

Informe Técnico N° A6795

PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE PUCAYACU

Región Huancavelica
Provincia de Tayacaja
Distrito de Salcabamba
Paraje Pucayacu



POR:

SEGUNDO NUÑEZ JUÁREZ

JULIO LARA CALDERON

ABRIL

2018



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

INDICE

RESUMEN.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Antecedente	3
1.2 Objetivo	3
1.3 Ubicación	3
2. CONTEXTO GEOLÓGICO	3
3. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO	5
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	7
4.1 Flujo de detritos	7
4.2 Erosión de laderas.....	11
4.3 Caída de rocas.....	13
5. DAÑOS OCASIONADOS.....	13
6. MEDIDAS PREVENTIVAS.....	13
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
ANEXOS	16
ANEXO 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	16
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS	20
BIBLIOGRAFIA	24

PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR PUCAYACU (Distrito Salcabamba, Provincia Tayacaja, Departamento Huancavelica)

RESUMEN

El objetivo principal del presente informe, es determinar los factores que originaron el flujo de detritos en febrero del 2016, en el sector Pucayacu. Dar las soluciones pertinentes, con la finalidad de atenuar los efectos de posibles eventos similares o de mayores dimensiones que se puedan presentar a un futuro.

El centro Poblado Puacayacu, se encuentra sobre un valle fluvio-glaciar, rodeado por montañas sedimentarias. Afloran calizas en capas gruesas con intercalaciones de limo-arcillitas; pertenecientes al Grupo Pucara.

Los eventos por movimientos en masa generados en febrero del 2016, afectaron viviendas, vía de acceso a Pucayacu, y terrenos de cultivo. Estos fueron detonados por las lluvias.

Las causas principales de los eventos son:

- a) Suelos limo-arcilloso de fácil erosión y saturados.
- b) Pendiente del terreno, permite que el material suelto se desplace cuesta abajo.

El flujo de detritos generado, se bifurco en dos brazos, uno (izquierdo) que se canalizo por la vía de acceso a Pucayacu, donde el material llegó hasta las viviendas; el otro se canalizó por su cauce natural llegando a explayarse sobre las terrazas bajas.

Se tienen también procesos de erosiones de laderas, que convergen hacia la quebrada río Pucayacu, que alimentaron con material suelto al flujo de detritos.

1. INTRODUCCIÓN

En febrero del 2016, se produjeron intensas precipitaciones pluviales en el sector Pucayacu, reactivando los procesos de erosión de laderas, que alimentaron a la quebrada Río Pucayacu y un flujo de detritos que afectó a viviendas, vía de acceso, canal de regadío, y un colegio inicial.

1.1 Antecedente

Mediante Oficio N°017-2017-A/MDS, el Alcalde de la Municipalidad Distrital de Salcabamba, se dirigió al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-Ingemmet, solicitando realizar una visita técnica Post-desastre a la comunidad Campesina de Pucayacu, Distrito Salcabamba, provincia Tayacaja, región Huancavelica.

Atendiendo la petición, el Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET dispuso que el ingeniero Segundo Núñez Juárez realice dicha evaluación técnica.

El presente documento describe los aspectos geológicos del área de estudio; así como, el análisis de información geológica regional existente en el archivo técnico de INGEMMET, así como la evaluación de peligros geológicos respectiva realizada, necesarios para tomar en cuenta la toma de decisiones.

1.2 Objetivo

El objetivo es determinar las causas que originaron los peligros geológicos en el sector Pucayacu. Dar las recomendaciones necesarias para mitigar los efectos de los peligros geológicos identificados en el área.

1.3 Ubicación

La zona evaluada se encuentra ubicada, en el sector Pucayacu, distrito Salcabamba, provincia Tayacaja, departamento Huancavelica, (figura 1), geográficamente se ubica entre las coordenadas UTM: N: 8656571 E: 518302; zona 18, a una cota de 3600 msnm.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

Según Guizado y Landa 1966, Cerrón y Ticona 2002, en el área se encuentran afloramientos de calizas micríticas oscuras, azuladas en capas gruesas con algunas intercalaciones de limo-arcillitas grises a claras en estratos delgados y masivos; pertenecientes al Grupo Pucara.

Por lo observado en campo tenemos presencia de calizas con limo-arcillitas. Las primeras se presentan en capas gruesas y originan un relieve abrupto (foto 1), se observaron procesos de caída de rocas. Las segundas son de colores verdosos y rojizos en capas delgadas (foto 2), se presentan procesos de erosiones de ladera.

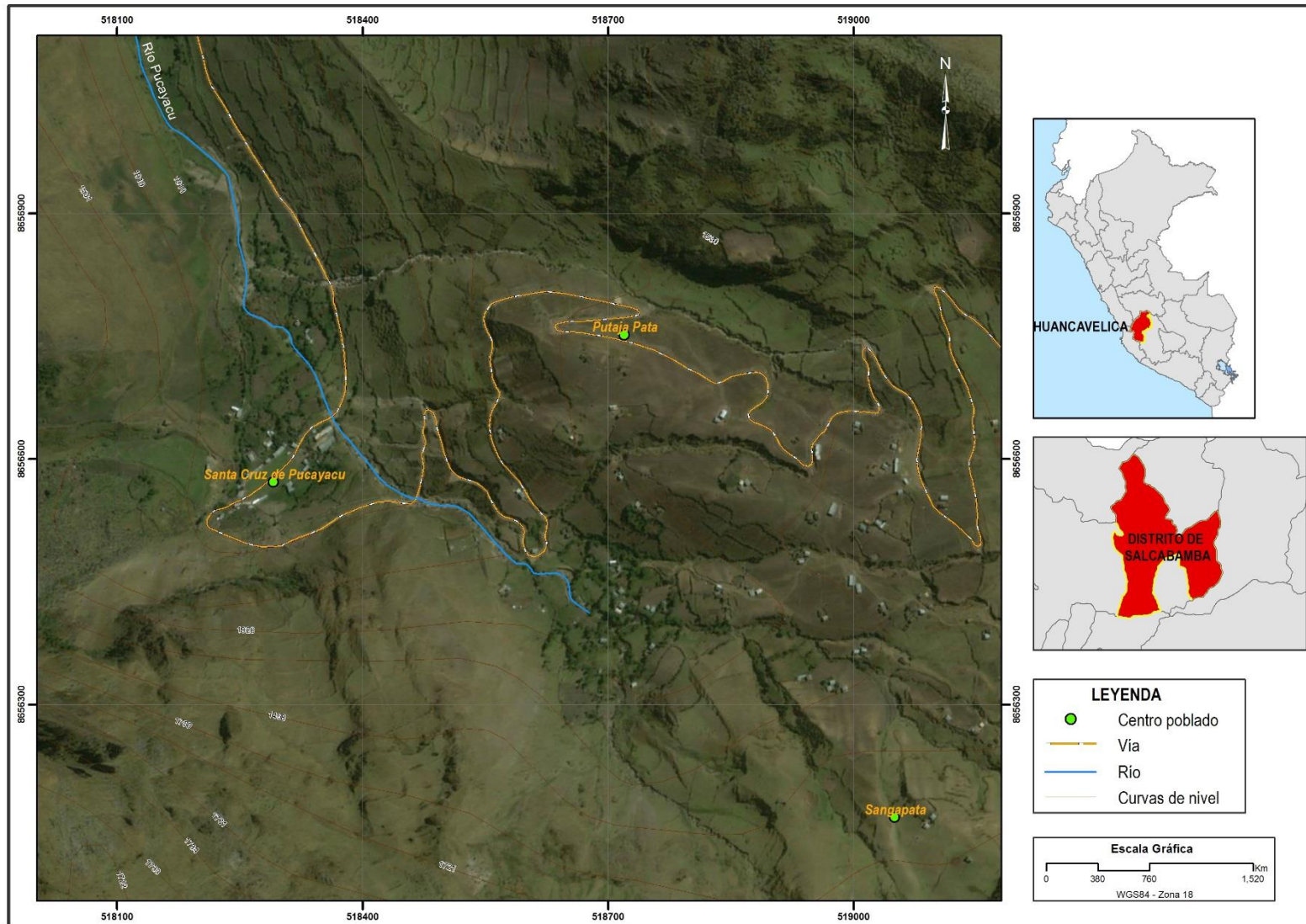


Figura 1. Área de Ubicación



Foto 1. Secuencias de calizas, originan una topografía abrupta



Foto 2. Secuencia limolitas de color verdes y rojiza

3. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

En el contexto general, en la zona se encuentran cadenas de montañas en rocas sedimentarias plegadas, disectadas por procesos de erosiones de ladera; además se observó un valle fluvio-glaciar, donde actualmente se encuentra asentado parte el poblado de Pucayacu; como geofomas de depósitos se tienen además terrazas bajas (figura 2 y foto 3).

Las laderas de montañas, presentan pendientes mayores a 25°. Por ello son altamente susceptibles a movimientos en masa.

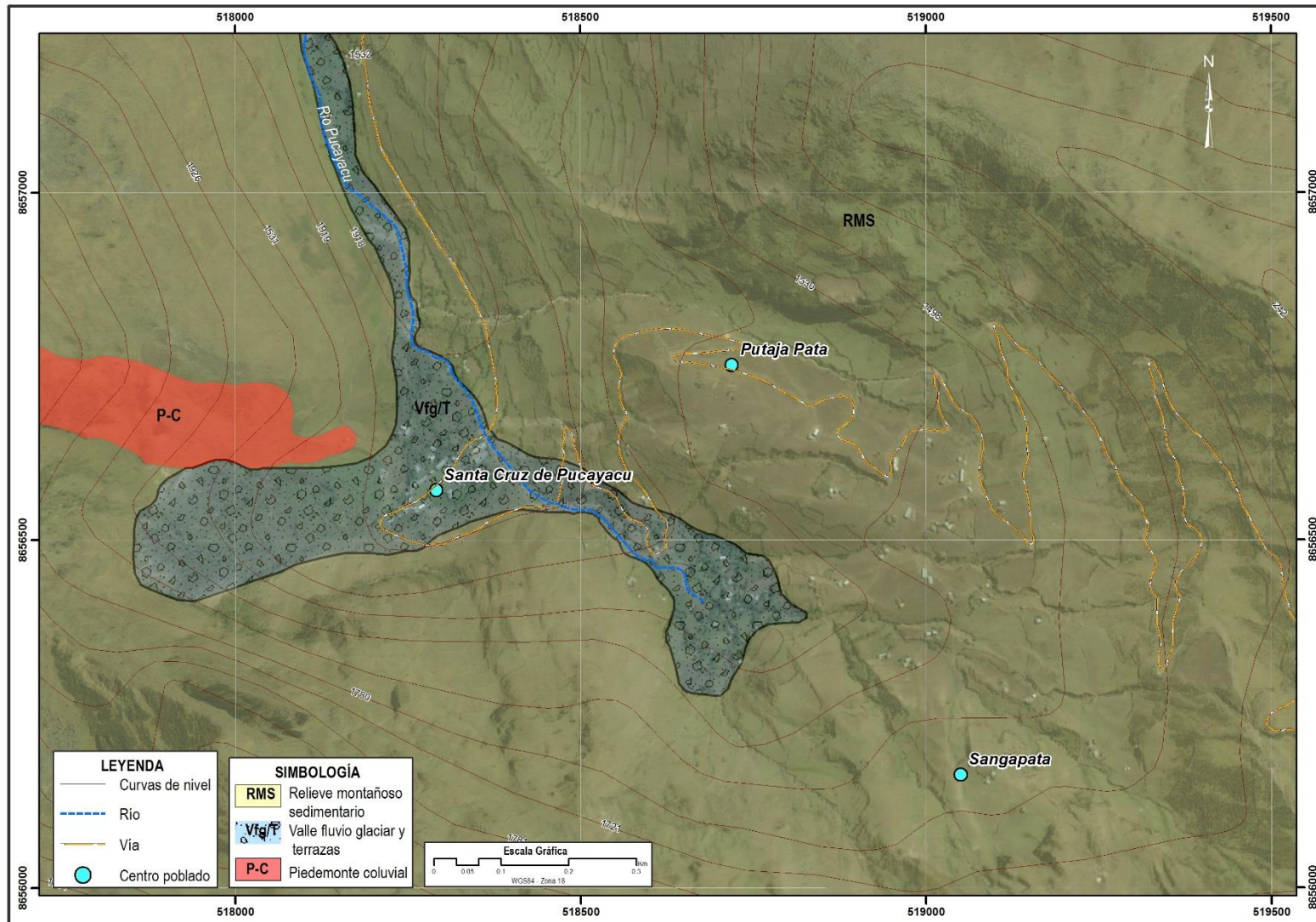


Figura 2. Mapa geomorfológico



Foto 2. Muestra la pendiente de las laderas.



Foto 3. Valle fluvio-glaciar, presenta terrazas bajas.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Según Vilchez y Ochoa (2017), el sector Pucayacu se encuentra en un área de alta susceptibilidad a movimientos en masa, donde se han generado o se pueden generar nuevos deslizamientos, derrumbes o flujos de detritos. En el área se identificaron flujos de detritos y procesos de erosiones de ladera (Figura 3).

4.1 Flujo de detritos

En febrero del 2016, se generó un flujo de detritos que afectó viviendas, centro educativo, terrenos de cultivo y vía de acceso a Pucayacu.

- **Causas:**

- Procesos de erosiones de ladera, que alimentaron con material suelto al cauce de la quebrada principal.
- Roca altamente meteorizada que origina suelos de fácil erosión, que alimentaron el flujo de detritos.
- Roca medianamente fracturada, con fracturas abiertas.
- Pendiente del terreno, las laderas de las montañas tienen pendientes mayores a 25°, esto contribuye que el material suelto en la ladera se desplace cuesta abajo.

El factor desencadenante fueron las intensas precipitaciones pluviales

El flujo al canalizarse por el cauce de la quebrada Río Pucayacu, fue ampliándose, erosionando sus márgenes, generando así nuevo material suelto, que fue incorporándose al cauce. El área que abarco el flujo es de 11 200 m².

El flujo al pasar por la trocha carrozable, antes de llegar a la zona de viviendas, se dividió en dos partes (foto 1):

- a) Una parte del material se canalizó por la carretera (foto 1 y 2), llegó a alcanzar el canal de regadío, llegándolo a saturar, por lo que el material se rebasó, discurriendo por la ladera hasta llegar a la zona de viviendas que se ubican en la parte baja (foto 3). El material que se desplazó, consiste de gravilla con lodo, no se llegaron a desplazar bloques, estos últimos se quedaron en la vía.
- b) El otro se canalizó por su cauce natural, llevando consigo gravas, escasos bloques, con matriz limo-arcillosa.

Al final el flujo se llegó a explayar inundando la terraza baja (foto 4), el material consistió en gravilla con lodo.



Foto 1. Se señala el paso del flujo de detritos, por su canal natural (línea roja), por la carretera (línea amarilla).

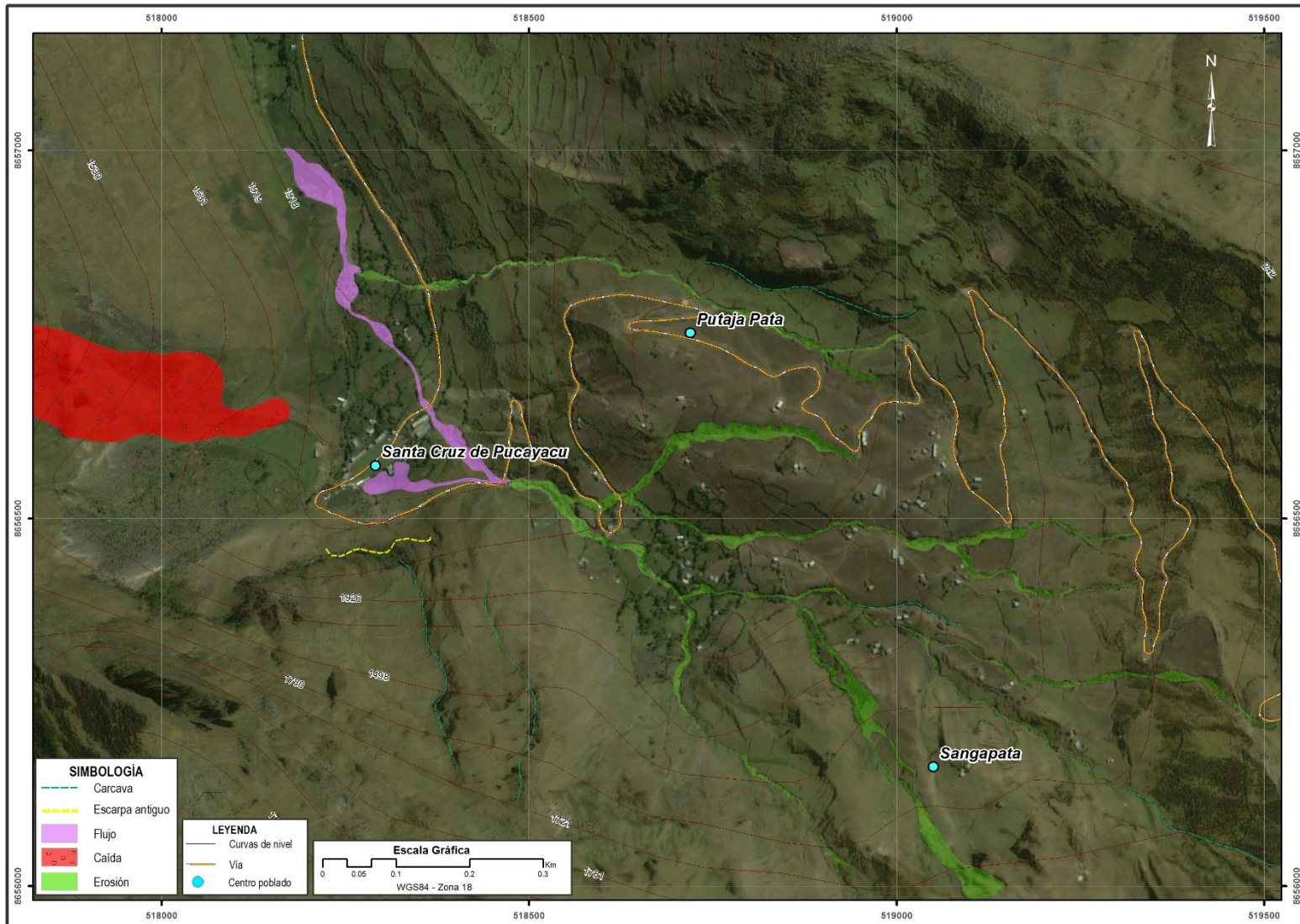


Figura 3. Mapa de peligros geológicos



Foto: Municipalidad de Salcabamba

Foto 2. Paso del flujo de detritos por la trocha carrozable, se aprecia la vía cubierta de grandes bloques de roca.



Foto: Municipalidad de Salcabamba

Foto 3. Parte del flujo que llegó a desbordarse de su cauce natural y alcanzar las viviendas.



Foto 4. Zona donde se explayó el flujo de detritos al disminuir la pendiente y por ende su velocidad.

- **Características del material:**

- Gravas y bloques de formas angulosas.
- Los bloques llegan a tener dimensiones hasta de 1.5 m
- La matriz es limo-arcillosa.
- Los bloques llegaron a desplazarse hasta las inmediaciones del puente carrozable y de la vía de acceso.
- La gravilla y gravas en matriz limo-arcillosa, una parte llegó hasta las inmediaciones del centro poblado, otra parte se canalizó por el cauce de la quebrada (Río Pucayacu), inundando la terraza baja.

4.2 Erosión de laderas

Por las lluvias generadas en febrero del 2016, se reactivaron los procesos de erosiones en cárcavas, generando abundante material suelto que alimentaron a la quebrada río Pucayacu.

Las cárcavas, tienen anchos variables entre 5 a 30 m con profundidades entre 5 a 10 m, en algunos casos cubiertas con vegetación y otras erosionadas, alcanzando longitudes que varían entre 500 a 800 m. Estas se inician aproximadamente en la cota 4050 y culminan en la 3600. Los terrenos donde se desarrollan presentan pendiente entre 35 a 25°. Fotos 5A, 5B y 5C.



Figura 4. Proceso de erosión en cárcavas, muestran anchos variables:
 (a): 10 m; (b): 20 m; (c): 30 m.

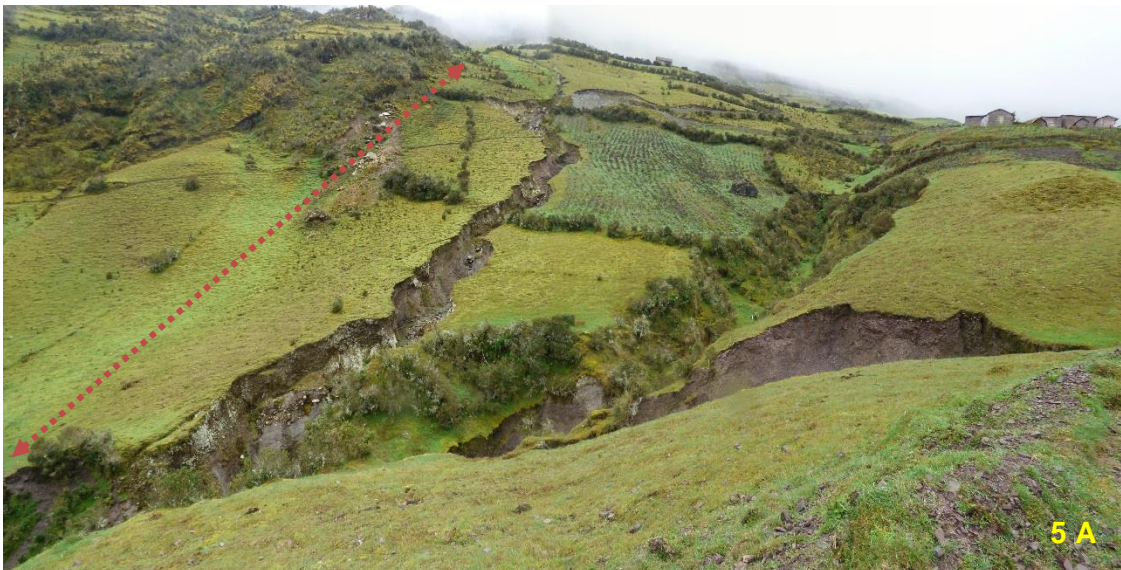
Se tienen suelos limo-arcillosos, con tonalidades rojizas y verdes.

Los procesos de erosiones tienen un avance retrogresivo, en sus paredes se formaron derrumbes y deslizamientos, con escarpes de hasta 10 m.

Se tienen varios ramales de estos procesos, todos ellos convergen hacia la quebrada Río Pucayacu, alimentando con material suelto

- **Causas**

- a) Suelo conformado por limo-arcillitas de fácil erosión-remoción
- b) Pendiente del terreno, que facilita el proceso de erosión
- c) Suelo saturado por el exceso de precipitaciones pluviales.
- d) Suelo con escaso drenaje.
- e) Terreno deforestado, que permite la fácil escorrentía, el avance retrogresivo del proceso de erosión.



Fotos 5A, 5B y 5C. Muestra los procesos de erosiones de ladera, que afectan al sector de Pucayacu. Vistas panorámica y detalle donde se puede distinguir la extensión o longitud erosionada, así como la profundidad de erosión

4.3 Caída de rocas

Se identificó además un proceso antiguo sobre caída de rocas, cercano al centro poblado Pucayacú, hacia su lado oeste, en la falda de un cerro.

El depósito está conformado por bloques de calizas con tamaños hasta de 1 m, son de formas angulosas a muy angulosas, con escasa matriz. Forma canchales en forma de abanico que han rellenado parte de un valle fluvio-glaciario; por la cobertura superficial podría corresponder estos canchales a una acumulación de detritos de gelifracción o una pequeña avalancha de rocas (foto 6).



Foto 6. Material suelto, producto de caída de rocas.

5. DAÑOS OCACIONADOS

El **flujo de detritos** afectó viviendas y terrenos de cultivo ubicados; afectó viviendas y parte de un centro educativo. Este último ya fue reubicado.

Los procesos de **erosiones de ladera (cárcavas)** han afectado los terrenos de cultivo y vía de acceso por sectores en tramos de 10m.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS

- a) El centro educativo, por medidas preventivas debe ser reubicado.
- b) Limpiar y canalizar el cauce de la quebrada (*).
- c) Construir defensas ribereñas en ambas las márgenes, desde el puente hasta terminar la zona urbana, mediante gaviones, esta actividad deber realizarse sin reducir el cauce natural de la quebrada¹.

¹ Estas medidas correctivas deben ser dirigidas por un profesional entendido en la materia

- d) Forestar las laderas, en forma especial los bordes de las cárcavas, a fin de atenuar el avance retrogresivo de estas, pues originan la formación de derrumbes y deslizamientos.
- e) Sistema de drenaje pluvial, para no permitir la infiltración del agua hacia el terreno²
- f) En los cauces de las quebradas se pueden construir barreras disipadoras y de retención de material (ver Anexo 2: Medidas correctivas) (*).

² Estas medidas correctivas deben ser dirigidas por un profesional entendido en la materia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) La intensa lluvia generada en febrero del 2016, detonó un flujo de detritos (huaico) que afectó viviendas, vía de acceso en un tramo de 20 m y terrenos de cultivo. Como también activó procesos de erosión de ladera, que afectó vía de acceso, (interrumpió el tránsito) y terrenos de cultivo
- b) El flujo de detritos (huaico) se bifurco en dos partes, uno se canalizó por la carretera y canal de regadío y otro por su cauce natural. El primero afectó viviendas, trocha y canal de regadío. El segundo erosionó las defensas ribereñas. El flujo transportó en la desembocadura transporte gravilla con matriz limo-arcillosa, los bloques se acumularon en la trocha carrozable.
- c) Por las características geológicas y por los eventos ocasionados, es una **zona crítica por peligro geológico**. Se pueden volver a repetir los mismos eventos, por ello se tienen que realizar las medidas correctivas mencionadas en el Ítem 6.
- d) En las cárcavas reactivadas, se observan en ambos flancos deslizamientos y derrumbes con escarpes hasta de 10 m, distribuidos en forma esparcida. Este proceso ocasionó el ensanche de la quebrada.
- e) Las quebradas tienen anchos comprendidos entre 5 a 30 m, con profundidades entre 5 a 10 m.
- f) El centro educativo tiene que ser reubicado.
- g) La quebrada tiene que ser canalizada y darle su verdadero ancho natural a su cauce, no estrecharla. Realizar la debida limpieza.
- h) Controlar los procesos de erosiones de ladera (cárcavas), mediante la forestación de las laderas y en especial las zonas de carcavamiento. Otra medida es el uso de trinchos, con ello se evitará la generación de material suelto al cauce de la quebrada.
- i) En el sector del cruce de la trocha con la quebrada, cercano al poblado de Pucayacu, se debe realizar una limpieza del cauce de la quebrada, con la finalidad que el cauce esté por debajo del trazo de quebrada.

ANEXOS

ANEXO 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

a) FLUJOS (*FLOW*)

Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido (figuras 5 y 6); puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Se tienen los siguientes tipos según Varnes (1978), Hungr *et al.* (2001), Hungr (2005):

- Flujo de detritos (*Debris flows*): 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. 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 (Hungr, 2005).

- Flujo de lodo (*Mud flow*): Es un flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados plásticos, cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente (índice de plasticidad mayor al 5 %). El carácter de este tipo de movimiento es similar al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa modifica la reología del material. También se distingue de los deslizamientos por flujo de arcilla, en que el flujo de lodo incorpora agua superficial durante el movimiento, mientras que el deslizamiento por flujo ocurre por licuación in situ, sin un incremento significativo del contenido de agua (Hungr *et al.*, 2001).

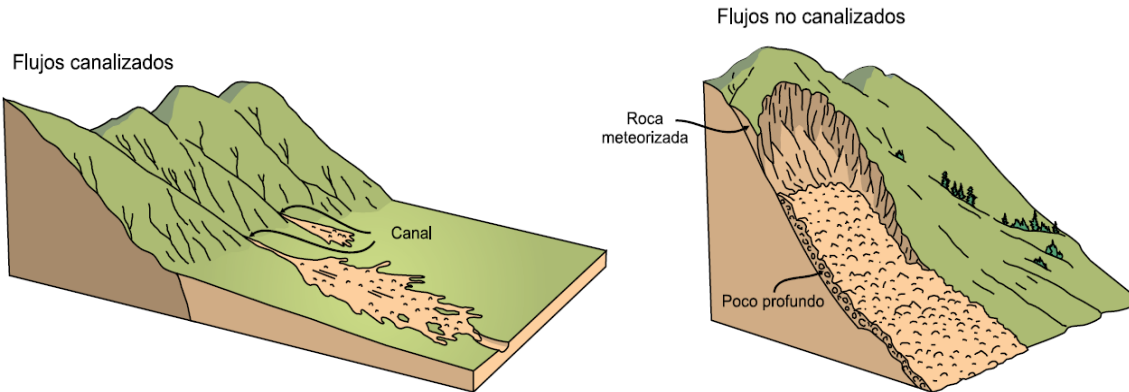


Figura 5. Esquema de flujos canalizados y no canalizados (Cruden y Varnes, 1996).

En este tipo de procesos se muestra una zona de inicio que forma un embudo, una zona de transición o tránsito y una zona de deposición en abanico como se muestra en la Figura 6 (Bateman y otros, 2006).

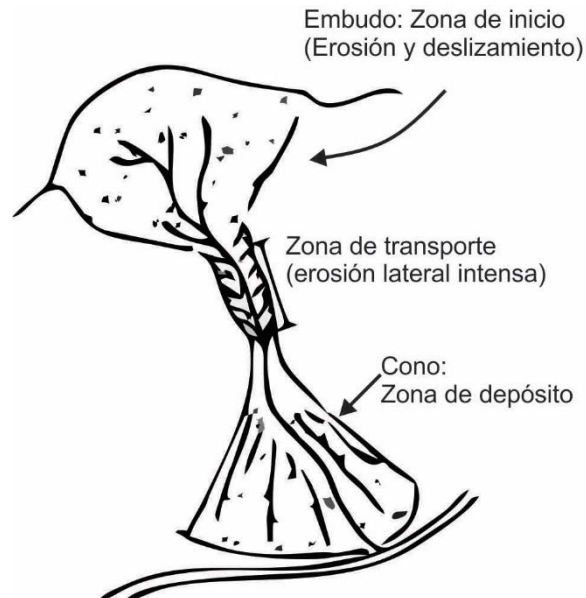


Figura 6. Esquema de generación de un flujo (Modificado de: Bateman et al, 2006)

b) Erosión de laderas

Se manifiesta a manera de surcos y cárcavas en los terrenos. Comienza con canales muy delgados que a medida que persiste la erosión, pueden profundizarse a decenas de metros (figura 7). La erosión está relacionada al proceso de escorrentía o arroyada. Normalmente la arroyada posee una profundidad pequeña, pocas veces superior a un centímetro. A partir de allí y con ayuda de la lluvia las partículas se movilizan en el sentido de la máxima pendiente y producen una excavación que tiende a aumentar con la velocidad de la erosión.

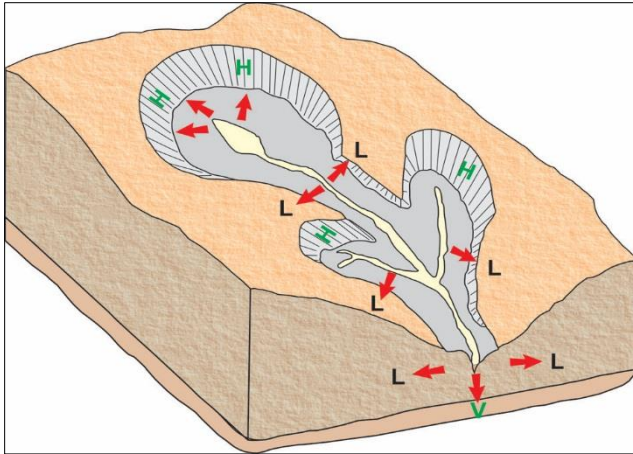


Figura 7. Forma como se manifiesta la erosión de laderas en una ladera de montaña. H: erosión de cabecera, L: erosión lateral y V: erosión vertical (Tomado de: <http://cidta.usal.es>)

c) CAÍDA (FALL)

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra un desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir, con velocidades mayores a 5×10^1 mm/s. En función al mecanismo principal y la morfología de las zonas afectadas por el movimiento, así como, del material involucrado, los tipos caídas identificados fueron la caída de rocas y los derrumbes (figuras 8 y 9).

- Caída o desprendimiento de rocas: ocurre en laderas de montañas y colinas de moderada a fuerte pendiente, frentes rocosos escarpados, montañas estructurales asociadas a litologías de diferente naturaleza (sedimentarias, ígneas y metamórficas), sujetas a fuerte fracturamiento, así como, en taludes al efectuarse cortes en laderas para obras civiles (carreteras y canales).
- Derrumbes: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. 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 rocas sedimentarias, esquistos y depósitos poco consolidados.

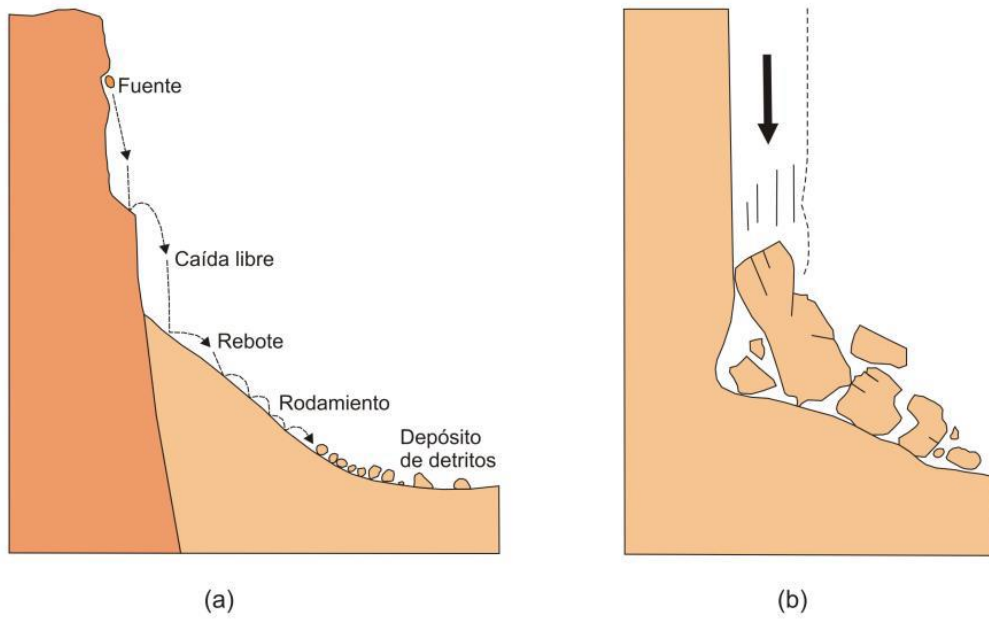


Figura 8. (a) Esquema de la caída de rocas (b) Corominas y Yagué (1997) denominan a este movimiento como colapso.

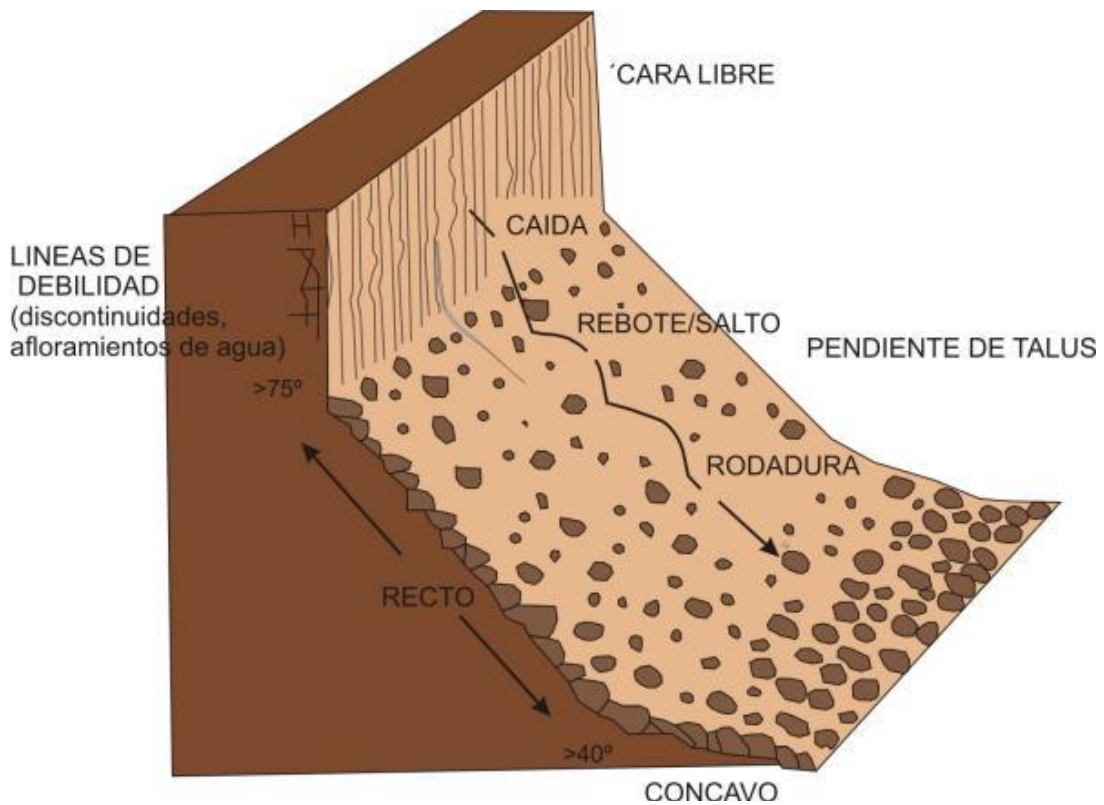


Figura 9. Esquema de un derrumbe

ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de huaicos y de procesos de erosiones de laderas, así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

A. PARA ZONAS DE FLUJOS Y CÁRCAVAS

Las erosiones en cárcavas generan abundantes materiales sueltos que son llevados a los cauces de las quebradas. Muchos de estos cauces tienen suficiente material como para la generación de huaicos.

El control físico de zonas con procesos de carcavamiento debe de ir integrado a prácticas de conservación y manejo agrícola de las laderas adyacentes por medio de:

- Regeneración de la cobertura vegetal.
- Empleo de zanjas de infiltración y desviación entre las principales.

Para el control físico del avance de cárcavas se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las que destacan:

- El desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales construidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (Figuras 10, 11, 12 y 13).
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de la región.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella (Figuras 14 y 15), y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos. También se recomienda que las plantaciones se ubiquen al lado superior de las zanjas de infiltración, con el objetivo de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobrepastoreo, ya que deteriora y destruye la cobertura vegetal. Se debe realizar un manejo de las zonas de pastos mediante el repoblamiento de pastos nativos, empleando sistemas de pastoreo rotativo y sostenible, y finalmente evitar la quema de pajonales.
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de las cuencas.

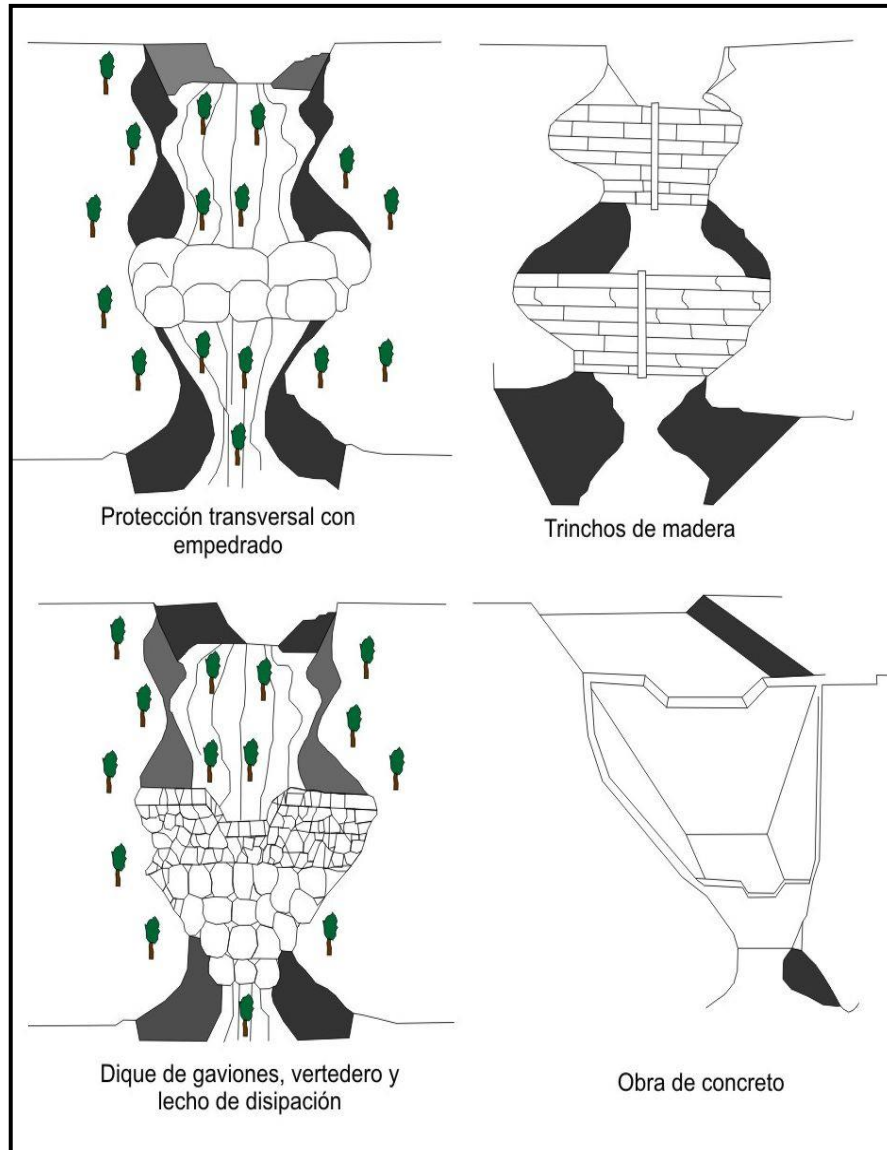


Figura 10. Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas

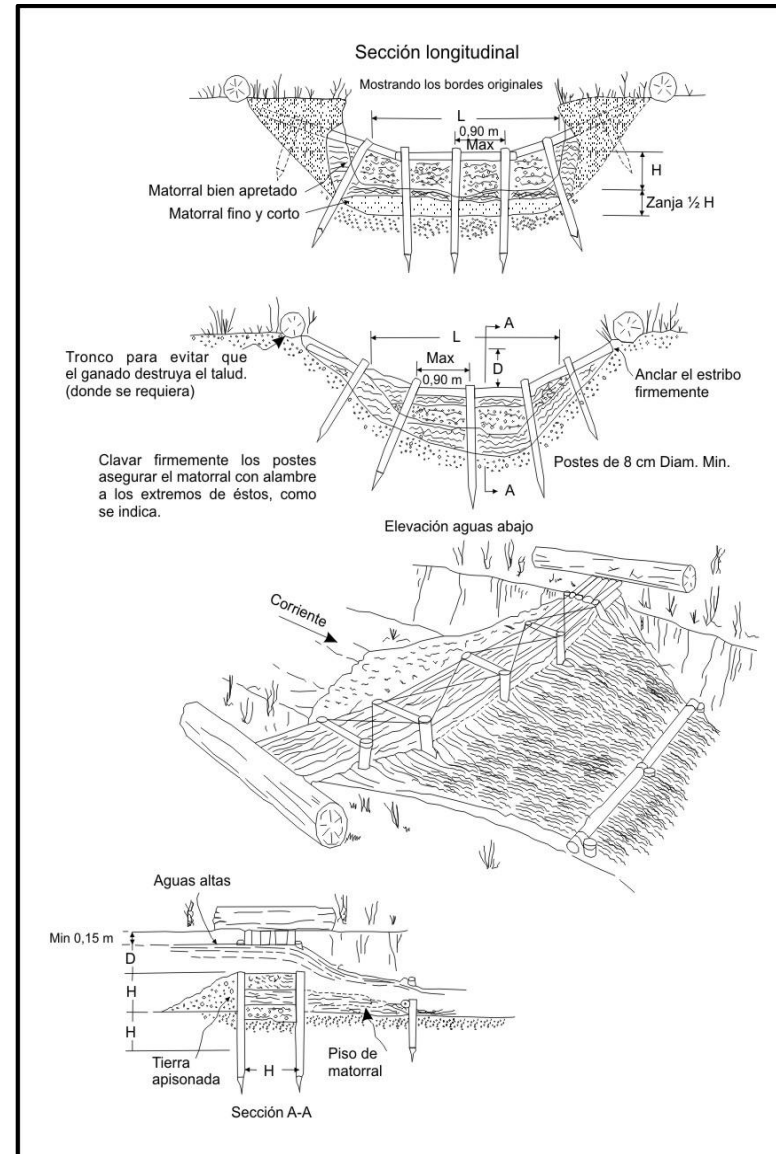


Figura 11. Trincho o presa de matorral tipo doble hilera de postes.

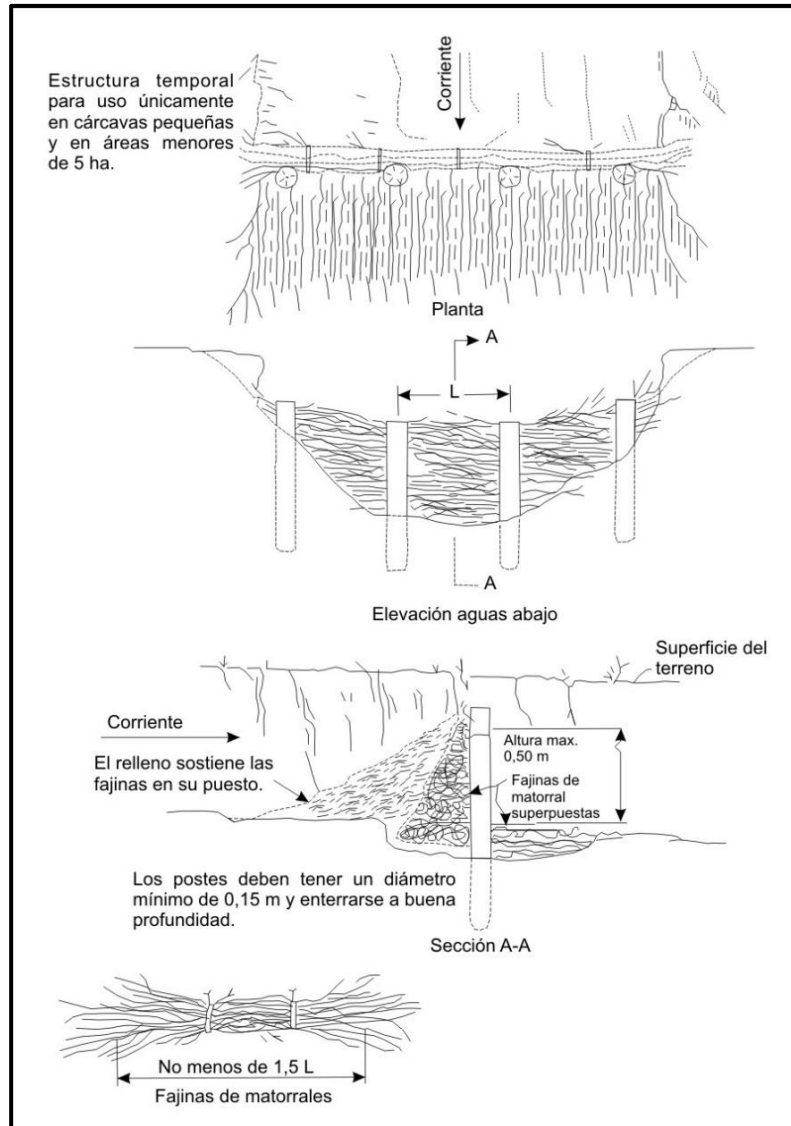


Figura 12. Trincho o presas de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).

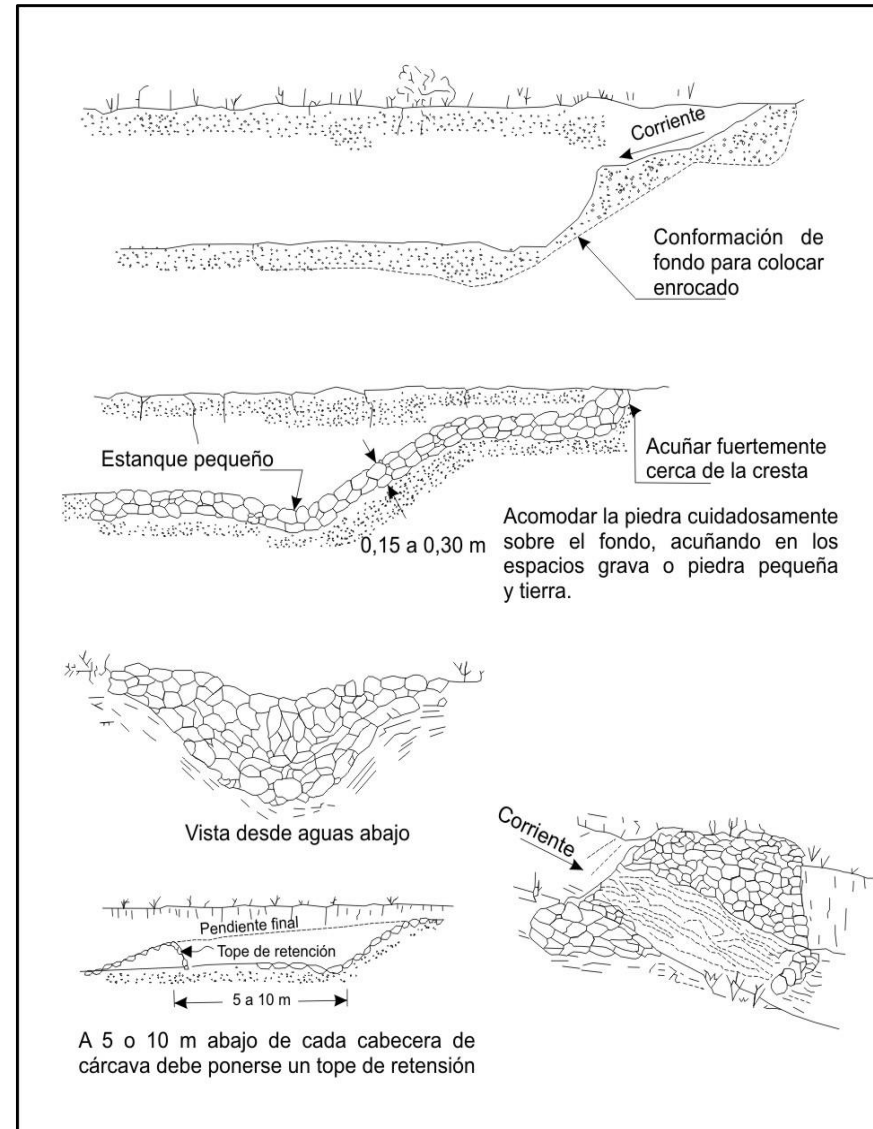


Figura 13. Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina (adaptado de Valderrama et al., 1964).

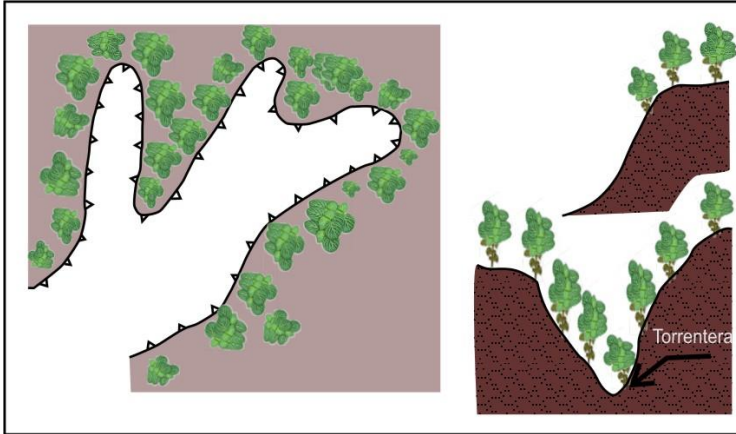


Figura 14 Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.

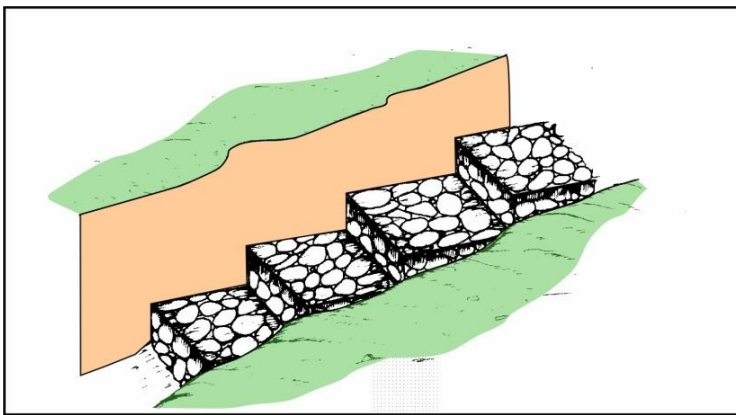


Figura 15. Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto

BIBLIOGRAFIA

- Bateman, A., Medina, M, Steiner, F, Velasco, D. (2006). “Estudio Experimental sobre flujos granulares hiper-concentrados”. XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Ciudad Guayana, Venezuela. pp. 1-10.
- Cerrón, F y Ticona, P. (2002). “Mapa Geológico del Cuadrángulo de Pampas-Cuadrante IV”. Hoja 25-n-IV. Escala 1/50,000.
- Corominas Dulcet, J. y Garcia Yague A., (1997), Terminología de los movimientos de laderas, en Memorias, 4To Simposio Nacional Sobre Taludes y Laderas Inestables, Granada: España, p. 1051–1072.
- Cruden, D., y Varnes, D. (1996). **Landslide Types and Processes**. En: “Landslides. Investigation and Mitigation”, Eds Turner, A.K. and Schuster, R.L. Special Report 247, Transport Research Board, National Research Council, Washington D.C. pp. 36-75.
- Guizado, J. y Landa, C. (1966). Geología del Cuadrángulo de Pampas. Lima. Comisión Carta Geológica Nacional. Serie A: Carta Geológica Nacional Boletín N° 12. 75 p.
- Hungr, O., 2005, Classification and terminology, en Jakob, M., y Hungr, O., ed., Debris flow hazard and related phenomena: Chichester, Springer-Praxis, p. 9–23.
- PMA: GCA. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. *Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas*. Publicación geológica multinacional N° 4, 404 p., Canadá.
- Varnes, J. (1978). Slope movements types and processes. En: SCHUSTER, L. y KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Bogotá D.C. 184 págs.
- Vílchez, M. y Ochoa, M. (2017). Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Huancavelica. Escala 1/500000. Inédito.