas UTM E 769200; N 8544346. Se aprecia un derrumbe en la margen derecha de la quebrada, los materiales trasladados estrangularon el cauce de la quebrada.

El evento principal que afectó al poblado de Machupicchu fue el flujo de detritos, el cual recorrió aproximadamente 1.25 km desde la parte media de la quebrada, hasta la confluencia con el río Vilcanota, donde se aprecian los materiales transportados, los que se encuentran conformados por bloques de hasta 5 m de diámetro y en promedio de 80 cm de diámetro, con gravas, en matriz arenosa y limos.

Además, el volumen que ocupó en el canal a la altura del poblado fue de 22 m de ancho y una altura 15 m, se pudo apreciar que, en la parte media de la quebrada hubo ensanchamiento del cauce y en la parte baja, a la altura del pueblo hubo profundización; según comentan los lugareños el flujo llegó a profundizar 5 m (figura 8 y 8).



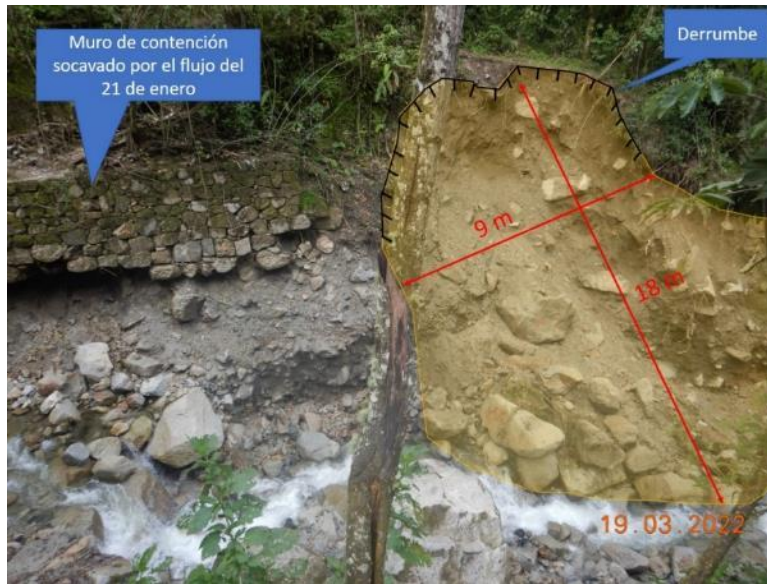


**Figura 8.** Parte baja de la quebrada Alcamayo, altura de la calle Qori Wakanki, se aprecia el canal por donde paso el flujo del 21 de enero y las medidas que presentó.



**Figura 9.** Parte baja de la quebrada (altura de la Avenida Wakanki), se aprecia el ancho que alcanzo el flujo en el canal de la quebrada.

Además, en coordenada UTM 768640S; 8544095N, a la altura del pueblo, en la margen izquierda de la quebrada se aprecia un pequeño derrumbe producido por le socavamiento del río en la ladera del canal. Tiene una zona de arranque de 9 m y una altura de la cabeza al pie del derrumbe de 18 m. Además, en esta zona, el ancho del canal de la quebrada se mantiene con una dimensión de 22 m (figura 10).



**Figura 10.** Parte baja de la quebrada a la altura de la calle Sr. De Torrechayoc, se aprecia un derrumbe en la margen izquierda del canal de la quebrada.

#### 5.2.1. FACTORES CONDICIONANTES

- Macizo rocoso con hasta 3 familias principales de fracturas, sus separaciones son de 3 cm promedio y extraordinariamente hasta de 32 cm, dejando zonas dispuestas a caer cuesta abajo y llegar a obstruir el canal de la quebrada.
- La presencia de humedad en la zona, ayuda al crecimiento de la vegetación y raíces, las cuales coadyuvan a erosión biológica el fracturamiento de las rocas.
- La pendiente del área evaluada en general va de escarpada a muy escarpada, estos generan esfuerzos en rocas dispuestas en ladera a ceder cuesta abajo y las pendientes moderadas ayudan a embalsar al río con presencia de los materiales derrumbados.

#### 5.2.2. FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES

- Las lluvias periódicas que se dan normalmente en los meses de diciembre a marzo desencadenan estos eventos, el mes donde se produjo este evento fue en enero, presentando una precipitación promedio de 1.96 mm, estas saturaron y sobrecargaron los taludes al punto de desestabilizar y generar los derrumbes, además, los materiales dispuestos en el canal de la quebrada sumados a la cantidad de aguas produjeron el flujo del 21 de enero.
- Los sismos que se dan pueden desencadenar derrumbes, por la vibración sobre los taludes con rocas sueltas.

## 6. CONCLUSIONES

- a) Los derrumbes en laderas de la quebrada Alcamayo, aportan y trasladan materiales que estrangulan el canal y muchas veces cierran el cauce dando origen al embalse. Al generarse un desembalse violento da origen a la formación de flujos de detritos, como el evento del 2022, que dejó una persona desaparecida, dos viviendas destruidas y como afectados a tres personas (heridas), tres puentes, más de 100 m de vía férrea y establecimientos comerciales.
- b) La quebrada Alcamayo se encuentra sobre rocas graníticas con presencia de fallas en dirección E-O que pasan transversal a la quebrada Alcamayo las cuales no son activas, pero que dejaron las rocas muy fracturadas. Esto condiciona a la generación de los derrumbes que llegan a la base de la quebrada y represan esta misma, con consiguiente flujo.
- c) Las laderas presentan pendientes que van de escarpado ( $25^{\circ}$  -  $45^{\circ}$ ) a muy escarpado ( $45^{\circ}$  -  $90^{\circ}$ ) facilitando la generación de derrumbes y los flujos de detritos que se presentaron en pendientes moderadas ( $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$ )
- d) El factor desencadenante de este flujo, fueron las lluvias intensas y prolongadas registrados días antes al evento.
- e) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas la quebrada Alcamayo se considera como de **peligro muy Alto y como zona crítica** a la ocurrencia de flujos de detritos.



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

## **7. RECOMENDACIONES**

- a) Respetar la faja marginal definida por los entes encargados, con resolución N°210-2004\_ATDR-LC/DRA-C para luego no invadir el ámbito de río Alcamayo.
- b) Se debe realizar una evaluación de riesgos de las viviendas que se ubican cercanas al canal de la quebrada para definir su reubicación.
- c) Realizar una evaluación geotécnica a los derrumbes para diseñar y realizar la estabilidad de las laderas, con el fin de evitar nuevas activaciones.
- d) A partir de estudios hidráulicos y fluviales realizar muros de contención en la zona urbana por donde pasa la quebrada.
- e) Evitar la tala de árboles en las laderas de la quebrada, ya que estos generan estabilidad de los taludes y evitan derrumbes.
- f) Realizar modelos numéricos de aluviones a partir de los deslizamientos y con diferentes volúmenes, con el fin de conocer las dimensiones que podría tomar nuevos eventos parecidos.
- g) Implementar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) y actualizar su mapa de zonas de evacuación, con el fin de dar en tiempo real información ante la ocurrencia de embalses y consiguiente flujo de detritos, para la evacuación de las personas que se encuentren en el ámbito de la quebrada
- h) Realizar trabajo de sensibilización a las autoridades y responsables de la seguridad, para evitar en lo posible la construcción de viviendas e infraestructura en zonas de peligro.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Carlotto, V., Cárdenas, R., Fidel, L., (2007) La Geología en la Conservación de Machupicchu. INGEMMET, Boletín, serie I: Patrimonio y Geoturismo N°1, 305p.

Carlotto, V., Cardenas, J., Romero, D., Valdivia, W., y Tintaya, D., et al. (1999) - Geología del Cuadrángulo de Quillabamba y Machupicchu 26-q y 27-q. 1:100 000. INGEMMET. 317p., 2 mapas.

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, Transportation researchs board Special Report 247, p. 36-75.

Delgado, F. (2010). EVALUACIÓN GEODINÁMICA EN EL TRAMO LEONERA BAJA – MACHUPICCHU PUEBLO, CUSCO [XV Congreso Peruano de Geología]. Sociedad Geológica del Perú, Cusco, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2974>

Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weatherhistory/field/7508240>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Autoridad Nacional del Aguas, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2013). Evaluación de la situación de riesgo y daños existentes en el distrito de Machupicchu Pueblo. Distrito de Machupicchu, provincia Urubamba y departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico, 32p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2003) - Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N° 3. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 28, 373 p.

Highland, L.M., y Bobrowsky, Peter, 2008, Manual de derrumbes. Guía para entender todo sobre los derrumbes: Reston, Virginia, Circular 1325 del Sistema Geológico de los EUA, 129 p -

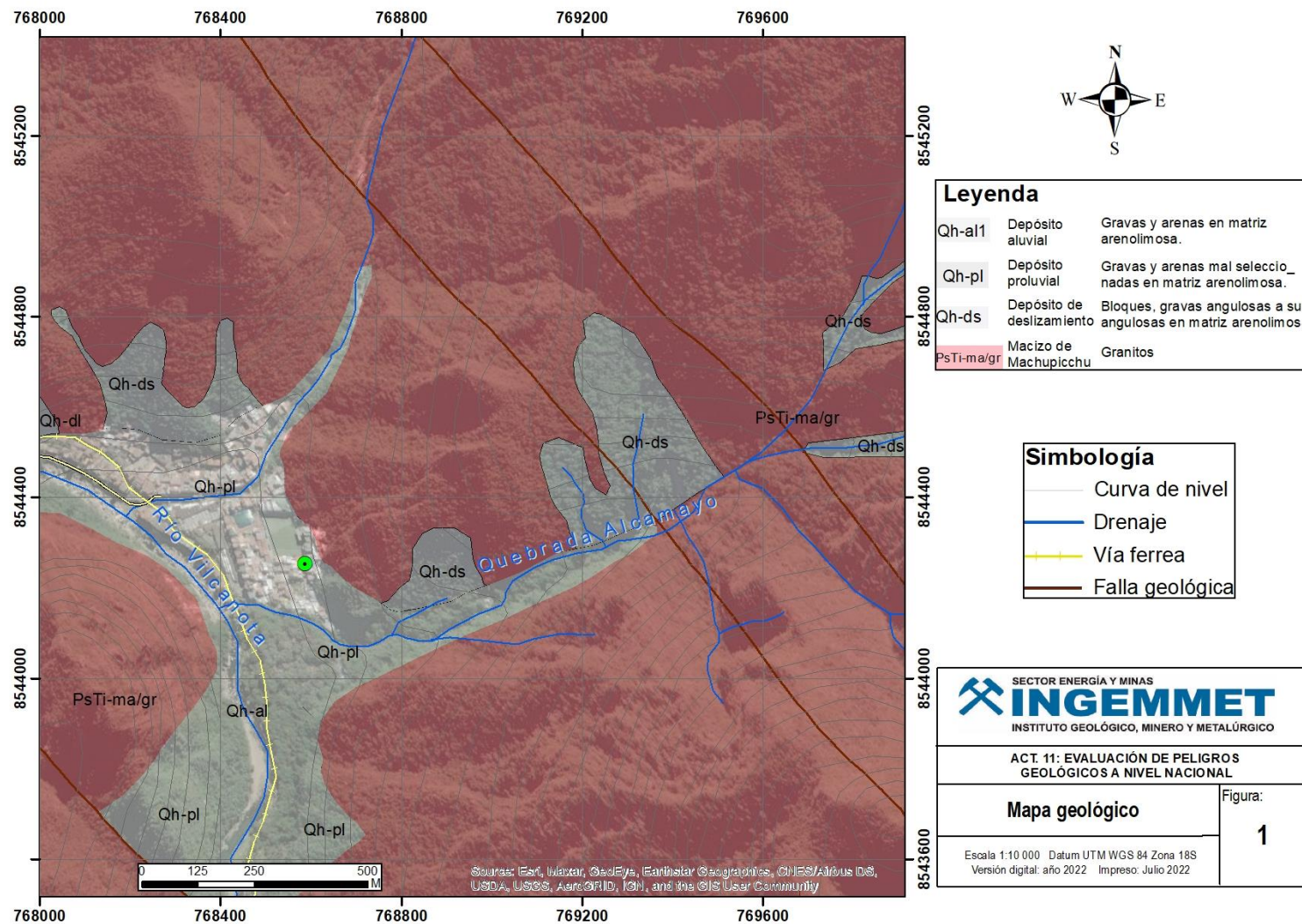
Sanchez, A., y Zapata, A., (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Picha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q) Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) Y Ayapata (28-v)", escala 1: 100,000. INGEMMET. 38p.

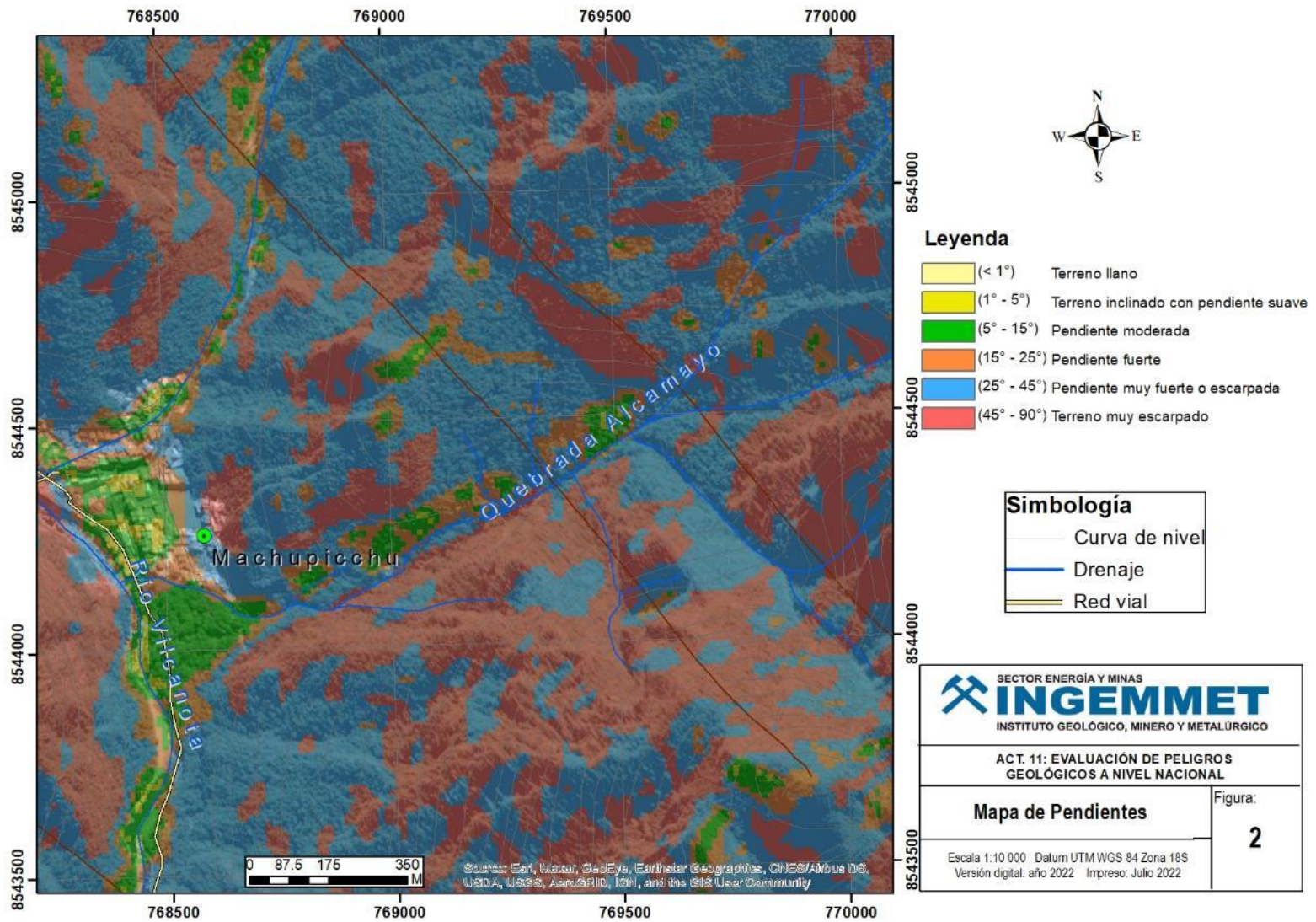
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4.

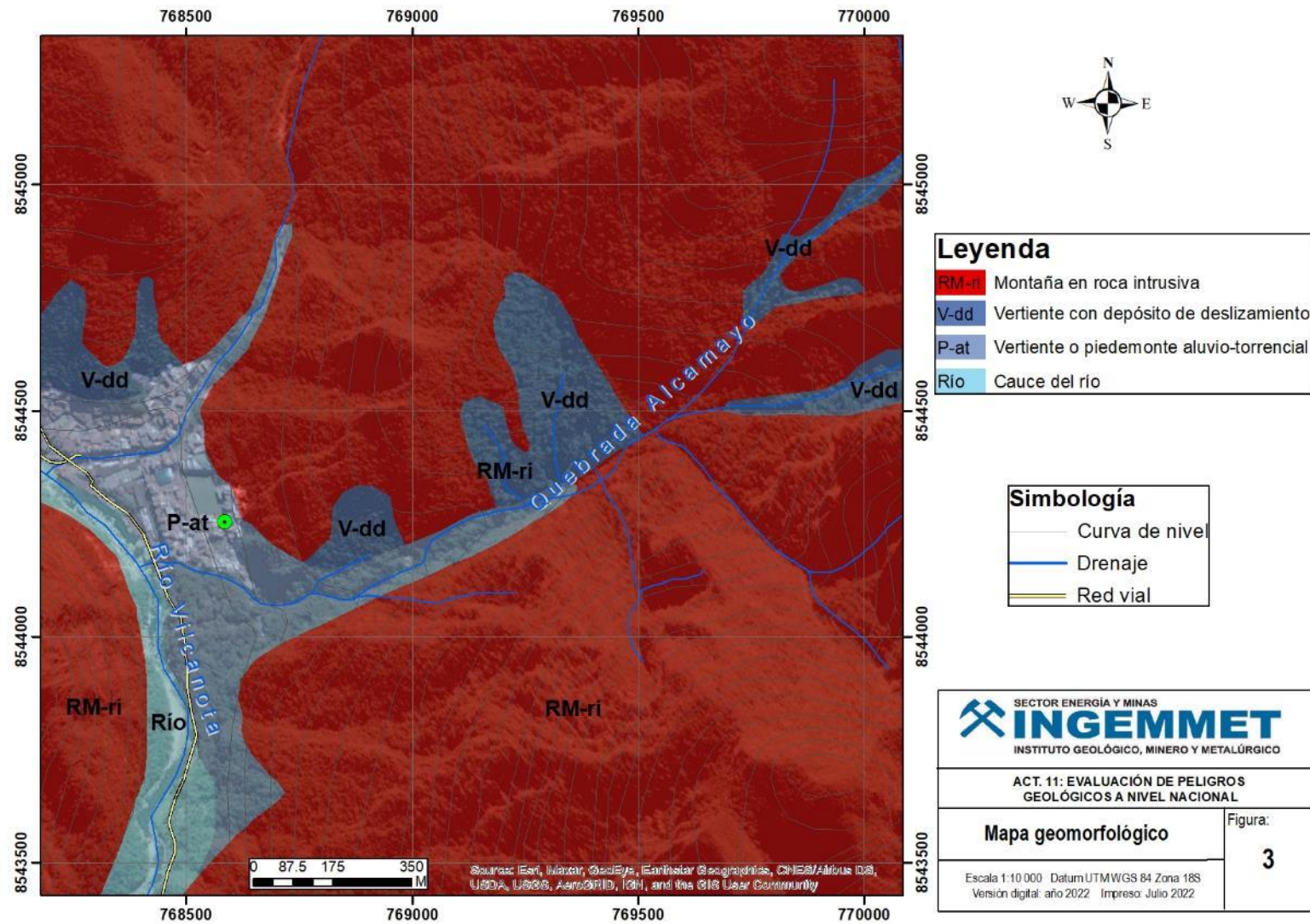
SENAMHI, 2020. Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional. Resumen Ejecutivo. 7 p.

Vílchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligro geológico en la región Cusco. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 155 p.

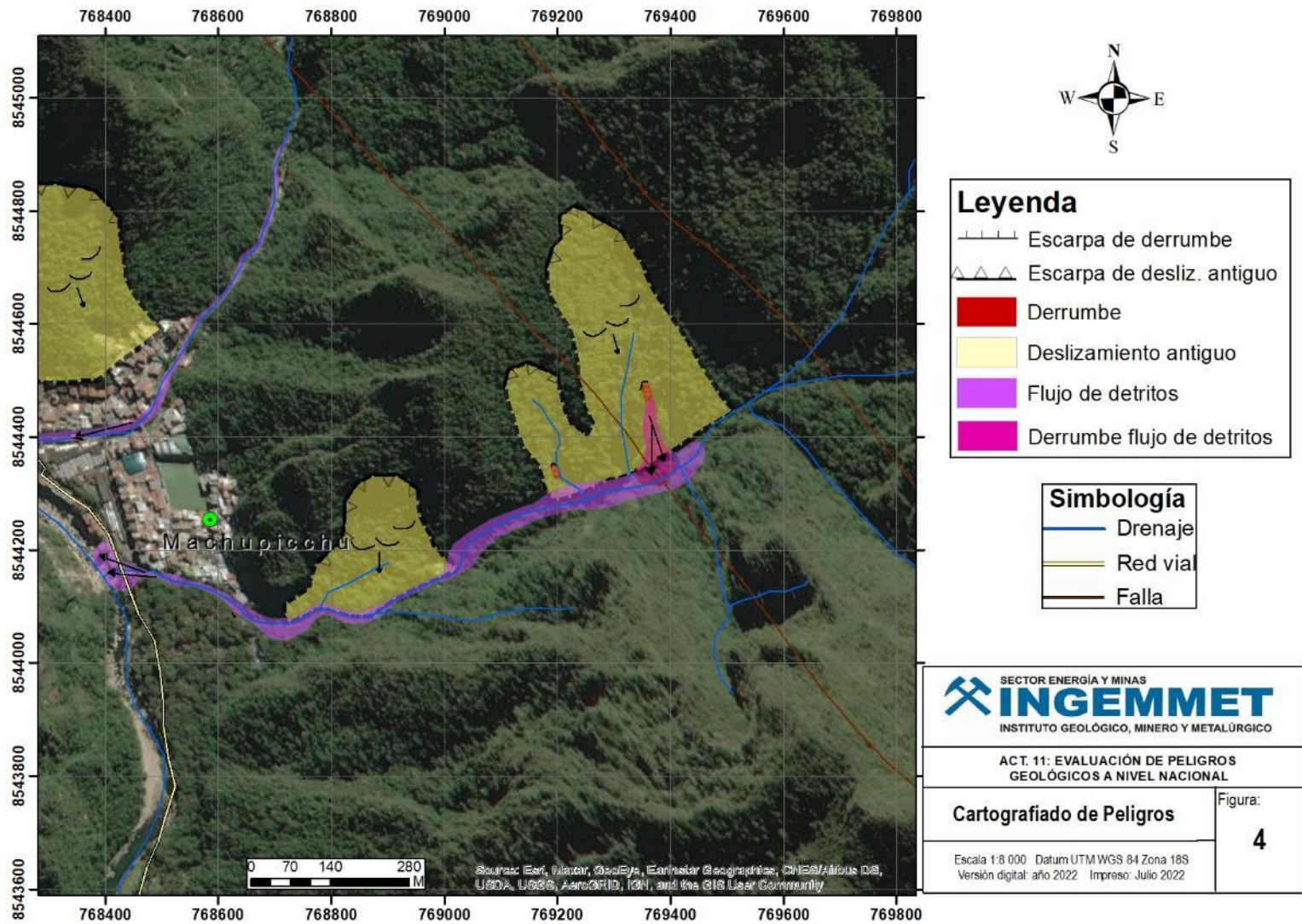
# ANEXO 1: MAPAS











## ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES								
		TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre		
			<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino		
			<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico		
			<input checked="" type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico		
			<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial		
			<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral		
			<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar		
GRANULOMETRÍA		FORMA		REDONDES		PLASTICIDAD		
	%							
<input type="checkbox"/>	10	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input checked="" type="checkbox"/>	Redondeado	<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad
<input type="checkbox"/>	15	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Subredondeado	<input type="checkbox"/>	Med. Plástico
<input type="checkbox"/>	20	Gravas	<input checked="" type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad
<input type="checkbox"/>	15	Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Subanguloso	<input checked="" type="checkbox"/>	No plástico
<input type="checkbox"/>	25	Arenas						
<input type="checkbox"/>	15	Limos						
<input type="checkbox"/>		Arcillas						
ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		% LITOLOGÍA		
<input checked="" type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica	<input type="checkbox"/>	80	Intrusivos
<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>		Volcánicos
<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input checked="" type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>		Metamórficos
						<input type="checkbox"/>	20	Sedimentarios
COMPACIDAD								
SUELOS FINOS			SUELOS GRUESOS					
	Limos y Arcillas		Arenas		Gravas			
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta			
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada			
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada			
				<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada			
CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.								
SUELOS GRUESOS				SUELOS FINOS				
<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	CH	
<input checked="" type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	OH	
<input type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	PT	
<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH			

Tabla: 01: Descripción de depósitos aluviales

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES									
		TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre			
			<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino			
			<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico			
			<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico			
			<input checked="" type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial			
			<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral			
			<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar			
<b>GRANULOMETRÍA</b>			<b>FORMA</b>	<b>REDONDES</b>	<b>PLASTICIDAD</b>				
	%								
<input type="checkbox"/>	20	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input checked="" type="checkbox"/>	Redondeado	<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad	
<input type="checkbox"/>	30	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Subredondeado	<input type="checkbox"/>	Med. Plástico	
<input type="checkbox"/>	30	Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad	
<input type="checkbox"/>	10	Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Subanguloso	<input checked="" type="checkbox"/>	No plástico	
<input type="checkbox"/>	10	Arenas							
<input type="checkbox"/>		Limos							
<input type="checkbox"/>		Arcillas							
		<b>ESTRUCTURA</b>		<b>TEXTURA</b>		<b>CONTENIDO DE</b>	<b>%</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>		Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica	<input type="checkbox"/>	60	Intrusivos
<input type="checkbox"/>		Estratificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>		Volcánicos
<input type="checkbox"/>		Lenticular	<input checked="" type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	20	Metamórficos
							<input type="checkbox"/>	20	Sedimentarios
		<b>COMPACIDAD</b>							
		<b>SUELOS FINOS</b>		<b>SUELOS GRUESOS</b>					
		<b>Limos y Arcillas</b>		<b>Arenas</b>		<b>Gravas</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>		Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta			
<input type="checkbox"/>		Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada			
<input type="checkbox"/>		Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada			
					<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada			
		<b>CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.</b>							
		<b>SUELOS GRUESOS</b>			<b>SUELOS FINOS</b>				
<input type="checkbox"/>		<b>GW</b>	<input type="checkbox"/>	<b>GC</b>	<input type="checkbox"/>	<b>ML</b>	<input type="checkbox"/>	<b>CH</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>		<b>GP</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SW</b>	<input type="checkbox"/>	<b>CL</b>	<input type="checkbox"/>	<b>OH</b>	
<input type="checkbox"/>		<b>GM</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SP</b>	<input type="checkbox"/>	<b>OL</b>	<input type="checkbox"/>	<b>PT</b>	
<input type="checkbox"/>		<b>SM</b>	<input type="checkbox"/>	<b>SC</b>	<input type="checkbox"/>	<b>MH</b>			

**Tabla: 02:** Descripción de depósitos fluviales

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES					
		TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/> Eluvial	<input type="checkbox"/> Lacustre	
			<input type="checkbox"/> Deluvial	<input type="checkbox"/> Marino	
			<input checked="" type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Eólico	
			<input type="checkbox"/> Aluvial	<input type="checkbox"/> Orgánico	
			<input type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Artificial	
			<input type="checkbox"/> Proluvial	<input type="checkbox"/> Litoral	
			<input type="checkbox"/> Glaciar	<input type="checkbox"/> Fluvio glaciar	
<b>GRANULOMETRÍA</b>			<b>FORMA</b>	<b>REDONDES</b>	<b>PLASTICIDAD</b>
	%				
<input type="checkbox"/>	Bolos	<input type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/> Redondeado	<input type="checkbox"/> Alta plasticidad
<input type="checkbox"/> 40	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input type="checkbox"/> Subredondeado	<input checked="" type="checkbox"/> Med. Plástico
<input type="checkbox"/> 20	Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input checked="" type="checkbox"/> Anguloso	<input type="checkbox"/> Baja Plasticidad
<input type="checkbox"/> 20	Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/> Subanguloso	<input type="checkbox"/> No plástico
<input type="checkbox"/> 10	Arenas				
<input type="checkbox"/> 10	Limos				
<input type="checkbox"/>	Arcillas				
		<b>ESTRUCTURA</b>	<b>TEXTURA</b>	<b>CONTENIDO DE</b>	<b>%</b>
		<input type="checkbox"/> Masiva	<input type="checkbox"/> Harinoso	<input type="checkbox"/> Materia Orgánica	<input type="checkbox"/> 70
		<input type="checkbox"/> Estractificada	<input type="checkbox"/> Arenoso	<input type="checkbox"/> Carbonatos	<input type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/> Lenticular	<input checked="" type="checkbox"/> Aspero	<input type="checkbox"/> Sulfatos	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/> 30
					<b>LITOLOGÍA</b>
					Intrusivos
					Volcánicos
					Metamórficos
					Sedimentarios
		<b>COMPACIDAD</b>			
		<b>SUELOS FINOS</b>	<b>SUELOS GRUESOS</b>		
		<b>Limos y Arcillas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Gravas</b>	
<input type="checkbox"/>	Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada
				<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada
		<b>CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.</b>			
		<b>SUELOS GRUESOS</b>		<b>SUELOS FINOS</b>	
<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	ML
<input type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL
<input checked="" type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL
<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH
				<input type="checkbox"/>	CH
				<input type="checkbox"/>	OH
				<input type="checkbox"/>	PT

Tabla: 03: Descripción de depósitos de deslizamiento.