

Informe Técnico N° A6733

# PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR HUAYOBAMBA

Región Ancash  
Provincia Mariscal Luzuriaga  
Distrito de Musga  
Paraje Huayobamba



POR:

ING. DULIO GÓMEZ VELÁSQUEZ  
ING. ORLANDO DE LA CRUZ MATOS

NOVIEMBRE  
2016

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. TRABAJOS ANTERIORES.....	3
3. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS.....	3
4. ASPECTOS GEOLOGICOS .....	4
5. MOVIMIENTOS EN MASA:.....	6
5.1 DESLIZAMIENTO .....	6
6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....	17
CONCLUSIONES.....	23
RECOMENDACIONES .....	24
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	25

# “PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR HUAYOBAMBA”

Distrito de Musga – Provincia Mariscal Luzuriaga – Departamento Áncash

## 1. INTRODUCCIÓN.

El Consejero Regional por la Provincia de Mariscal Luzuriaga, mediante Oficio N°0012-2016-G.R.A/CR-M.V.A-C de fecha 03 de marzo del año 2016, se dirige a la Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET, solicitando se realice un Estudio Técnico sobre peligros geológicos en el sector Huayabamba.

Se comisiona a los ingenieros. Hugo Dúlio Gómez Velásquez y Orlando de la Cruz Matos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, para realizar la visita técnica el día 26 de junio del 2016

Este informe, se sustenta en la inspección geológica efectuada, datos obtenidos en campo, versiones de los pobladores así como de información disponible de trabajos anteriores realizados por INGEMMET en el sector de Huayobamba, incluye textos, ilustraciones fotográficas, interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales del área, así como conclusiones y recomendaciones

### 1.1 Ubicación

El sector de Huayobamba se encuentra ubicada en la margen derecha de la quebrada Collota a 1.68 Km., con dirección norte 272° del poblado Musga en el distrito del mismo nombre, provincia Mariscal Luzuriaga, departamento Ancash. Entre las coordenadas UTM (WGS 84 – Zona 18S):

Longitud: 241 102 E

Latitud: 9 014 770 S

Altitud: 2 738 msnm.

El acceso a la zona de estudio se puede resumir en el siguiente cuadro:

Tramo		Kms.	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Huari	646	Asfaltada	11:33
Huari	San Luis	93.5	Afirmada	2:30
San Luis	Huayobamba	61.6	Afirmada	2:34



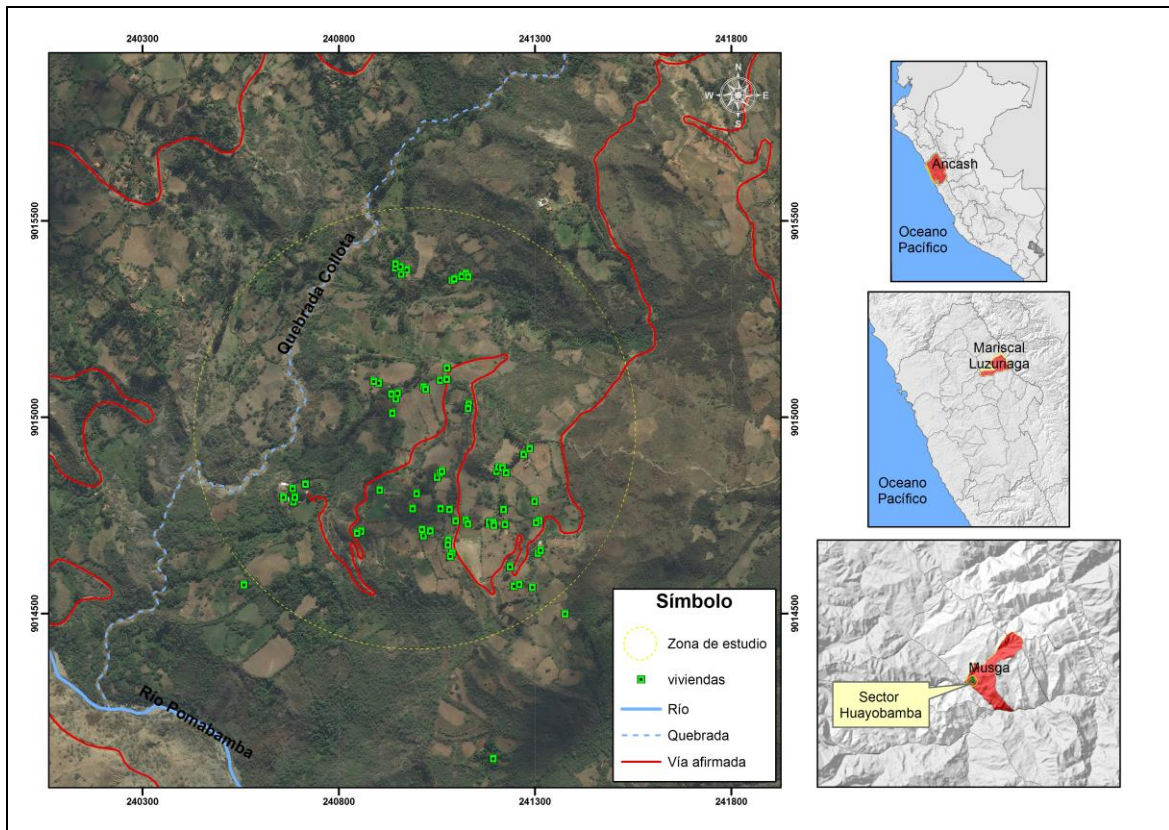


Figura. 1 Mapa de ubicación

La zona presenta clima cálido y seco. En cuanto a las precipitaciones, no se cuenta con una estación hidrometeorológica, la cual debe gestionarse; sin embargo de la estación de Pomabamba, la más cercana al área de trabajo, registra precipitaciones históricas mensuales hasta de 300 mm (SENAMHI, 2009).

## 1.2 Objetivo

El objetivo principal del presente informe técnico es identificar y tipificar los peligros geológicos por movimientos en masa y peligros geohidrológicos, que se encuentran en las inmediaciones del sector Huayobamba; así como las causas de su ocurrencia. La información obtenida, servirá para que las autoridades puedan actuar apropiadamente en la prevención y mitigación de desastres asociados a los peligros identificados.

## 2. TRABAJOS ANTERIORES

- El estudio “Riesgos Geológicos en la Región Ancash”, realizado por Zavala B. *et al* (2009) de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, INGEMMET. En el inventario de peligros geológicos por movimientos en masa hace mención, que *el sector de Tarabamba presenta deslizamiento rotacional, este se encuentra colindando con Huayobamba.*

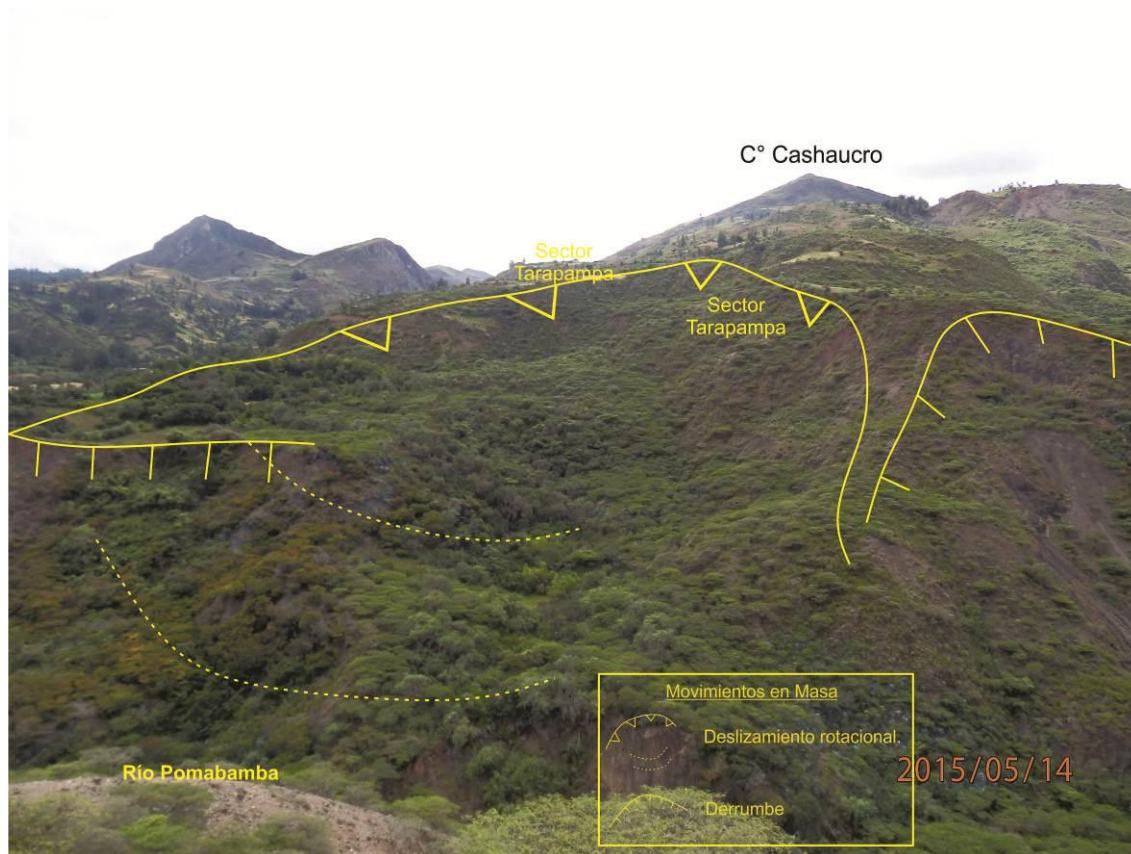


Foto 1. Vista del sector Tarabamba, margen izquierda del río Pomabamba, es susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamiento rotacional y derrumbe).

## 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En el contexto regional el sector de Huayobamba se ubica en el flanco oriental de la Cordillera Blanca, presenta un relieve muy accidentado de fuertes contrastes topográficos.

Localmente se encuentra en el flanco oeste de una montaña compuesta por rocas sedimentarias, se caracteriza por tener una superficie fuertemente ondulada, morfología producto del antiguo movimiento en masa, ladera de pendiente, entre 20° a 35°

#### 4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Según la cartografía geológica en el cuadrángulo de Pomabamba 18-i, (Wilson et. al., 1967), actualizado por la Dirección de Carta Geológica Nacional a 1995, en la zona de estudio aflora rocas sedimentarias que consiste en grosores considerables de lutitas y areniscas finas. Las lutitas que se intercalan con las areniscas, son piritosas y con nódulos ferruginosos. Estas rocas corresponden a la **Formación Chicama** (ver Figura 2). Materiales de baja calidad, muy fracturados, meteorizados y alterados, con dirección norte  $215^\circ$  buzamiento  $68^\circ$  noroeste.

En la zona de estudio se encuentra en gran parte por un potente manto detrítico que corresponde a **depósitos coluvio – deluviales** (cuaternario reciente) correspondientes a materiales de antiguos deslizamientos; constituido principalmente por arcillas, arenas con gravas, guijarros y en menor proporción cantos gruesos (foto 3). Materiales poco consolidados, medianamente permeables, sobre los que se asientan los centros poblados del área.



**Foto 2.** Afloramiento de lutitas y areniscas Fm. Chicama



**Foto 3** Vista en el sector Cachipampa, se observa el depósito coluvio –deluvial, conformado por clastos angulosos y matriz limoarcillosa



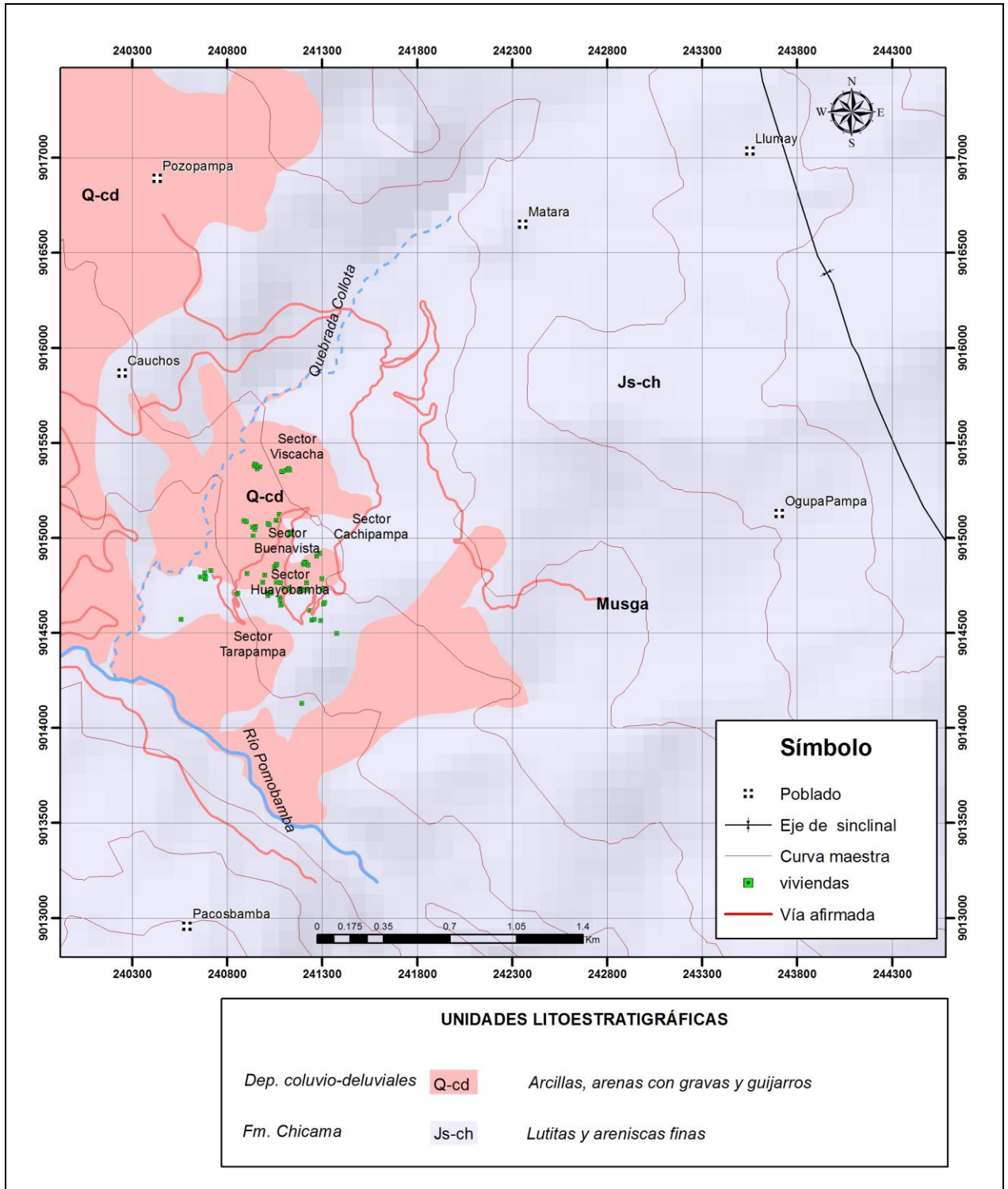


Figura 2 Mapa Geológico de la zona de estudio y alrededores

## **5. 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, 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.

A continuación se presenta la definición y una breve descripción de los movimientos en masa identificados en los alrededores del sector Huayobamba, para poder tener una visión más clara de lo que viene ocurriendo (figura 6).

### **5.1 DESLIZAMIENTO**

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

En el sistema de Varnes (1978). Se clasifica los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desliza 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).

#### **Deslizamiento rotacional**

En este tipo de deslizamiento, la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca (figura 3). 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.

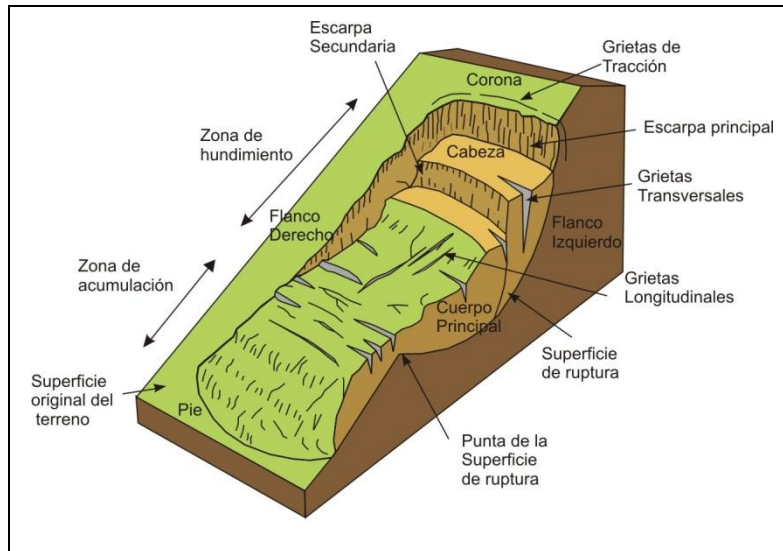


Figura 3. Diagrama de bloque de un deslizamiento

### **Deslizamientos Antiguos de Huayllobamba y Cachipampa:**

Por la interpretación de las imágenes satelitales Google Earth (2014) el área de estudio se encuentra sobre depósitos de deslizamientos antiguos, verificados por los trabajos de campo (figura 5).

La superficie donde se asienta los poblados presenta una morfología ondulada que evidencia el cuerpo del antiguo deslizamiento. Las escarpas no son notorias, debido a la acción erosiva.

El suelo es de fácil remoción (incompetente) conformado principalmente por gravas con matriz arcillo-limosas, con bloques de areniscas de tamaño que alcanzan hasta 0.40 m.

El substrato es de mala calidad, por encontrarse muy meteorizado y muy fracturada presenta orientación 68° noroeste a favor de la quebrada Collota.

En la zona de estudio se observa grietas dentro del área deslizada con saltos verticales que van entre 1 hasta 6m. Detonada en temporadas de lluvias intensas y lluvias excepcionales como el fenómeno El Niño

A continuación se describe características del deslizamiento antiguo en la zona de estudio:

### **Características del deslizamiento Huayobamba:**

- La longitud de escarpa principal es: 350 m.
- El salto principal del deslizamiento no se aprecia por estar erosionado.
- Se presentan reactivaciones recientes que tienen escarpas con longitudes de 70 m a 140 m. y saltos entre 1m. a 6m.

### **Causas de reactivación**

El deslizamiento de Huayobamba a través del tiempo ha sufrido reactivaciones.

#### **A) sector superior del deslizamiento:**

En ella se observa cuatro escarpas erosionadas producto de las reactivaciones antiguas. El evento ocurrido el mes de febrero del presente año, origina dos escarpas con dirección de movimiento norte  $275^\circ$  (foto 4). Escarpa A de longitud 107 m.: afecta paredes de adobe de vivienda con presencia de grietas. Escarpa B de longitud 200 m.: afecta terreno de cultivo y pastoreo también a la red de tubería de agua potable.

#### *Los factores de sitio:*

- Superficie ondulada, morfología producto de antiguos movimientos en masa
- Pendiente promedio de la ladera del cerro, llega a tener  $35^\circ$
- Rocas sedimentarias muy fracturadas y meteorizadas, conformadas por lutitas y areniscas (Fm. Chicama), consideradas geotécnicamente como roca de mala calidad.
- Material de remoción antiguo
- Cobertura vegetal tipo pastizales y matorrales que ofrecen poca protección y fijación al suelo y la roca.

#### *Del entorno geográfico*

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan, también forman escorrentía superficial que erosionan las laderas a manera de cárcavas.

#### *Actividad antrópica:*

- Ocupación inadecuada del terreno (área vulnerables)
- Sobre pastoreo de ladera.



Figura 4. Imagen Google Earth (2014), se observa deslizamiento antiguo del sector Huayobamba



Foto 4. Vista de la parte superior del deslizamiento Huayobamba, se observan escarpas A de longitud 107 m, donde afecta paredes de vivienda y terrenos de cultivo y pastoreo; escarpa B de longitud 200 m. afecta caminos de acceso y tubería de agua potable.





Foto 5. Vista tomada con dirección este, se observa parte media a superior del deslizamiento Huayobamba.

#### **Características del deslizamiento Cachipampa:**

- Ancho de escarpa principal: 210 m.
- Salto principal del deslizamiento no se aprecia por estar erosionado.
- La superficie de terreno presenta ondulaciones.
- Presencia de puquial.
- Velocidad de movimiento: muy lento.
- La reactivación presenta un avance retrogresivo o progresivo.

#### **Causas de reactivación**

El deslizamiento de Cachipampa a través del tiempo ha sufrido reactivaciones.

##### **A) Sector medio y superior del deslizamiento:**

En ella se observa la superficie de forma ondulada, escarpas erosionadas producto de las reactivaciones antiguas. El evento ocurrido el mes de febrero del 2016, origina dos escarpas: **A** de longitud 145 m. y **B** de longitud 125 m. ambos con dirección de movimiento norte  $285^\circ$  (foto 6 y 7). Afectan terrenos de cultivo y pastoreo.

##### **B) Sector inferior del deslizamiento:**

Se observó procesos de erosión fluvial en ambas márgenes de la quebrada Collota, produciendo socavamiento al pie del deslizamiento y del talud

(margen izquierda) quebrada Collota, ocasionando desestabilización de la ladera.

La zona reactivada en febrero del presente año, presenta una escarpa de 150 m. aproximadamente, de salto vertical que va entre 1 hasta 3 m. con dirección de movimiento norte 300°. Afectó una vivienda y terrenos de cultivo (foto 8, 9 y 10).

*Los factores de sitio:*

- Pendiente promedio de la ladera del cerro: 25°
- Substrato rocoso, conformado por lutitas meteorizadas, consideradas geotécnicamente como roca de mala calidad.
- Escases de vegetación, cobertura vegetal tipo pastizales y matorrales que ofrecen poca protección y fijación al suelo y la roca.
- Naturaleza de suelo incompetente.
- Material de remoción antigua (susceptible).

*Del entorno geográfico*

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los estabilizan, también forman escorrentía superficial que erosionan las laderas a manera de cárcavas.
- Dinámica fluvial (socavamiento al pie de la ladera).
- Aguas subterránea infiltraciones.

*Actividad antrópica:*

- Ocupación inadecuada del terreno (área vulnerables).
- Mal sistema de riego (por gravedad y canales sin revestimiento).
- Deforestación y sobre pastoreo de ladera.

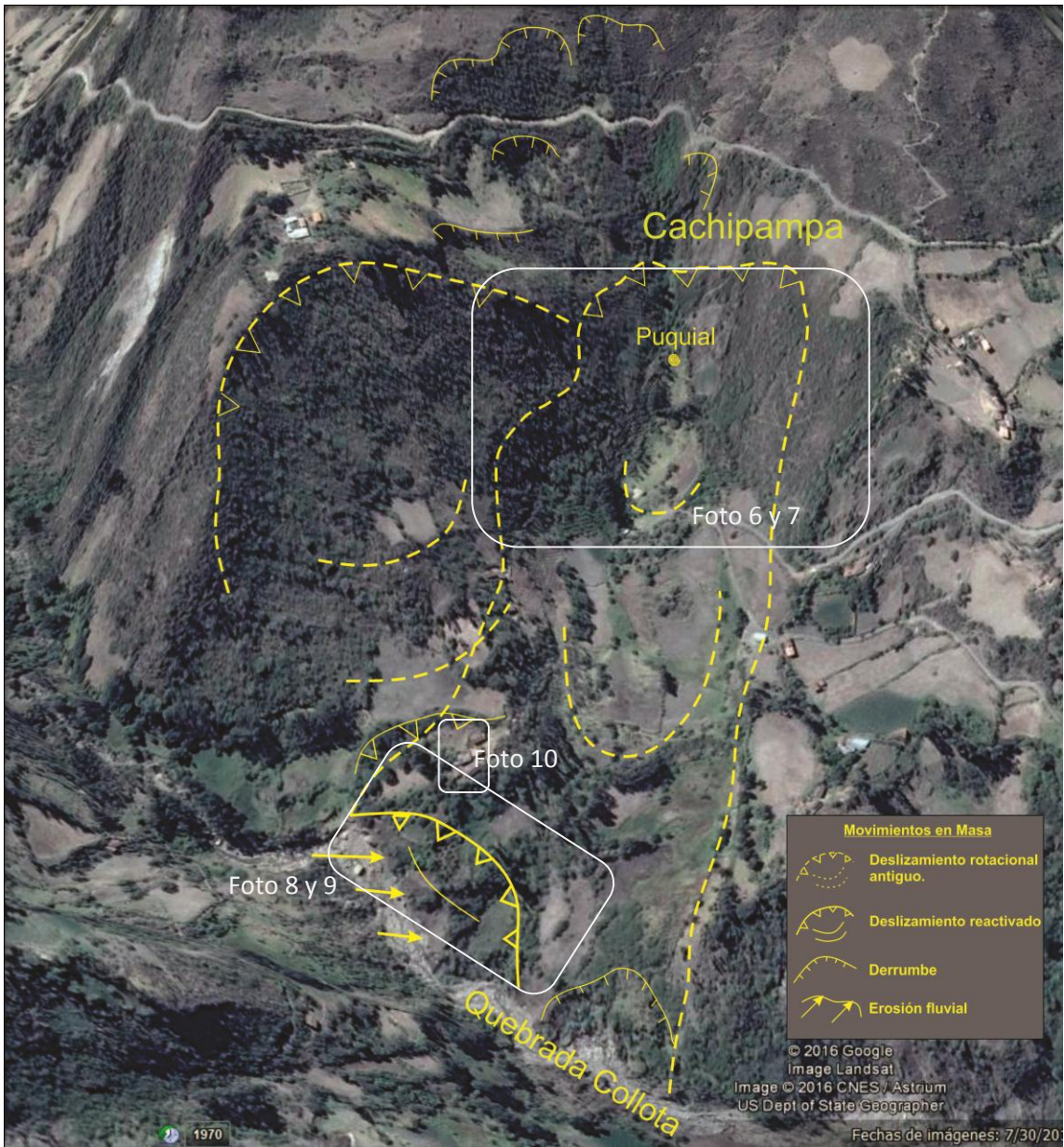


Figura 5. Imagen Google Earth (2014), se observa deslizamiento antiguo de Cachipampa.





Foto 6 Vista tomada con dirección este en el sector Cachipampa, se observa **escarpa A** de longitud 145 m., **escarpa B** de longitud 125 m. ambos con dirección de desplazamiento norte 285°, reactivación en la parte superior del deslizamiento.



Foto 7 Vista tomada con dirección este, se observa parte superior del deslizamiento en el Sector Cachipampa.





Foto 8. Vista tomada con dirección este, se observa la parte inferior del deslizamiento Cachipampa.

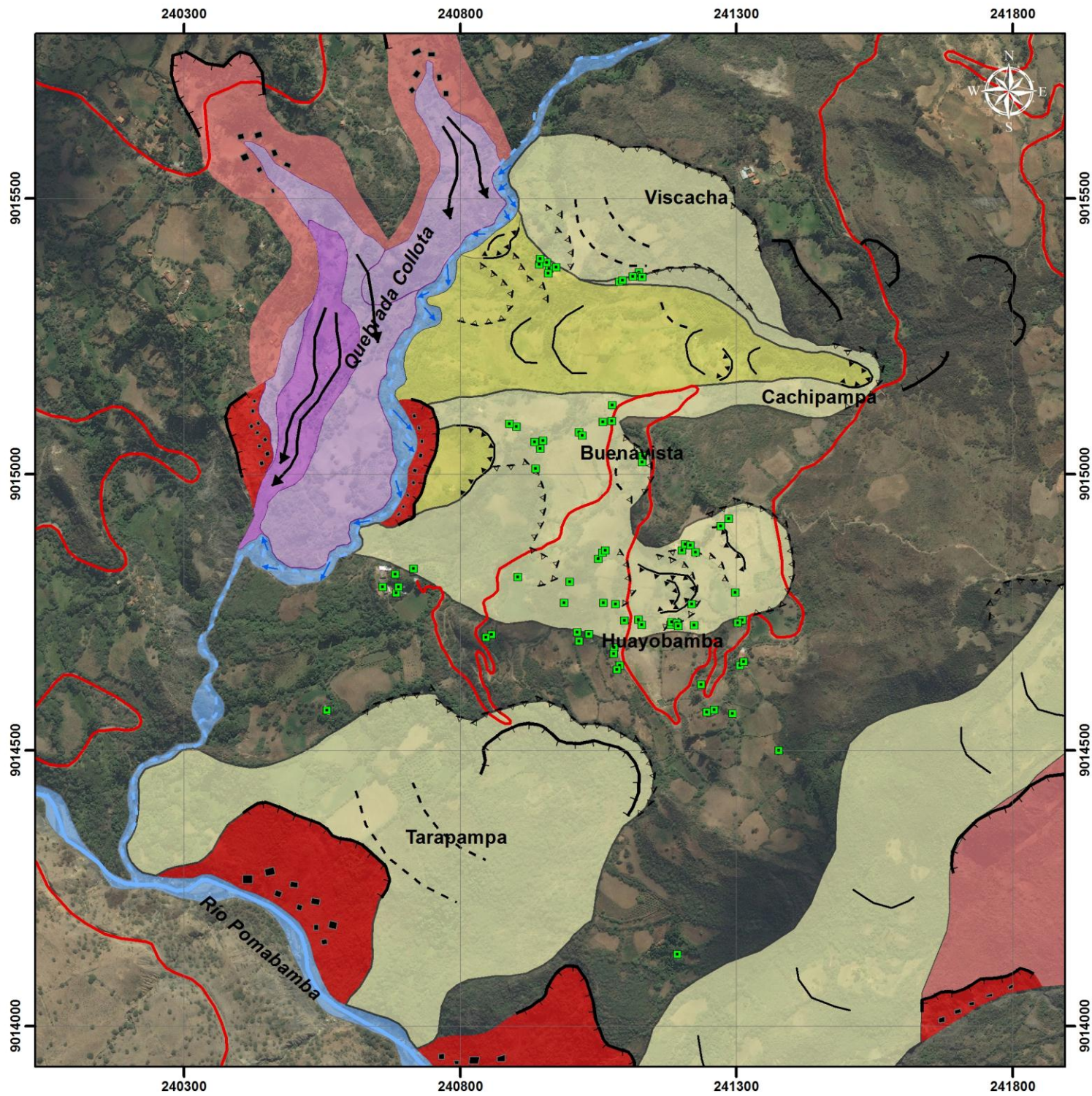


Foto 9 Vista tomada con dirección norte al pie del deslizamiento Cachipampa, se observa escarpa principal y salto vertical.



Foto 10. Vista tomada a la vivienda afectada con grietas vertical en la pared (fecha amarilla).





### Símbolo

- viviendas
- Río
- - - Quebrada
- Vía afirmada
- Escarpa de deslizamiento reactivado
- Escarpa de deslizamiento antiguo
- Escarpa de derrumbe
- Dirección de flujo
- Cauce

### Peligros geológicos

- Derrumbe antiguo
- Derrumbe actual
- Flujo antiguo
- Flujo actual
- Deslizamiento antiguo
- Deslizamiento actual
- Erosión fluvial

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

SECTOR HUAYOBAMBA Y ALREDEDORES  
 distrito Musga - provincia Mariscal Luzuriaga - región Ancash

0 0.0375 0.075 0.15 0.225 0.3 km  
 Escala 1:10 000

Figura 6

## **6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS**

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosiones de laderas, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

### ***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, la utilización de canales sin revestir, 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 en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos (concreto, mampostería, terracemento entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado por aspersión controlada o por goteo.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece 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.
- 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 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.

### ***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 subsuperficiales (J. 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. Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.



Factores que aumentan la estabilidad del talud:

1. Intercepta la lluvia
2. Aumenta la capacidad de infiltración
3. Extrae la humedad del suelo
5. Raíces refuerzan el suelo, aumentando resistencia al cortante
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. Aumentan el peso sobre el talud
8. Trasmiten al suelo la fuerza del viento
9. Retienen las partículas del suelo disminuyendo susceptibilidad a la erosión

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

1. Disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial
2. Elimina el factor de refuerzo de las raíces
3. 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.

### **5.1 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 7)

### **5.2.-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 8). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la reinfiltración del agua

### **5.3 Medidas correctivas para erosión de laderas y flujos**

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 Collota después del periodo lluvioso.  
Forestación para el control y disminución de la erosión.

### **5.4 Tuberías de drenaje**

Las tuberías de desagüe horizontales son un dispositivo utilizado para la prevención de deslizamientos (figura 10). 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.

### **5.5 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.

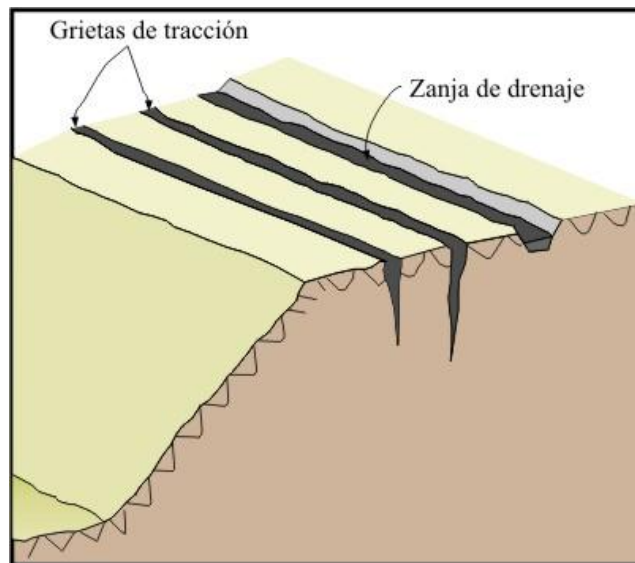


Figura 7 Canales de coronación.

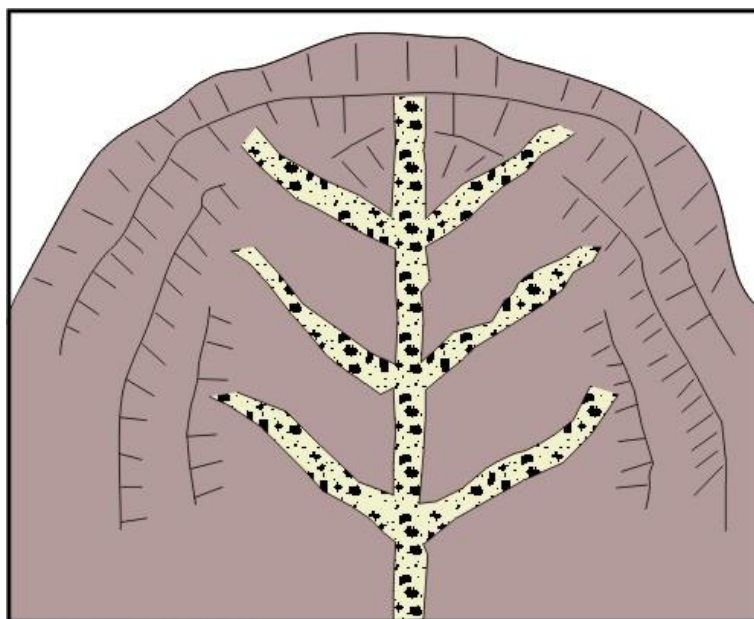


Figura 8. Sistema de drenaje tipo espina de pez.

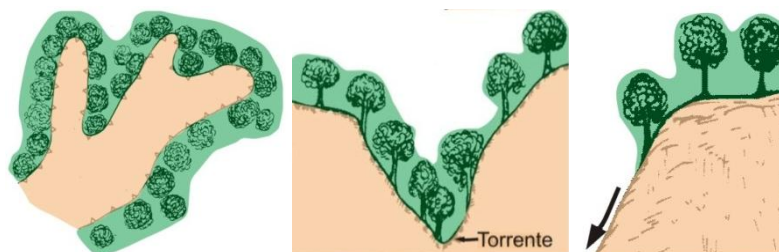
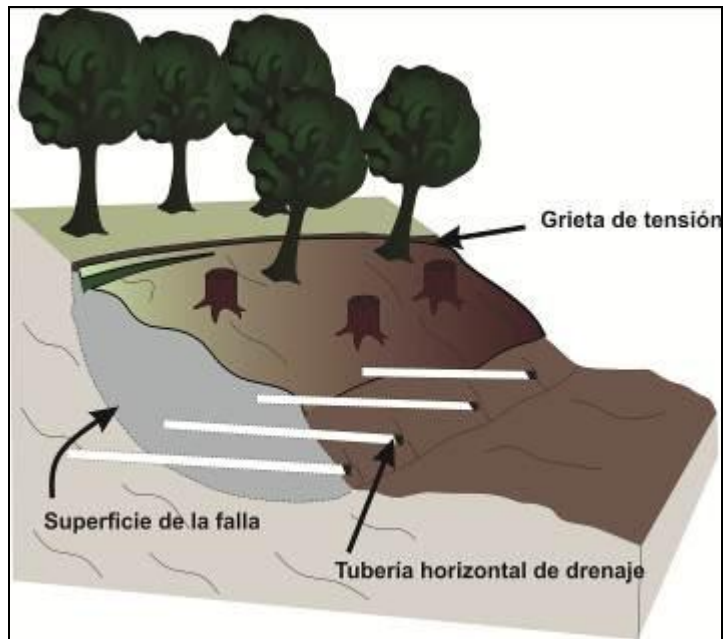


Figura 9 Obras de forestación en zonas de cárcavamiento.





*Figura 10. Esquema de las tuberías de desagüe.*

## CONCLUSIONES

1. Por sus características litológicas, la Formación Chicama, constituye unidad susceptible a la ocurrencia de fenómenos naturales por movimientos en masa.
2. La meteorización ha generado la conformación de suelos, que originan una gran inestabilidad en el área estudiada
3. La zona de estudio es susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamiento, derrumbes y flujo de detritos), peligros hidrogeológicos (erosión fluvial) presenta un substrato de mala calidad (muy meteorizado), pendiente de terreno fuerte, estratificación a favor de la pendiente con dirección norte  $215^\circ$  buzamiento  $68^\circ$  noroeste y de regular cobertura vegetal.
4. El detonante principal es la presencia de lluvias intensas en el periodo lluvioso entre los meses enero a marzo. El sector presentó precipitaciones pluviales intensas, que saturaron los terrenos, provocando la desestabilización de las laderas: así como también formando escorrentía superficial que erosionan las laderas.
5. El poblado se encuentran asentados sobre un cuerpo de deslizamiento antiguo donde las viviendas se ubican dispersas.
6. La reactivación del fenómeno natural por movimientos en masa ocurrido en el sector Huayobamba, a manera de reptación de suelos. Se observa escarpas con saltos verticales dentro del cuerpo de deslizamiento antiguo. Presenta superficie ondulada, pendiente de ladera medio  $35^\circ$ , substrato rocoso conformado por lutitas meteorizadas y escasa cobertura vegetal. Detonada por la presencia de lluvias intensas. Se encuentra afectando principalmente dos viviendas, tubo de agua potable, terreno de cultivo y de pastoreo.
7. La reactivación del sector Cachipampa, ocurrió de la misma manera tanto en los factores de sitio y entorno geográfico del lugar, afectó principalmente una vivienda, terreno de cultivo y pastoreo.
8. En las condiciones actuales, debido a la presencia de grietas longitudinales y saltos hasta de 6m. de la superficie ondulada, morfología que evidencia antiguos movimientos en masa, los sectores de Huayobamba y Cachipampa, están dentro de una zona inestable donde se generan deslizamientos, se los consideran en PELIGRO INMINENTE, principalmente con presencia de lluvias excepcionales.

## **RECOMENDACIONES**

- 1 En la zona de estudio Implementar un sistema de monitoreo.
- 2 Construir un sistema de drenaje, como canal de coronación, para impedir la infiltración de aguas pluviales hacia el cuerpo del deslizamiento.
- 3 Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado, este sistema conduce las aguas colectadas fuera del área vulnerable
- 4 Realizar estudio hidrogeológico, que permita determinar parámetros apropiados para el diseño de un sistema de drenaje subterráneo
- 5 Realizar las medidas correctivas apropiadas, para la zona donde ocurren movimientos en masa (deslizamiento), considerar uno de los ejemplos mencionados en el informe u otro para reducir sus efectos.
- 6 Se debe realizar limpieza y mantenimiento del cauce de la quebrada Collota, reforzar con la construcción de gaviones.
- 7 Los trabajos deben ser dirigidos y ejecutado por profesionales con conocimiento y experiencia en el tema.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cruden, D. M. & Varnes, D. J., (1996) Landslide types en processes, en 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
- Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 404p
- Varnes, D. J. (1978) Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D.C, national Academy Press, Transportation Research Board Spatial report 176, p. 9-33.
- 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. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (1988) – Mapa de clasificación climática del Perú, escala: 1:1'000.000. Lima: SENAMHI.
- Hutchinson, J.N., (1988), Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology, in Memories, 5th International Conference on Landslides, Lausanne, p. 3–35.
- Molina, O. & Sánchez, A. (1995). Mapa Geológico del Cuadrángulo de Huari, Base compilada de Wilson, J (1967). Lima – Perú, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 16. 79 p.
- Suárez Diaz J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Bucaramanga-Colombia. 10 Págs.
- Zavala, B.; Valderrama, P.; Parí W.; Luque, G. & Barrantes, R. (2009) -Riesgos geológicos en la región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 38, 280 p.