

Informe Técnico N° A6824

# PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE CULLCUY

Región y Provincia Huánuco  
Distrito Santa María del Valle  
Paraje Cullcuy



SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ  
JULIO LARA CALDERÓN

AGOSTO  
2018

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	2
<b>2.1 Trabajos Anteriores</b> .....	2
<b>3. GENERALIDADES</b> .....	3
<b>3.1 Ubicación</b> .....	3
<b>3.2 Accesibilidad</b> .....	3
<b>3.3 Clima</b> .....	3
<b>3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	5
<b>4 ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	5
<b>5 PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	7
<b>6.1 Deslizamiento-flujo antiguo</b> .....	7
<b>6.2 Reactivación del deslizamiento</b> .....	10
<b>6.3 Condiciones actuales de la zona reactivada</b> .....	13
<b>6.4 Otros peligros identificados</b> .....	13
<b>6 SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	13
<b>7 MEDIDAS CORRECTIVAS</b> .....	14
<b>7.1 Para deslizamientos</b> .....	14
<b>7.2 Para la erosión de laderas</b> .....	18
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	20
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21
<b>ANEXO: GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	22

# INFORME TÉCNICO

## “PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR CULLCUY”

(Distrito Santa María del Valle, Provincia Huánuco, Departamento Huánuco)

### 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el apoyo y/o asistencia técnica al gobiernos nacional, regional y locales; su alcance consiste en contribuir con las entidades gubernamentales en el reconocimiento, caracterización y diagnóstico de los peligros geológicos en sus territorios, con la finalidad de proporcionar una opinión técnica sobre la problemática, además de proponer medidas a implementar en post de la prevención y mitigación ante la ocurrencia de desastres por peligros geológicos.

El sector de Cullcuy ubicado en la región Huánuco, distrito Santa María del Valle, se encuentra en la margen izquierda del río Huallaga; es surcada por la Carretera Central, tránsito hacia Tingo María-Pucallpa.

En el sector se tiene un deslizamiento antiguo en proceso de reactivación, desde el 2017, que sus efectos podrían afectar a la infraestructura que se encuentran en la parte inferior del deslizamiento, como carretera Central, clubs campestres. De activarse todo el deslizamiento podría afectar viviendas ubicadas en su cuerpo, como al centro educativo.

El presente informe brinda información sobre los aspectos geomorfológicos y geológicos del sector de Cullcuy, así como los peligros geológicos que lo afectan y las recomendaciones que se deben considerar para evitar mayores daños. La información se pone en consideración de las autoridades de Santa María del Valle y pertinentes

Este documento se basa en la inspección realizada en campo, así como la información disponible de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET; incluye textos, ilustraciones fotográficas, así como conclusiones y recomendaciones.

### 2. ANTECEDENTES

La Gerencia de Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Santa María del Valle, Mediante Oficio N°013-2017-MDSMV/GDUR, se dirige al presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando un apoyo técnico en la localidad de Cullcuy Km 11+800 en la ciudad de Huánuco.

#### 2.1 Trabajos Anteriores

Los estudios realizados con anterioridad que tratan aspectos señalados en el presente informe son:

- a) Reporte Preliminar “Zonas Críticas por Peligro Geológico en la región Huánuco” realizado por Zavala y Vilchez, 2005; señala que el sector Cullcuy, se encuentra afecta por procesos de erosiones de laderas.

- b) En el “*Estudio de Riesgo Geológico en la región Huánuco*”, realizado por Zavala y Vilchez 2006, en el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa señalan que el sector Cullcuy se encuentra en una zona de alta susceptibilidad. En la Cullcuy identificaron procesos de erosiones de ladera, derrumbes y huaycos (Flujos de detritos)

### 3. GENERALIDADES

Por su ubicación geográfica y relieve, en Cullcuy, se presentan lluvias intensas, durante los meses de diciembre a marzo, que es un factor detonante para los procesos de movimientos en masa.

#### 3.1 Ubicación

El sector Cullcuy, políticamente se encuentra ubicado en el distrito Santa María del Valle, provincia y departamento Huánuco; en las coordenadas centrales UTM (WGS 84-Zona 18 Sur), Figura 01:

Norte: 8 907 424
Este: 369 688
Altitud: 2006 m s.n.m.

#### 3.2 Accesibilidad

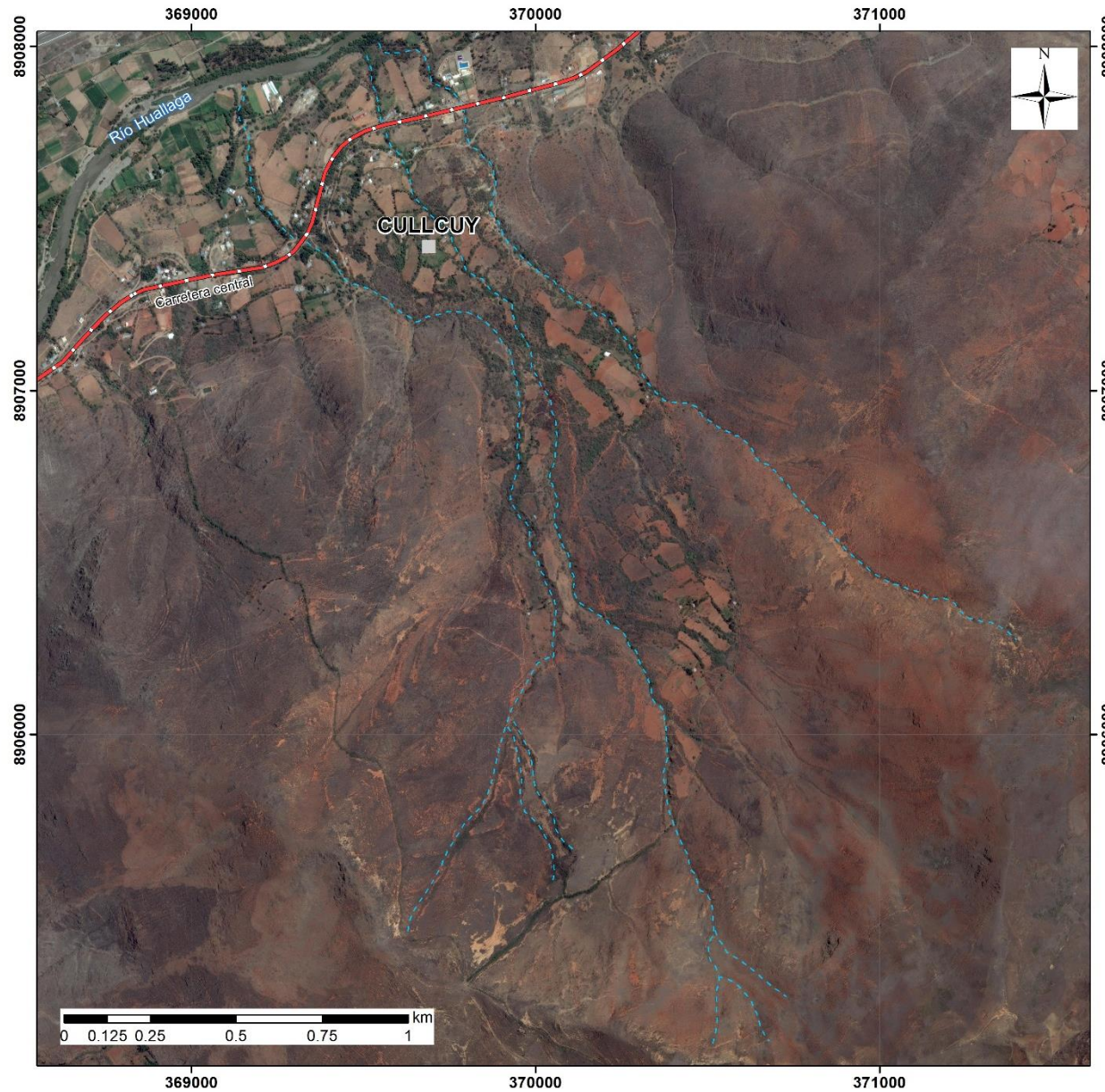
Cullcuy se encuentra ubicado en el Km 11+800 de la ruta entre Ciudad de Huánuco hacia Santa María del Valle.

#### 3.3 Clima

Cullcuy está situado en el piso altitudinal entre 500 a 2500 m s.n.m. Presenta un clima cálido y templado, con pocas precipitaciones durante todo el año. La temperatura media anual es de 18.6 °C y la precipitación es de 387 mm al año.

Las temperaturas promedio son más altas en noviembre, alcanzando alrededor de 19.9 °C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en julio, cuando está alrededor de 16.8 °C.

La menor cantidad de lluvia ocurre en julio con un promedio de 4 mm y la mayor cantidad de precipitación ocurre en febrero, con un promedio de 63 mm.



SIMBOLOGÍA	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span>	Cullcuy
<span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 2px dashed blue;"></span>	Quebrada
<span style="display: inline-block; width: 10px; border-bottom: 2px solid red;"></span>	Carretera asfaltada

SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO <b>Dirección de Geología Ambiental                  y Riesgo Geológico</b>
ACT-01: ASISTENCIA TÉCNICA A LOS GOBIERNOS LOCALES, REGIONALES Y NACIONAL Y ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA ACTIVIDAD
MAPA DE UBICACIÓN DEL SECTOR CULLCUY
Año: 2018

Figura 01



### 3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Zavala & Vilchez (2006), diferencian que el sector Cullcuy se encuentra sobre una unidad de montaña con laderas de moderada pendiente, sobre secuencias metamórficas del Complejo Marañón; se encuentra asociada a procesos de erosiones de ladera (cárcavas) deslizamientos y huaicos.

En la visita de campo, se apreció un depósito de piedemonte coluvio-deluvial, originado por un depósito de deslizamiento, con pendiente comprendida entre 15° a 20°.

Se evidencio la montaña metamórfica con laderas de pendiente mayor a 20°, es muy susceptible a la generación de movimientos en masa como deslizamientos, erosiones de ladera y flujos de detritos (huaycos).



Foto 1. Pendiente del depósito del deslizamiento.

### 4 ASPECTOS GEOLÓGICOS

Tomando como referencia la cartografía realizada en el cuadrángulo de Huánuco, Quispesivana (1996), en la zona afloran rocas metamórficas de tipo esquistos y micaesquistos, de coloraciones verdes y grises, con vetas de cuarzo. Se encuentran conformando un relieve accidentado irregular con abundante material de escombros en los flancos.

La roca se encuentra muy fracturada, producto de la esquistosidad y medianamente meteorizada. Generan depósitos que contienen bloques y gravas englobados en matriz limosa.

Se tienen depósitos cuaternarios conformados por depósitos aluviales y coluvio-deluviales. Los primeros se encuentran relacionados al cauce del río Huallaga, caracterizados por estar conformado por gravas, escasos bloques de formas redondeadas y subredondeadas englobados en matriz arenosa. Los segundos tienen gravas y bloques de formas angulosas de naturaleza metamórfica, englobados en una matriz limosa.

Se encuentran inconsolidados, son de fácil remoción.

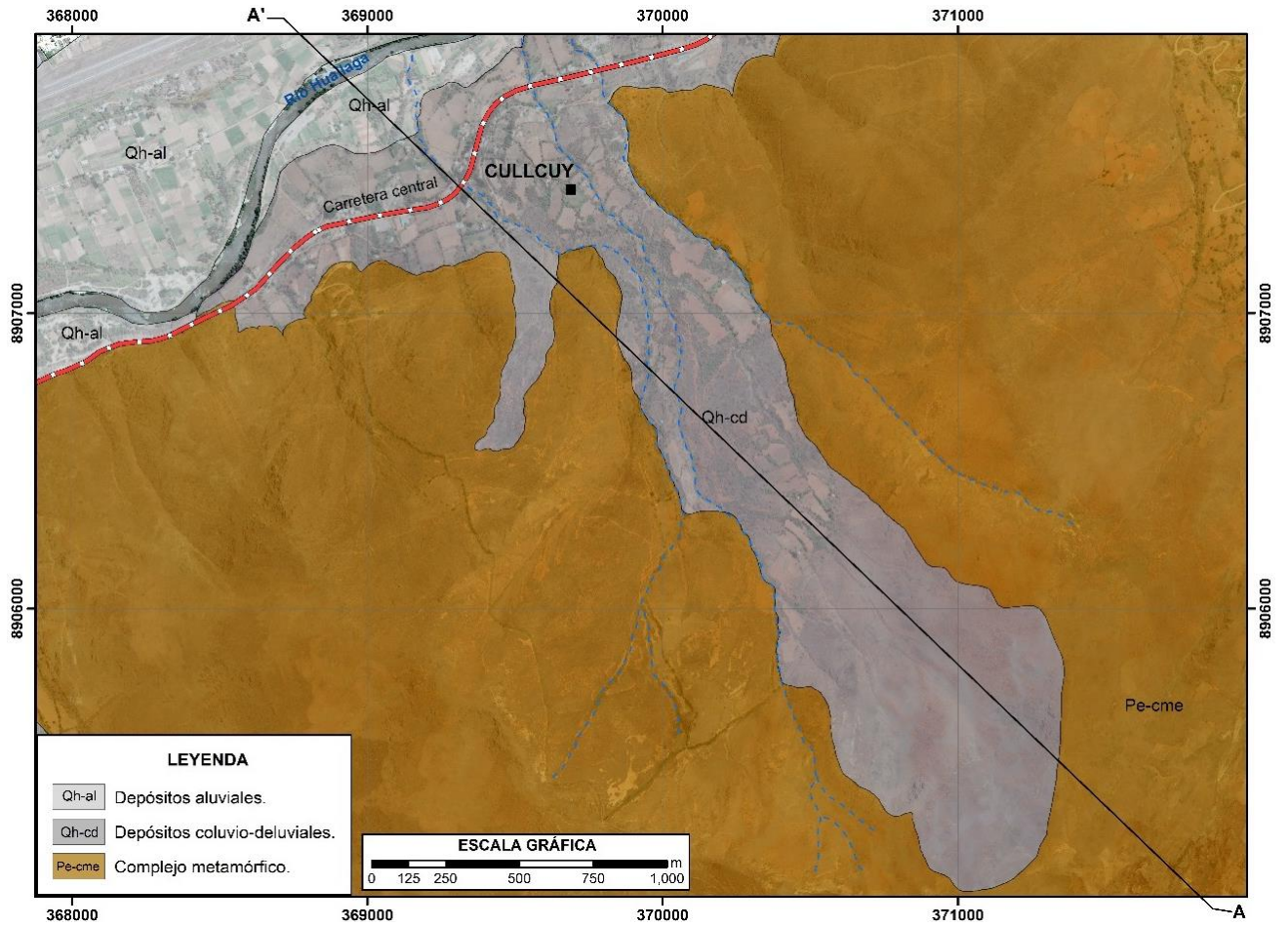


Figura 2. Unidades geológicas en la zona evaluada

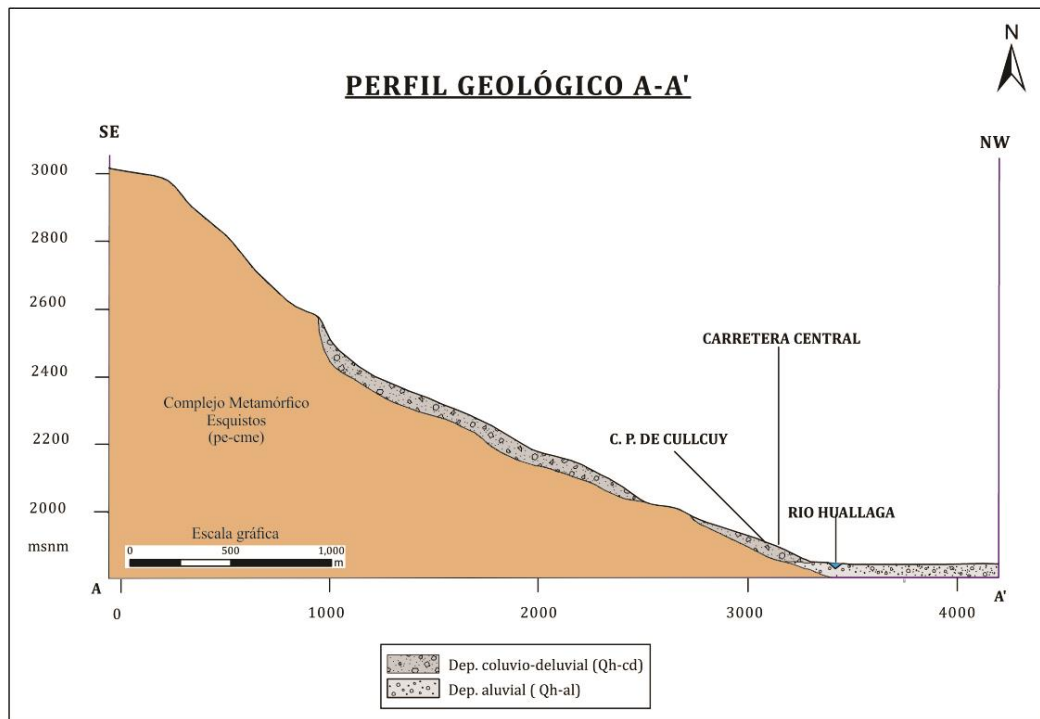


Figura 3. Perfil geológico del sector de Culcuy.

## 5 PELIGROS GEOLÓGICOS

Zavala y Vilchez (2006), consideran el área de Cullcuy, como zona crítica por peligro geológico, donde se han identificado procesos de erosiones en cárcavas y flujos de detritos; además, está considerada como un área de alta susceptibilidad a movimientos en masa.

En el sector de Cullcuy, se ha identificado un deslizamiento-flujo antiguo rotacional en reactivación. El cuerpo del deslizamiento esta surcado por procesos de erosión de laderas.

### 6.1 Deslizamiento-flujo antiguo

Este evento, es muy probable que se halla presentado hace años (?), por tratarse de un deslizamiento-flujo, el factor detonante ha tenido que ser lluvias intensas. Para que la masa inestable este saturada de agua y se desplace como fluido.

Este evento, presenta una corona principal con una longitud de 1700m, de forma parabólica; el salto no se puede diferenciar por estar erosionado. La distancia de la corona hasta el pie del deslizamiento es de 3,200m. La diferencia de cotas, entre el pie del deslizamiento y la zona de arranque es de 1,100 m. El cuerpo del deslizamiento presenta un ancho promedio entre 300 y 350 m. En la desembocadura se formó un semicírculo que tiene una longitud de 670m.

Una de las características del deslizamiento antiguo son los lomeríos que se presenta en el cuerpo del deslizamiento, como también se aprecian los basculamientos del terreno, típicos de un deslizamiento rotacional.

En el cuerpo del deslizamiento antiguo se observan diferentes escarpes; es decir, cuando se generó este deslizamiento se presentaron varios movimientos. Está conformado por un depósito de arcillas con limos y bloques, con tamaños hasta de 1 m. predominando los comprendidos entre 50 a 30 cm.

El cuerpo del deslizamiento se encuentra delimitado por dos quebradas, que son generadoras de flujos de detritos. Sobre el cuerpo se tienen procesos de erosiones de ladera (cárcavas) que generan material suelto y alimentan a las quebradas con material suelto.

Se aprecian escarpes secundarios con saltos comprendidos entre 5 a 10 m, con longitudes hasta de 100 m.



Foto 2. Se muestran los lomeríos, generados por el movimiento del terreno (flecha amarilla), y la separación de las diferentes fases de movimientos (líneas amarillas).





Foto 3. Se aprecian los procesos de erosiones de ladera en el cuerpo del deslizamiento



Foto 4. Escarpe secundario (A) y agrietamientos recientes en la superficie del terreno (B).



Foto 5. Se Observa bloques de rocas metamórficas de hasta de 40 cm de longitud, que conforman el cuerpo del deslizamiento.



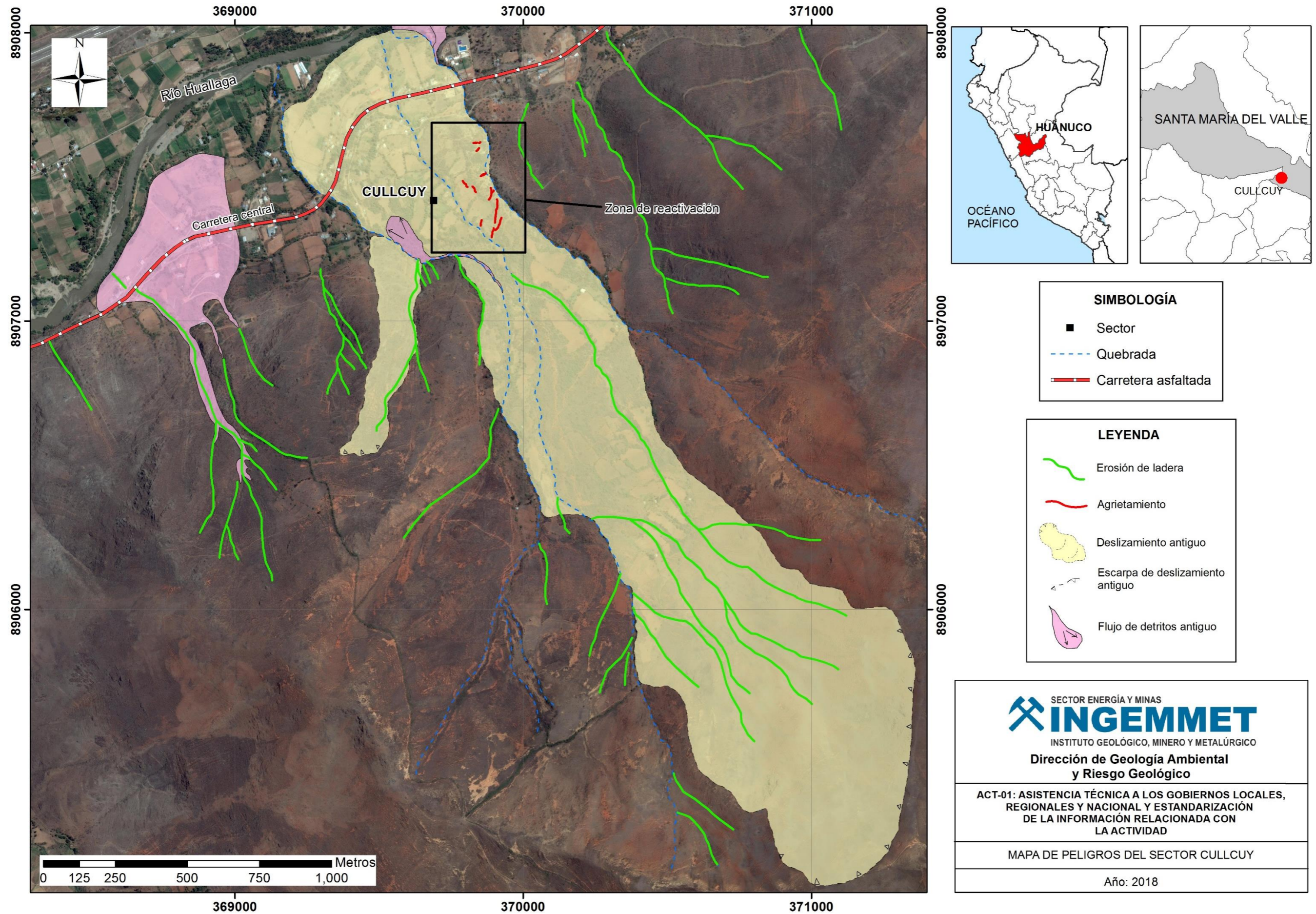


Figura 4.





Foto 6. Bloques esparcidos en el cuerpo del deslizamiento antiguo

### Causas del deslizamiento

- Roca de mala calidad, que permite la filtración y retención del agua; fracturamiento abierto y esquistosidad en la roca, que permite la infiltración de agua.
- Pendiente del terreno, mayor de 20°, hace que el material suelto que se encuentra en su ladera pierda estabilidad.

El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales intensas.

## 6.2 Reactivación del deslizamiento

La reactivación del deslizamiento muestra actualmente agrietamientos, asentamientos y se está formando un deslizamiento rotacional. Afectó una vivienda y canales de regadío.

La reactivación se ubica en la parte inferior del cuerpo del deslizamiento, extremo derecho. El escarpe principal de la reactivación tiene forma circular con una longitud de 50 m. y sato de 2 m. La distancia que se tiene de la zona reactivada hasta la carretera Central es de 400 m.



Foto 7. Escarpe principal de la zona de reactivación.

En el cuerpo del deslizamiento reactivado se observó agrietamientos del terreno recientes, con aperturas que van del orden desde milimétrico hasta menores de 80 cm,



en algunos casos se tienen desplazamientos verticales del orden milimétrico hasta 50 cm. Por lo mencionado se muestra la inestabilidad de la zona.



Foto 8. Agrietamientos del terreno, con desplazamiento horizontal y vertical.

En la parte posterior de la escarpa principal (reactivación) se observó una serie de agrietamientos en el terreno, que tienen longitudes hasta de 50 m, son paralelos a la escarpa de la reactivación, con aperturas que van desde milimétricas hasta de 1 metro, y profundidades visibles hasta 5m, presentan desplazamiento vertical hasta de 1 m. Se está formando una nueva corona de deslizamiento.



Fotos 10 y 11. Agrietamientos del terreno, en procesos de formación de un nuevo escarpe.



### Causas de la reactivación

- a) Material proveniente de un antiguo deslizamiento de fácil remoción
- b) Cuerpo del deslizamiento conformado por limos, gravas y escasos bloques, que permite la retención de agua de lluvia.
- c) Aumento del peso de material inestable, por la saturación del terreno.
- d) Canales de regadío en malas condiciones, que permitió la infiltración de agua, hacia el terreno.
- e) Filtraciones y retención de agua en el terreno por el desplazamiento de la masa inestable.



Foto 12. Zona con retención de agua, por efecto del empuje del terreno. Cierre del cauce de la quebrada.



Foto 13. Masa de fácil erosión, conformada por limo, gravas y bloques.



Foto 14. Canal de regadío en malas condiciones (sin uso).

**Daños ocasionados:**

- Terrenos de cultivo
- Una (01) vivienda
- Canal de regadío en un tramo de 100 m.

**6.3 Condiciones actuales de la zona reactivada**

Por las condiciones geológicas que tenemos:

- Presencia de nuevos agrietamientos en el terreno, tanto en el cuerpo del deslizamiento, como en la zona posterior de la escarpa de la zona que se está reactivando.
- Agrietamientos recientes que aparecieron el mes de setiembre 2017, han aumentado su apertura, en el orden de los centímetros (versiones de los lugareños)
- Pendiente del terreno menor de 20°, donde se puede deslizar la masa inestable.
- Material del deslizamiento de fácil remoción y saturación.

De saturarse el terreno, por lluvia o por causas antrópicas podría saturar al terreno y aceleraría la inestabilidad del terreno.

**6.4 Otros peligros identificados**

Se identificaron flujos de detritos y procesos de erosiones de ladera. Los primeros se generan por las quebradas que circundan al deslizamiento y los procesos de erosiones de ladera se encuentran en el cuerpo del deslizamiento.

Los flujos de detritos se presentan en forma ocasional y afectan tramo de carretera. Podrían llegar hasta la zona de los recreos.

**6 SITUACIÓN ACTUAL**

El deslizamiento antiguo, está surcado por quebradas, las cuales generan flujos de detritos en forma ocasional. Estos afectarían a carretera Central y centros de esparcimiento.

El deslizamiento en el sector derecho-inferior se encuentra reactivado (figura 5). De seguir el movimiento e involucre mayor área de la ladera-abajo, es muy probable que afecte directamente a los centros de esparcimiento y grifo, que se ubican en la parte inferior.

En la pared de corte de talud realizado para construcción del grifo, se aprecia el material del antiguo deslizamiento, es importante la construcción de un muro de contención, con drenaje, para evitar que se desestabilice.

Para el centro educativo, si bien es cierto, se encuentra sobre el pie del deslizamiento antiguo, en este sector, el cuerpo del deslizamiento no muestra reactivaciones. Pero con fines preventivos es importante que para un futuro esta infraestructura educativa sea reubicada. Al igual caso que para las viviendas que se encuentran tanto en el cuerpo como el pie del deslizamiento.



No se debe permitir el crecimiento urbano en la zona que involucre los depósitos de deslizamiento y flujos de detritos (huaicos).

En el cuerpo del deslizamiento se puede desarrollar actividad agrícola, pero con ciertas condiciones, sistemas de riego tecnificado, como goteo y usando andenerías. Por ningún motivo se debe usar riego por inundación o aspersión. Para la actividad agrícola se deben usar plantas que necesiten poca cantidad de agua para su desarrollo.

En la zona estable del deslizamiento antiguo, se debe reemplazar el sistema de riego por inundación o aspersión no controlada, por un riego tecnificado con aspersores.

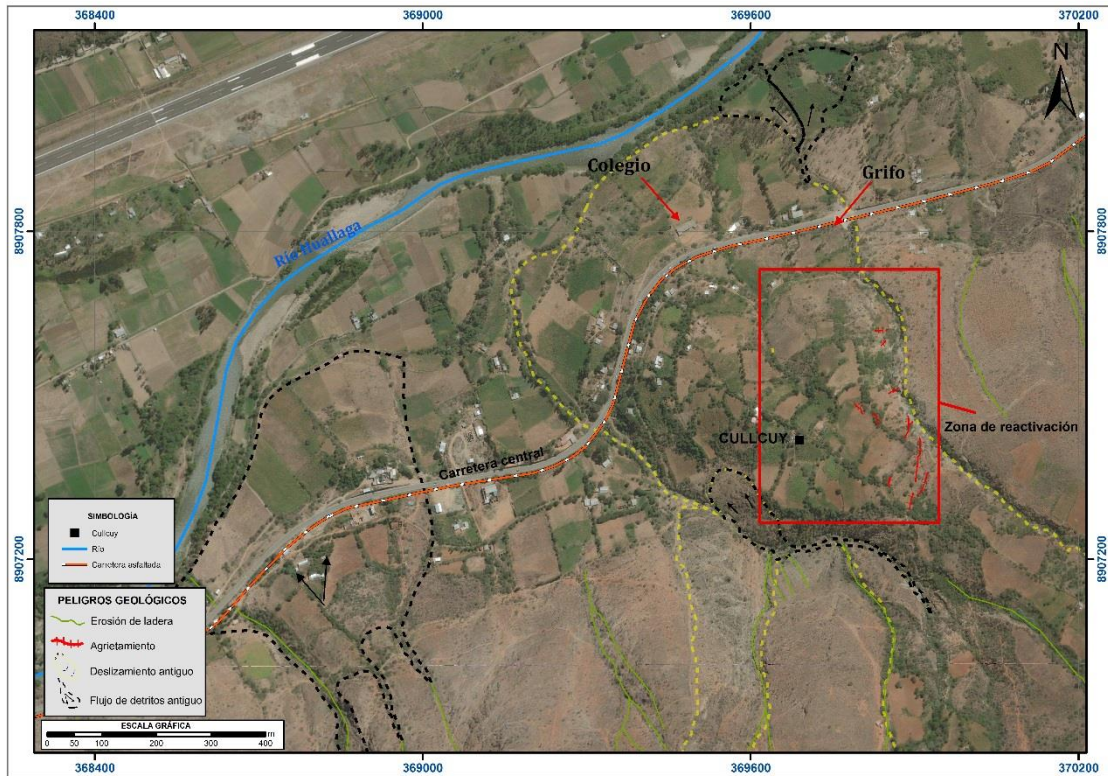


Figura 5. Zona de influencia del deslizamiento.

## 7 MEDIDAS CORRECTIVAS

### 7.1 Para deslizamientos

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento del río al pie de deslizamientos, etc. A continuación, se proponen algunas, medidas para el manejo de estas zonas:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención del agua en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- El sistema de cultivo debe ser por surcos en contorno y conectados al sistema de drenaje, para una evacuación rápida del agua.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece a la infiltración y saturación del terreno.

- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- En las cuencas altas se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno, evitando el impacto directo de la lluvia.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Los tramos de carretera que cruzan cauces de quebradas, en donde se producen flujos, deben de ser protegidos por medio de gaviones para evitar los efectos de los huaycos y el socavamiento producido por avenidas estacionales en las quebradas.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración a curvas de nivel con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

#### **a) *Uso de vegetación***

- El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes ha sido muy debatido en los últimos años; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas sub-superficiales (Suárez Díaz, 1998).
- Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando.
- Entre los factores se sugiere analizar los siguientes: volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales. En primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.

La deforestación puede afectar la estabilidad de un talud de varias formas:

- Disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial.
- Elimina el factor de refuerzo de las raíces.



- Facilita la infiltración masiva de agua.

La quema de la vegetación aumenta la inestabilidad de los taludes, especialmente si esto ocurre en área de coluviones en los cuales la vegetación ejerce un papel preponderante en la estabilidad, especialmente por la eliminación del refuerzo de las raíces y por la exposición a la erosión acelerada.

**b) Construir zanjas de coronación.**

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (figura 6).

**c) Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado**

Para disminuir la infiltración de agua en las áreas grandes arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras (figura 7). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la re-infiltración del agua

**d) Tuberías de drenaje**

Las tuberías de desagüe horizontales son un dispositivo utilizado para la prevención de deslizamientos (figura 8). Debido a los periodos de latencia largos que se necesitan para bajar los niveles freáticos, los desagües sólo son eficaces si el tubo se instala cuidadosamente, cruza la superficie de la falla y el tubo drena de hecho en el suelo. Como la mayoría de los suelos de las pendientes tienen diferentes y condiciones hidráulicas y geométricas, cada sistema de drenaje se debe diseñar individualmente. Después de realizar la perforación hasta la profundidad deseada e instalar la carcasa, esta última se limpia de tierra y las secciones de tubería de drenaje de PVC ranuradas se cubren con un filtro de tela. Después se empujan dentro de la carcasa y se acoplan. Se retira la cubierta y se instala cedazo sobre el extremo del drenaje. Los agujeros de drenaje deben estar completamente limpios de recortes de perforación y de barro. Si no se limpian los agujeros, su efectividad puede ser sólo del 25 por ciento.

En suelos arcillosos, el cambio completo de las capas freáticas puede tardar hasta cinco años y un 50 por ciento de la mejora tiene lugar en el primer año. Una vez que bajan los niveles freáticos en los suelos de arcilla, el cambio es bastante permanente; sin embargo, pueden ocurrir fluctuaciones estacionales: la precipitación no alterará el nivel de las aguas subterráneas en la ladera siempre que el desagüe no se obstruya. En suelos arenosos, el nivel freático bajará en unos pocos meses y también fluctúa con las lluvias.

**e) Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso**

Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de fierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentando la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la

población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

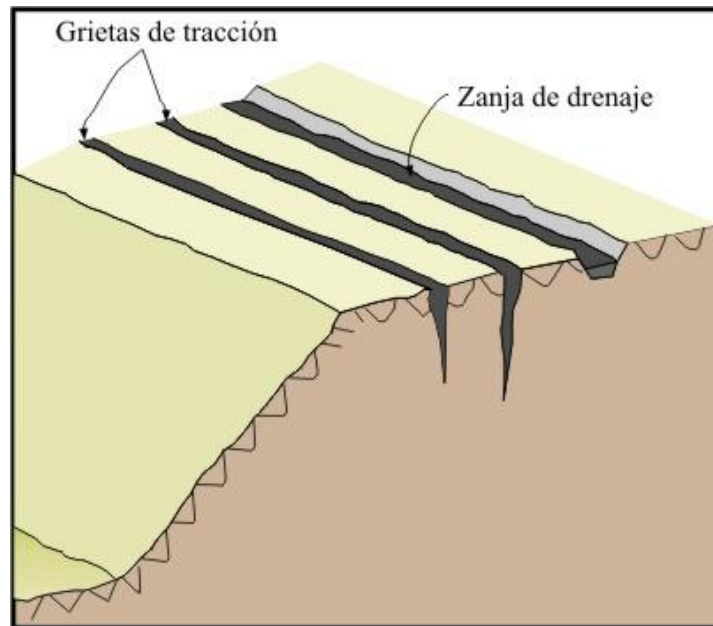


Figura 6. Canales de coronación

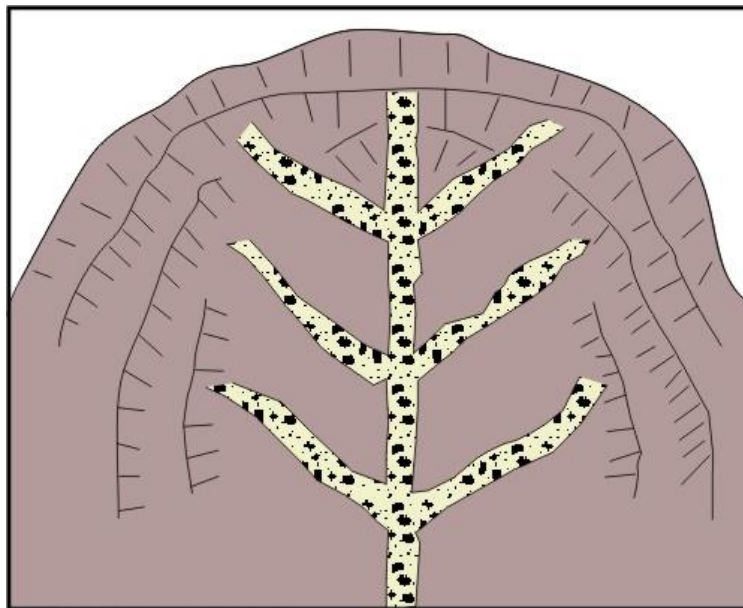


Figura 7. Sistema de drenaje tipo espina de pez (INGEMMET 2003)



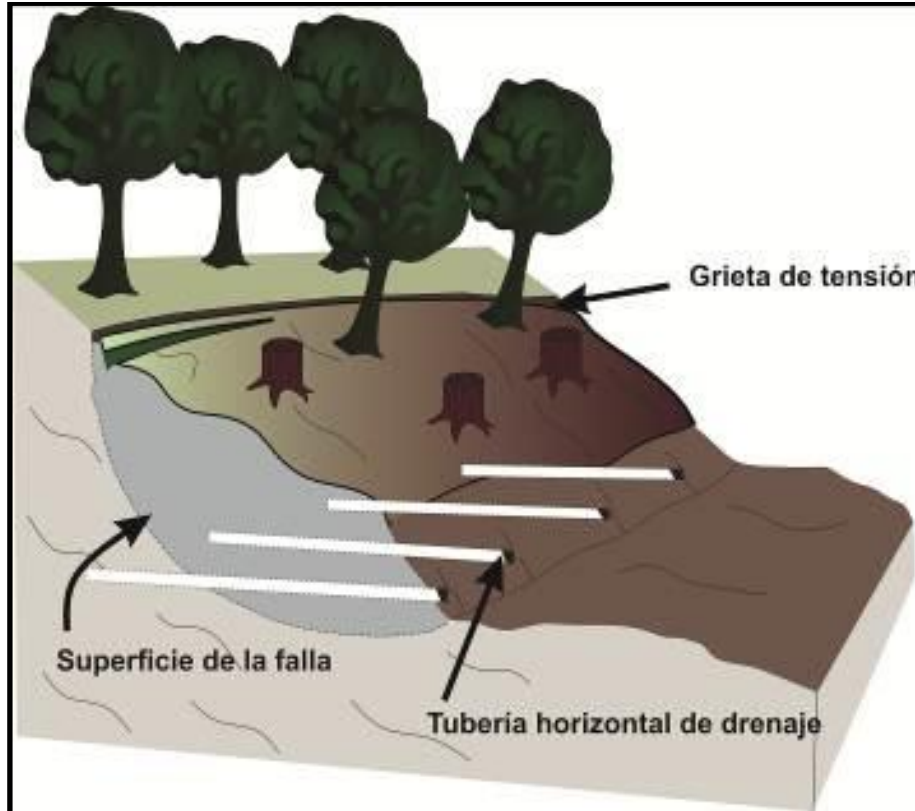


Figura 8. Esquema de las tuberías de desagüe

## 7.2 Para la erosión de laderas

Realizar un control en los procesos de erosión de laderas y flujos de detritos (huaicos), mediante la construcción de muros de retención de detritos (figura 9). Realizar limpieza del cauce en la quebrada después del periodo lluvioso. Forestación para el control y disminución de la erosión.

En este caso donde sea posible efectuar el “banqueamiento o banqueteo” en las laderas de las cabeceras de las quebradas o complementando a estas se podría efectuar la construcción de diques y muros de contención o disipadores de energía en el cauce de las quebradas (figura 10).

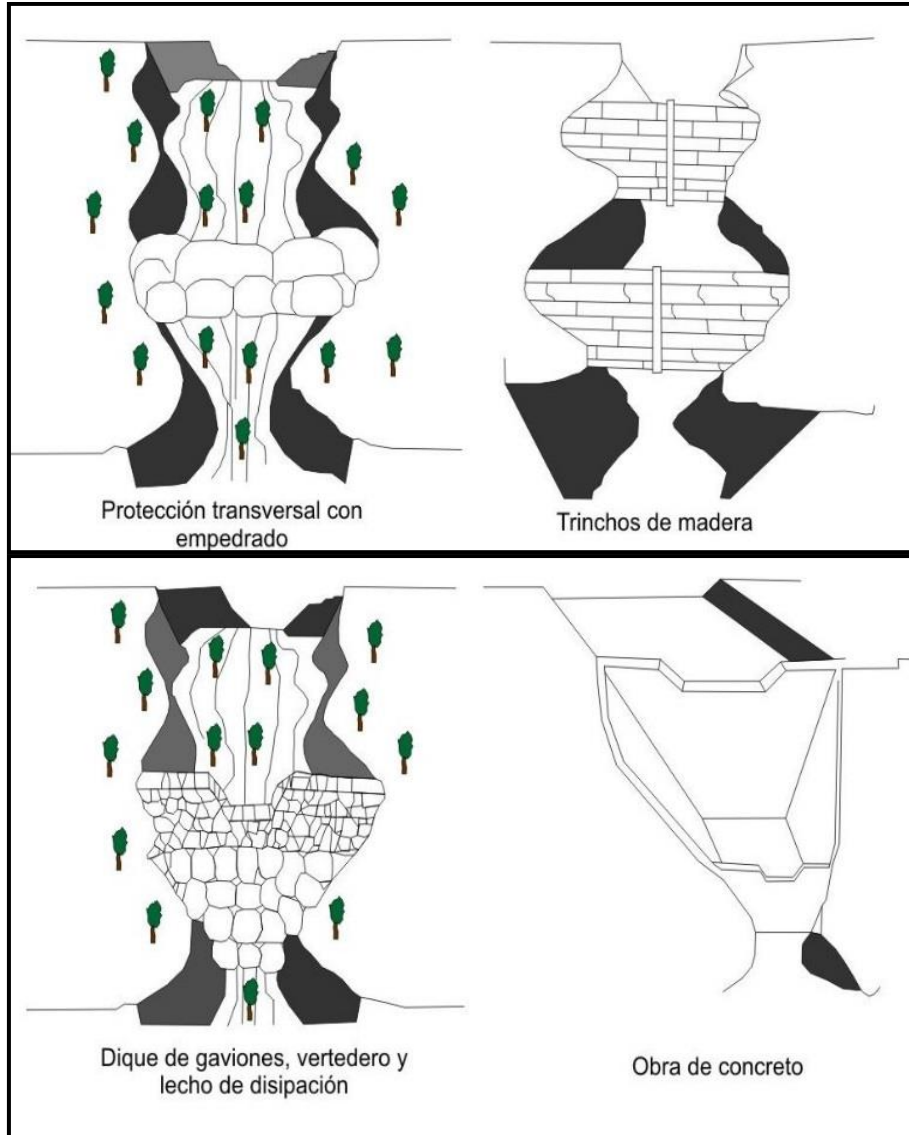


Figura 9. Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas (CENICAFÉ, 1975).

La forestación de las cabeceras (figura 10) y las áreas inestables podría ayudar a mitigar el efecto erosivo de las aguas.

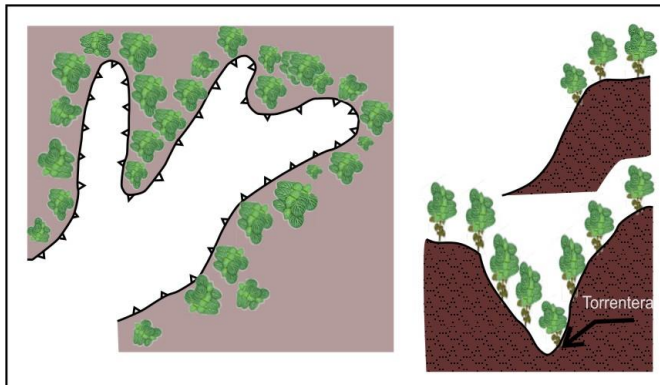


Figura 10. Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) El sector Cullcuy, se encuentra asentado sobre el cuerpo de un antiguo deslizamiento, que se encuentra en proceso de reactivación retrogresiva. La reactivación comenzó en el periodo lluvioso del 2017, afectó una vivienda, terrenos de cultivo y canal de regadío.
- 2) Las condiciones geológicas, como tipo de material que permite la filtración y retención de agua, llevando a la saturación del terreno y aumento del peso de la masa inestable, más la pendiente del terreno (menor de 20°). Esto conlleva a la inestabilidad del terreno. Por lo tanto, el área evaluada se considera como una **Zona Crítica de peligro alto y de peligro inminente ante lluvias intensas**.
- 3) En el cuerpo del deslizamiento tenemos gravas, bloques de formas angulosas y subangulosas, englobados en una matriz limosa. Este es un material susceptible a ser removido nuevamente.
- 4) De seguir el movimiento afectaría a la infraestructura que se encuentra en la parte inferior, donde tienen centros de esparcimientos, grifo de combustible y la carretera Central. Por ello es necesario que por medidas preventivas el grifo y centros de esparcimiento, que se encuentren por debajo de la zona reactivada sean reubicados en forma paulatina.
- 5) El cuerpo se encuentra surcado por procesos de erosiones de ladera, que fluyen hacia tres quebradas, por las cuales se generan flujos de detritos (huaicos).
- 6) De reactivarse el flanco izquierdo del deslizamiento, se tendría que reubicar el centro educativo en forma inmediata.
- 7) Para el cuerpo del deslizamiento, en forma general, debe tener un drenaje pluvial, para evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- 8) No permitir el crecimiento urbano en el cuerpo del deslizamiento antiguo y en el cauce de las quebradas.
- 9) No deben usar el sistema de regadío por inundación, debe usar un sistema tecnificado por goteo.
- 10) Forestar la zona, para evitar el desarrollo de los procesos de erosiones de ladera y además fijar el terreno.
- 11) Construir canal de coronación, que circunde el lado superior del área, para derivar las aguas pluviales, así atenuar el humedecimiento del terreno
- 12) El cuerpo se encuentra surcado por procesos de erosiones de ladera, que fluyen hacia tres quebradas, por las cuales se generan flujos de detritos (huaicos).
- 13) En la parte posterior de la corona de reactivación se identificaron agrietamientos del terreno, que se disponen en forma paralela a la corona de reactivación. Esto quiere decir, que la reactivación se está dando en proceso retrogresivo y se está formando una nueva corona en esta zona.
- 14) Reforestar la zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) Cruden, D. M. y Varnes, D. J. (1996) - Landslide types in processes, in Turner, K., y Schuster, R. L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, national Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.
- b) 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.
- c) Quispesivana, L. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huánuco. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 75, 138 p.
- d) Zavala, B. & Vílchez, M. (2005) - Zonas críticas por peligros geológicos en la Región Huánuco, reporte preliminar. Lima: INGEMMET, 38 p.
- e) Zavala, B. & Vílchez, M. (2005) – Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco, INGEMMET, Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 34, 177p.



## ANEXO: GLOSARIO DE TÉRMINOS

### A) MOVIMIENTOS EN MASA

El término movimiento en masa, incluye todos los desplazamientos de una masa rocosa, de detrito o de tierra por efectos de la gravedad (Cruden y Varnes, 1996).

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos: la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial–subterráneo y la cobertura vegetal (ausencia de vegetación); combinados con factores extrínsecos: construcción de viviendas en zonas no adecuadas, construcción de carreteras, explotación de canteras. Se tiene como “detonantes” las precipitaciones pluviales extraordinarias y movimientos sísmicos.

### B) DESLIZAMIENTO

Es un movimiento de una masa de suelo, roca o ambos, ladera abajo, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

Se clasifican según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales.

Los **deslizamientos traslacionales** a su vez pueden ser planares y o en cuña, sin embargo, las superficies de rotura de movimientos en masa son generalmente más complejas que las de los dos anteriores, pues pueden consistir de varios segmentos planares y curvos, caso en el cual se hablará de deslizamiento compuesto (Hutchinson, 1988).

En los **deslizamientos rotacionales** la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava (Figura 12). Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante y ocurre en rocas poco competentes. La tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (Hutchinson, 1988).

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

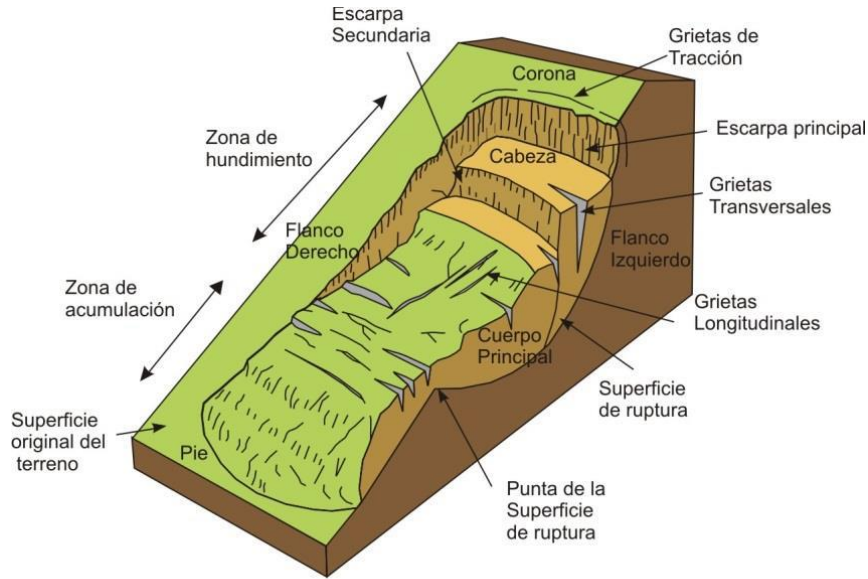


Figura 11. Diagrama de bloque de un deslizamiento

### C) FLUJO DE DETRITOS

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada, Figura 12.

Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos. Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de "U", trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales. Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo (PMA-GCA-2007).

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido, y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hung, 2005).

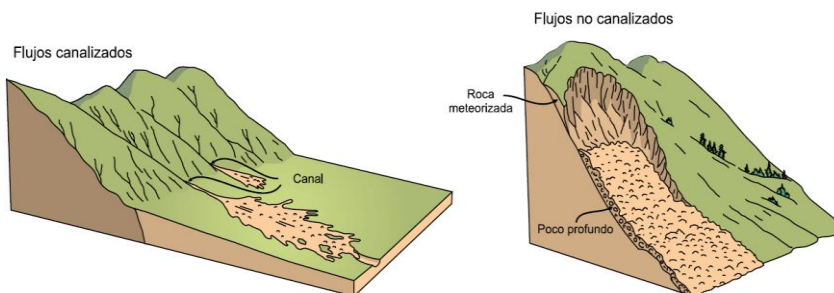


Figura 12. Esquema de flujos canalizados y no canalizados (Cruden y Varnes, 1996)