

Informe Técnico N° A6652

# Peligros geológicos en sector Mayush

Regiones Ancash-Lima, Provincias Ocos-Cajatambo,  
Distritos Aco de Carhuapampa-Manás, Paraje Caserío Mayush

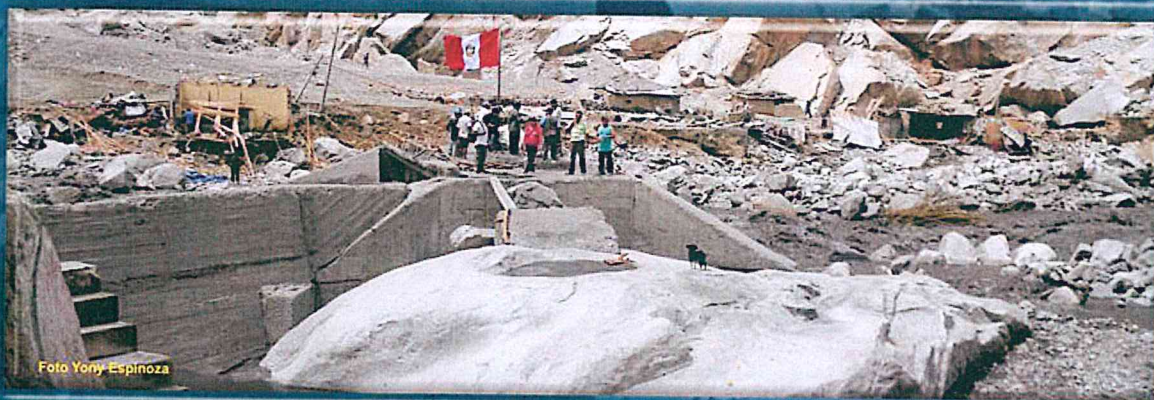


Foto Yony Espinoza

POR:  
SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ  
EDWIN VASQUEZ CHOQUE

JUNIO 2014

## CONTENIDO

1.0 ANTECEDENTES.....	1
2.0 ASPECTOS GENERALES.....	1
3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS – GEOMORFOLÓGICOS.....	2
3.1 GEOLOGÍA.....	2
3.2 GEOMORFOLOGÍA.....	3
4.0 MOVIMIENTOS EN MASA.....	9
4.1 FLUJOS.....	9
4.2 EROSIÓN DE LADERAS.....	22
4.3 CAÍDA.....	23
5.0 ÁREAS AFECTADAS POR LA AVALANCHA DE DETRITOS DEL 8 DE MARZO 2013 Y SITUACIÓN ACTUAL.....	24
6.0 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS.....	26
6.1 PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE FLUJOS DE DETRITOS.....	26
6.2 MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL CARCAVAMIENTO.....	29
7.0 ÁREA DE REUBICACIÓN PARA EL SECTOR DE MAYUSH.....	30
CONCLUSIONES.....	33
RECOMENDACIONES.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34

# PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO DE MAYUSH

## 1.0 ANTECEDENTES

La Municipalidad Distrital de Aco de Carhuapampa mediante Oficio N° 20-2014-MDC-AL de fecha 14 de abril 2014, el Alcalde, Guilberto Cornelio Santos, se dirigió a la Presidenta del Consejo Directivo del INGEMMET, solicitando un informe técnico científico de peligro inminente en la zona del puente Mayush de ingreso hacia el distrito de Aco de Carhuapampa, provincia Ocros, región Ancash.

El Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, dispuso que el Ing. Segundo Núñez Juárez y el Bach. Edwin Vasquez Choque realizaran la inspección geológica correspondiente.

En los trabajos de campo, se contó con la presencia de autoridades de la Municipalidad Distrital de Aco de Carhuapampa y moradores del caserío Mayush, esta inspección de campo se realizó entre el 25 y 26 de mayo del 2013.

Este informe se pone en consideración de las Autoridades regionales y locales con injerencia en el ámbito de la Municipalidad Distrital de Aco de Carhuapampa. Se basa en las observaciones de campo realizadas durante la inspección, interpretación de imágenes satelitales, versiones de los lugareños, así como de la información disponible de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

## 2.0 ASPECTOS GENERALES

El área de estudio, se encuentra en ambas márgenes del río Pativilca, entre las siguientes coordenadas UTM: 9258000N, 9260500 N; 731000 E, 733000 E; entre las altitudes 1 200 a 4 800 msnm. Abarca parte de las regiones de Lima y Ancash.

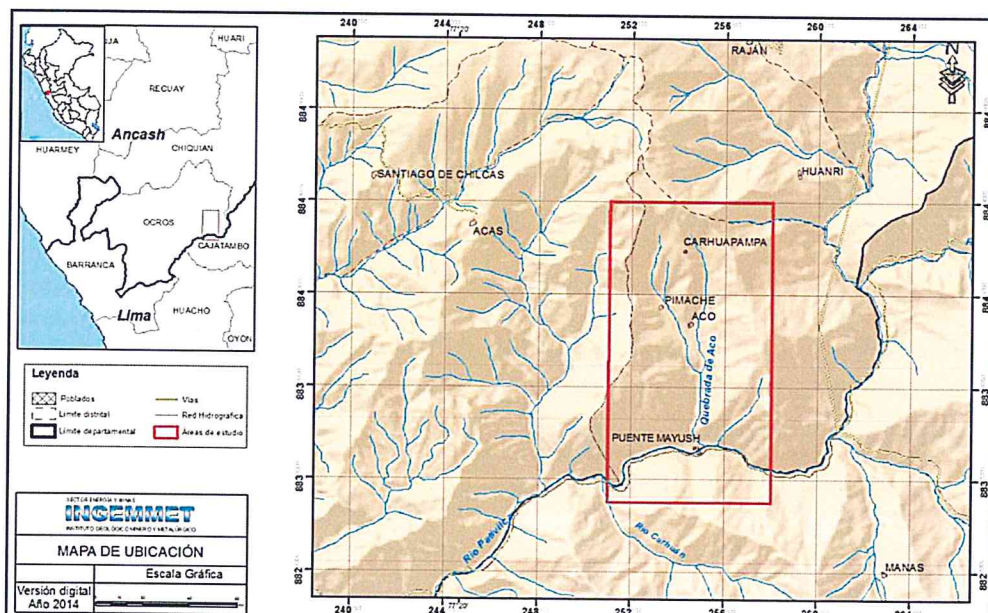


Figura 1.  
Ubicación  
del Caserío  
Puente  
Mayush.

El acceso al caserío Mayush, desde Lima, se realiza por la Panamericana Norte hasta llegar a Pativilca, altura del Km 204; para luego tomar la vía Pativilca – Cajatambo (carretera afirmada), hasta llegar al km 71+500, donde se ubica dicho caserío. El recorrido desde Barranca al caserío Mayush, dura aproximadamente 2,5 horas en camioneta.

El clima es semiseco-cálido , con ausencia de lluvias en las estaciones de otoño, invierno y primavera. Las precipitaciones pluviales se presentan con mayor intensidad entre los meses de diciembre a abril. Según el SENAMHI (2010), en el período lluvioso normal setiembre-mayo, alcanzan entre hasta 400 mm; en presencia del fenómeno El Niño se encuentra entre 400 y 800 mm.

### 3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS – GEOMORFOLÓGICOS

#### 3.1 GEOLOGÍA

Geológicamente (Cobing, J, 1973 y 1996), las rocas aflorantes pertenecen al Batolito de la Costa, Unidad Pativilca. Con rocas de tipo monzogranito, ligeramente a medianamente meteorizada, poco a medianamente fracturada (foto 1). Una de las familias de las diaclasas se encuentra a favor de la pendiente, originando fallas planares entre el contacto suelo-roca (foto 2)

La monzogranito, es de color gris blanquecina, en algunos sectores presenta xenolitos de color gris oscuro (foto 3).

En esta secuencia encontramos erosiones de ladera y derrumbes (se tratará este punto en el ítem de Peligros geológicos).

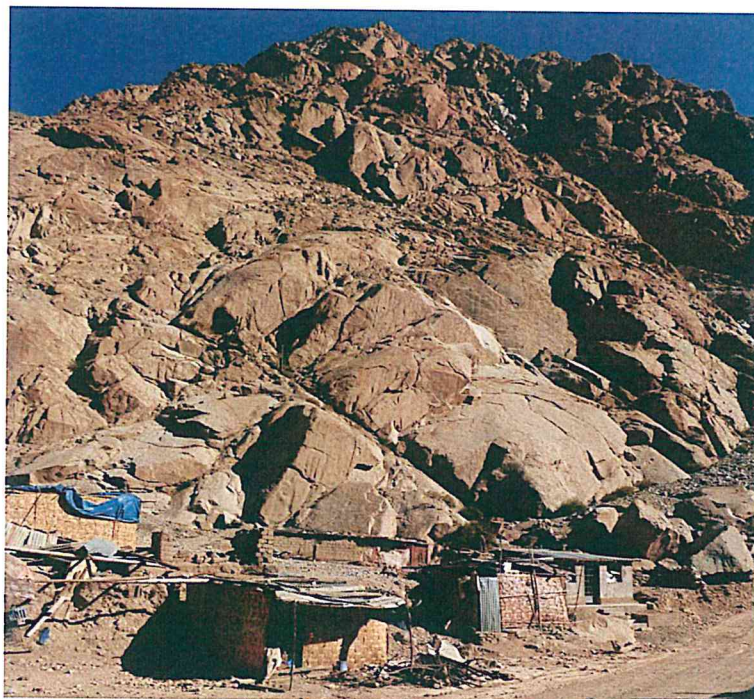


Foto 1. Se muestra el afloramiento de rocas intrusiva, sector de Mayush.



Foto 2. Diaclasamiento a favor de la pendiente.



Foto 3. Afloramiento de monzogranito, con presencia de xenolito (color plomo oscuro).

### 3.2 GEOMORFOLOGÍA

En los sectores inspeccionados se han identificado las siguientes geofomas:

*Geofomas de Carácter Tectónico Degradacional y Erosional*

Relieve montañoso en rocas intrusivas, expuestas en ambos márgenes del río Pativilca y la quebrada Aco (Fotos 4 y 5). Geofomas que alcanzan alturas mayores a

los 300 m respecto al nivel de base local. Sus pendientes varían desde moderadas a fuertes en algunos sectores el terreno es muy escarpado (fotos 6 y 7).



Foto 4. Montaña intrusiva, margen izquierda de la quebrada Aco.



Foto 5. Montaña intrusiva, margen izquierda del río Pativilca.



Foto 6 y 7. Se muestran las pendientes del terreno.

Geodinámicamente se asocian a ocurrencias de caída de rocas, derrumbes, erosión de laderas y flujo de detritos (huaicos).

### Subunidades de acumulación

#### a) Valle fluvial y terrazas.

Se consideran dentro de esta subunidad, a los terrenos planos de ancho variable, ubicados en el cauce o en la llanura de inundación del río Pativilca.

El río Pativilca presenta en la zona evaluada un valle estrecho, al parecer controlado por la presencia de afloramientos de roca y de los depósitos generados por los flujos de detritos (foto 8). Así se tiene que el cauce del río aguas arriba del puente llega a 170 m, a la altura del poblado de Mayush se estrecha hasta un ancho de 50 m, luego se abre agua abajo hasta los 100 m de ancho. Sub unidad asociada a procesos de erosión e inundación fluvial.



Foto 8. Se aprecian las áreas estrechas (A) y amplias (B).

#### b) Abanicos proluviales

Abanicos con ligera pendiente hacia el valle, desde suave ( $2^\circ$ ) hasta moderadas ( $10^\circ$ - $15^\circ$ ), formados por acumulaciones en la desembocadura de quebrada (figura 2 y foto 9). Están compuestos por depósitos de detritos de naturaleza intrusiva de tamaños variados (foto 10).

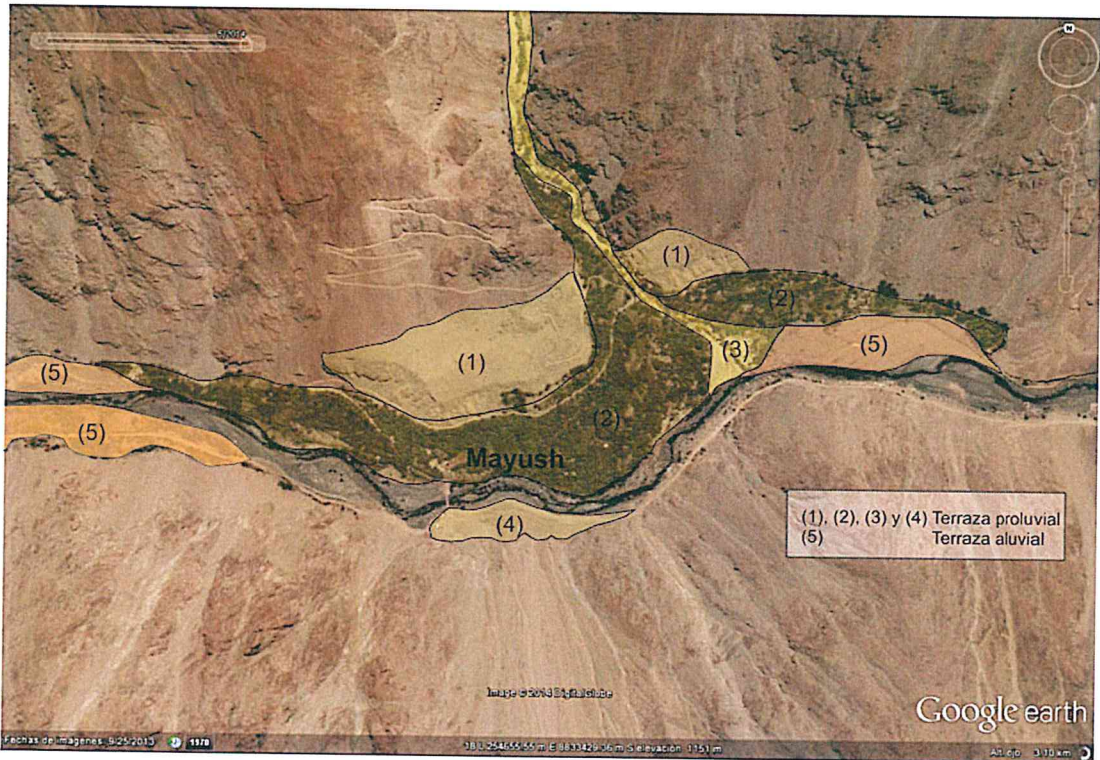


Figura 2.

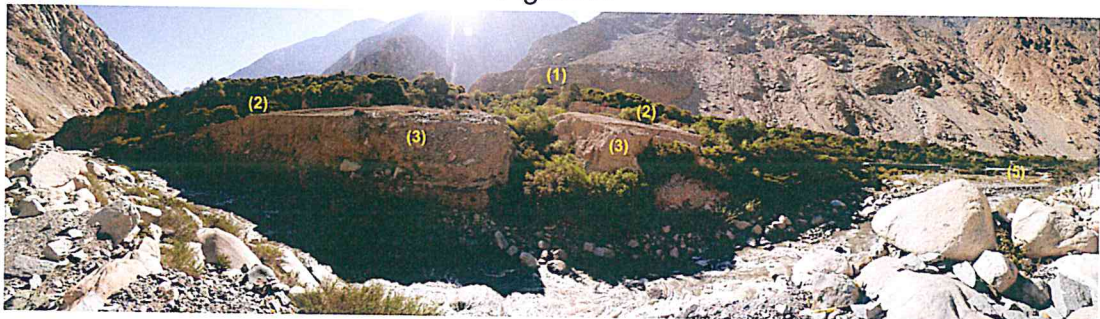
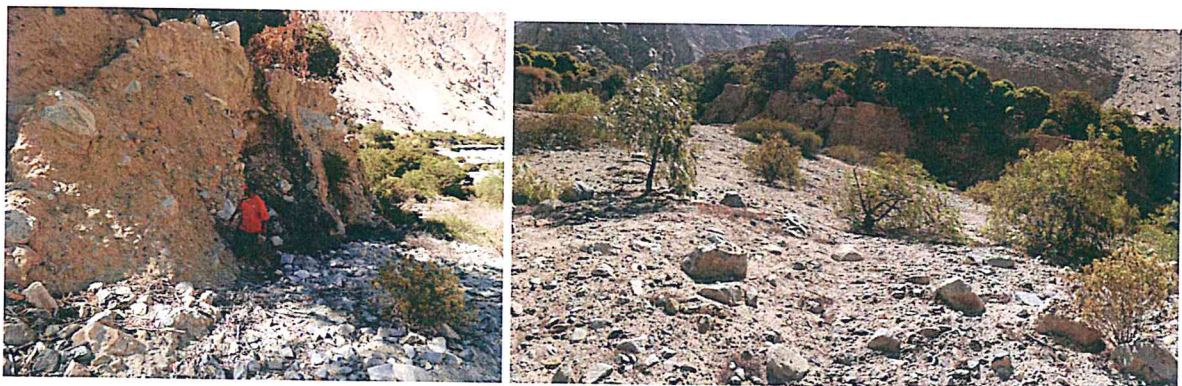


Figura 2 y foto 9. Se muestran los depósitos proluviales (1, 2 3) y aluviales (5).



Fotos 10 y 11. Se aprecia el tamaño del material transportado por flujos de detritos.

Como se puede apreciar en la figura 2, estos eventos han llegado a generar represamiento de valle del Río Pativilca o desviaciones de cursos fluviales, controlando la morfología del valle. Sus principales exposiciones se pueden apreciar en la desembocadura de la quebrada Aco.



Esta unidad esta asociada a flujos de detritos (huaicos) excepcionales, y proceso de erosión de laderas.

c) Piedemontes coluvio-deluviales

Corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (derrumbes y caídas de rocas), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas (foto 12).

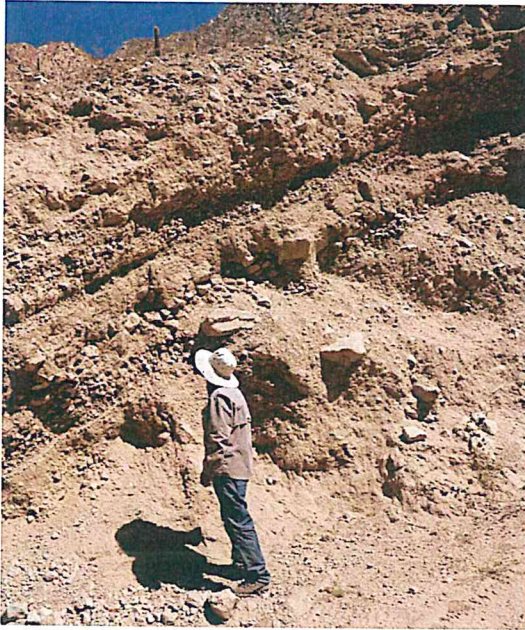


Foto 12. Se muestran diferentes secuencias, originados por caídas de rocas y escurrimiento superficial.

Unidad generalmente está conformada por gravas y bloques cuya composición litológica es intrusiva; son depósitos de corto recorrido, relacionados a laderas superiores adyacentes, su morfología es esencialmente convexa. Asociada a procesos de tipo derrumbes y flujos no canalizados (foto 13).

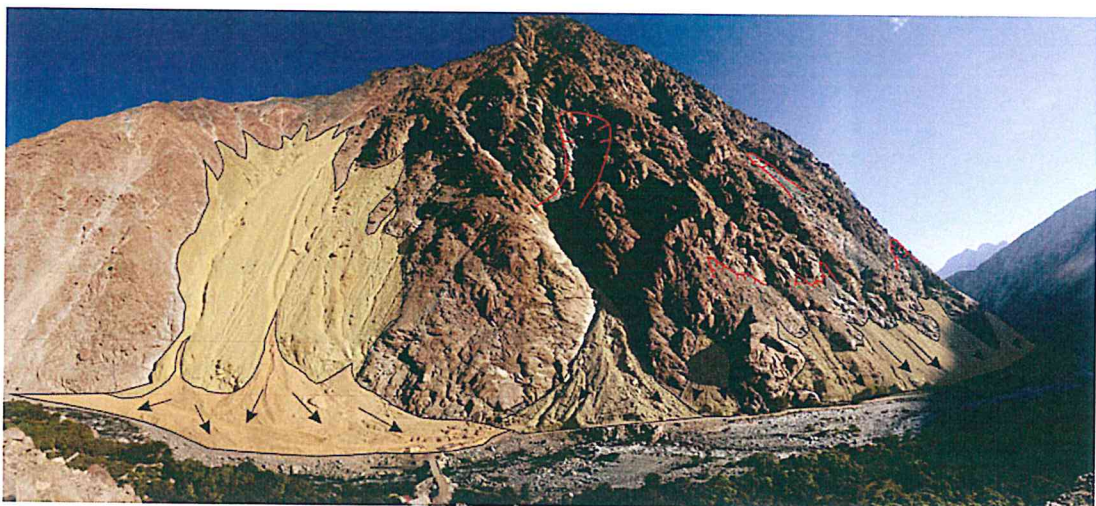


Foto 13. Depósitos coluvio-deluviales, ubicados en las laderas del cerro Calana Punta Grande.

d) Terrazas aluvio-proluvial

Planicie de ancho variable, se encuentra ubicada entre los sector de Aco y Pimachi, formada por la acumulación de los productos generados por los aportes de las quebradas Aco y Pimachi. Sobre ella se desarrolla agricultura (figura 3 y foto 14).

Esta terraza se formó por el represamiento de las quebradas Aco y Pimachi (Se explica en el ítem de peligros geológicos).



Figura 3.



Figura 3 y foto 14. Terraza cubierta por terrenos de cultivo.

Las quebradas Aco y Pimachi y el río Pativilca, se caracterizan por ser valles de tipo juvenil, con perfil en "V" (figura 4 y foto 15). Los valles jóvenes generalmente son muy inestables, debido a que se encuentran en pleno proceso de denudación.

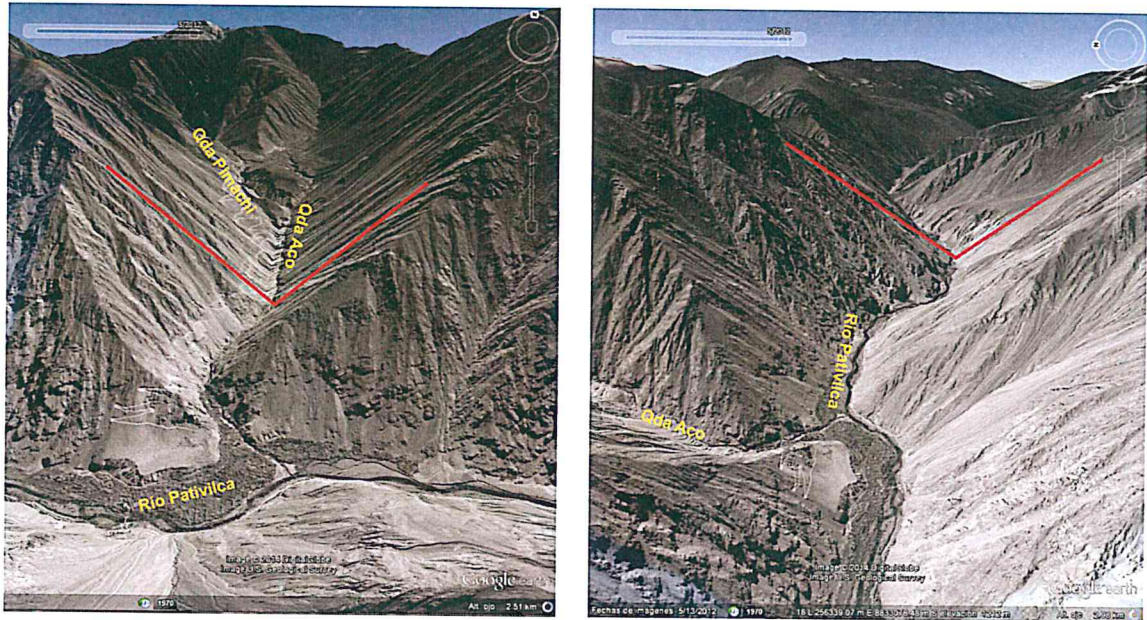


Figura 4. Valles típicos en forma de “V”, de la quebrada Aco y del río Pativilca.



Foto 15. Quebrada Aco, se muestra el valle en “V”, en las laderas se aprecia material suelto.

#### 4.0 MOVIMIENTOS EN MASA

El área es considerada geodinámicamente activa, se presentan principalmente flujos de detritos, Avalancha de detritos, erosiones de ladera y derrumbes. Ver figura 5.

##### 4.1 FLUJOS

Se les denomina así porque durante su desplazamiento presentan un comportamiento semejante al de un fluido. Pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos. Existen casos en que se originan a partir de otros tipos de procesos, como deslizamientos o desprendimientos de rocas (Varnes, 1978). Pueden transportar grandes volúmenes de fragmentos rocosos de diferentes tamaños. Pueden alcanzar grandes extensiones de recorrido, más aun si la pendiente es más elevada.

Según Hungr & Evans (2004) los flujos se pueden clasificar de acuerdo al tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral (canalizado o no canalizado, figura 6) y otras características que puedan

hacerlos distinguibles. Por ejemplo se tienen flujos de detritos (huaycos), de lodo, avalanchas de detritos, de roca, etc.

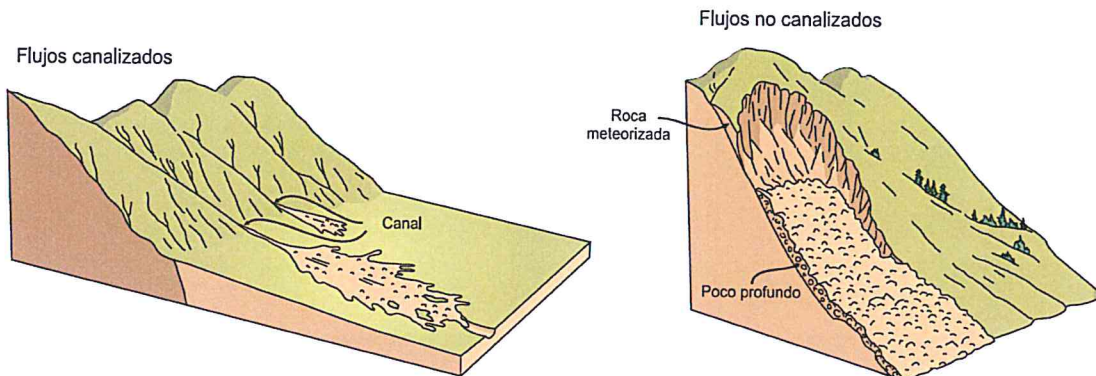


Figura 6. Esquema de flujos canalizados y no canalizados (Cruden y Varnes, 1996)

El potencial destructivo de los flujos está dominado por su velocidad y la altura alcanzada por el material arrastrado siendo muy importante una caracterización detallada de los eventos, dato importante que nos dará una idea del grado de peligro al que está expuesta un área determinada.

En el área se han identificado flujos de detritos antiguos y recientes, entre las quebradas Pimachi y Aco.

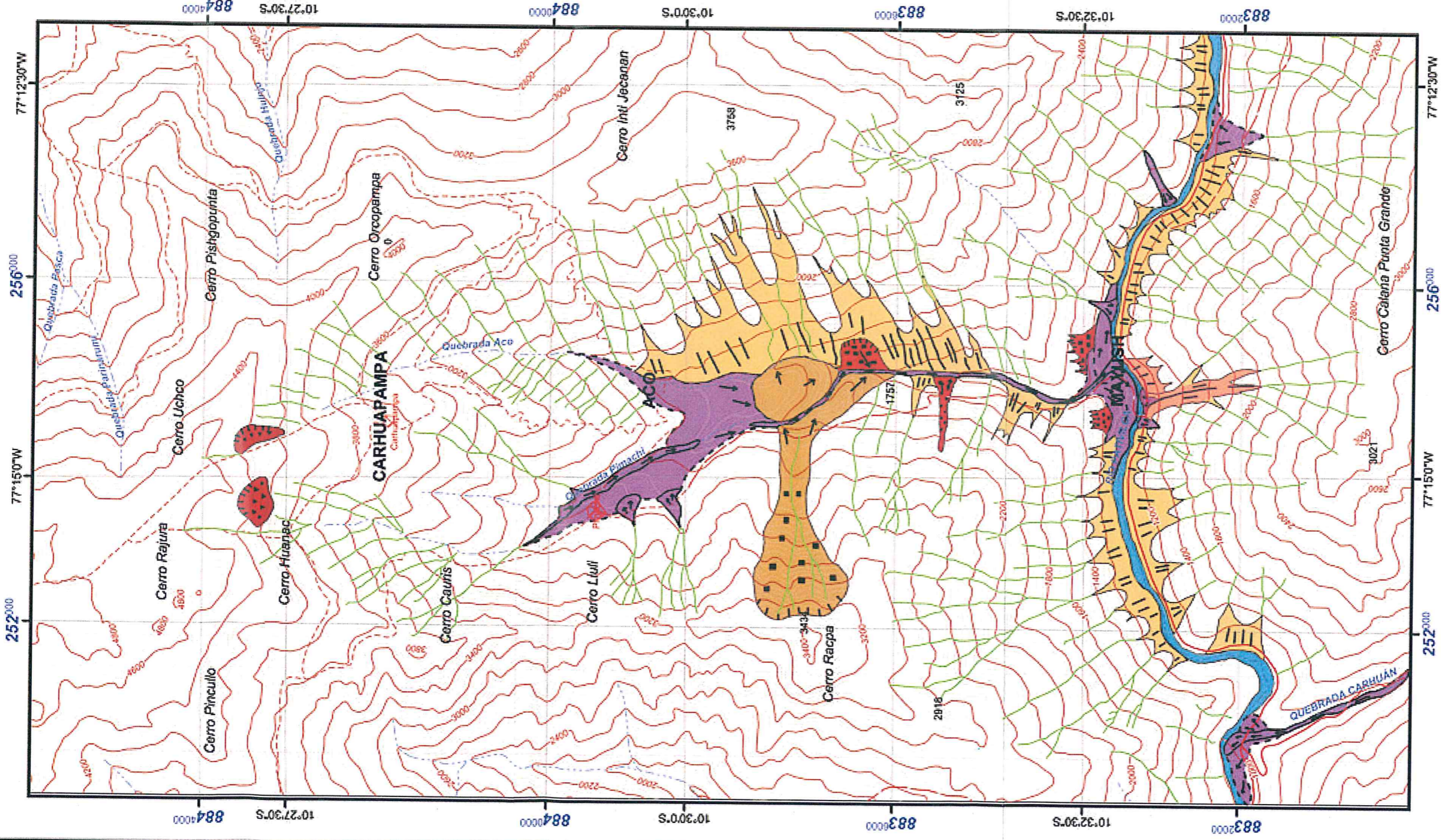
#### a) **Avalancha de detritos de Mayush**

El 8 de marzo del año 2013, se presentaron lluvias intensas, detonando una avalancha de detritos, afectó 30 viviendas, tramo carretero Pativilca-Cajatambo en 600 m (figuras 7 y 8), falleció una persona y represó al río Pativilca por 3 días.

Causas:

- Ladera norte del cerro Calana Punta Grande, se encuentra cubierta por depósitos coluvio-deluviales, generados por acumulaciones de derrumbes y erosiones de ladera, este material se caracteriza por ser de fácil remoción.
- Ladera con pendiente entre 25° a 30°, donde los materiales (coluvio-deluviales) pueden ceder fácilmente.
- Ausencia de vegetación.
- Viviendas ubicadas en zona inestable.

Según versiones de los lugareños, el día en que se generó el flujo de detritos, en la parte alta del cerro Calana Punta Grande se concentraron lluvias, removiendo el material suelto (coluvio-deluvial).



Área de Estudio	21-i	21-j
	21-h	22-j
	22-i	22-h
	23-i	23-h
	23-j	

### LEYENDA PELIGROS GEOLÓGICOS

- Erosión de Laderas
- Flujo de Detritos
- Avalancha de Detritos de Mayush
- Talus de Detritos
- Mega avalancha - flujo de detritos
- Caída de Rocas
- Derrumbe

### ACTIVIDAD DE LOS PROCESOS

- Proceso Antiguo
- Proceso Reciente

### SIMBOLOGÍA

- Topografía**
  - Curvas de Nivel, Índice
  - Curvas de Nivel, Intermedia
  - Cota
- Cauce Río**
  - Cauce Río
  - Centro Urbano
- Vías**
  - Caminos transitables en tiempo bueno
  - Puente
  - Via, Transitable todo el año
  - Via, Camino de Herradura
- Drenaje**
  - Quebrada, Intermittente

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

---

**MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS  
SECTOR DE MAYUSH**

---

Proyección UTM Datum WGS 84, Zona 18S	Escala 1:50,000
Kilómetros 0 0.250.5 1 1.5 2	

Ing. CIP. SEGUNDO A. NUÑEZ JUAREZ  
 Ing. Geólogo  
 Reg. CIP N°. 60512

En base a comparaciones de imágenes satelitales de fecha 13/05/2012 (antes del flujo de detritos) y 25/09/2013 (después del flujo de detritos de Mayush), se tiene diferencias resaltantes en el terreno. Ver cuadro 1, figuras 7 y 8.

Cuadro 1. Diferencias en el terreno.

Imagen de fecha 13/05/2012	Figura	Imagen de fecha 25/09/2012	Figura
Bloques sueltos	Figura 7A, 7B y 8 (1a)	Algunos bloques removidos	Figura 7A, 7B y 8 (1b)
Carretera Pativilca-Cajatambo	Figura 7A, 7B y 8 (2a)	Variación de tramo carretero y del terreno.	Figura 7A, 7B y 8 (2b)
Viviendas del caserío de Mayush	Figura 7A, 7B y 8 (3a)	Viviendas enterradas del caserío de Mayush	Figura 7A, 7B y 8 (3b)
Cauce del río Pativilca, aguas arriba del puente Mayush.	Figura 7A, 7B y 8 (4a)	Variación del cauce del río Pativilca aguas arriba del puente	Figura 7A, 7B y 8 (4b)
Cauce del río Pativilca, aguas abajo del puente Mayush.	Figura 7A, 7B y 8 (5a)	Variación del cauce del río Pativilca aguas abajo del puente.	Figura 7A, 7B y 8 (5b)



Figura 7 A

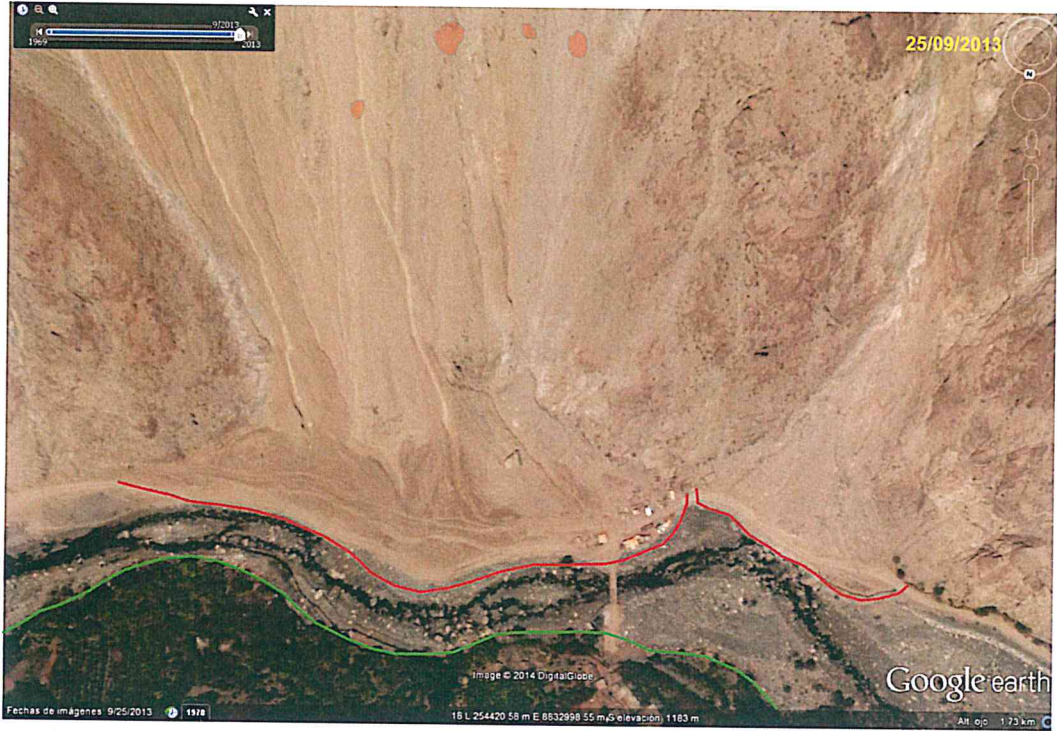


Figura 7 A y 7B. Se muestran algunas de las modificaciones del terreno, ocasionado por el flujo de detritos.

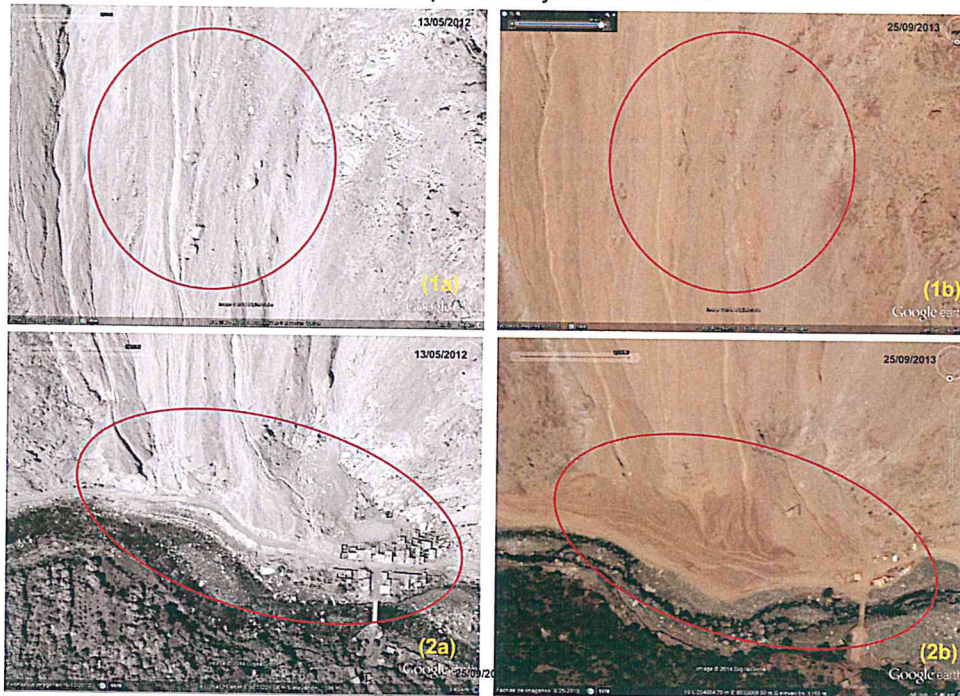


Figura 8 (1a, 1b, 2a, 2b).

*RSJ*  
**Ing. CIP. SEGUNDO A. NUÑEZ JUAREZ**  
 Ing° Geólogo  
 Reg. CIP N°. 60812

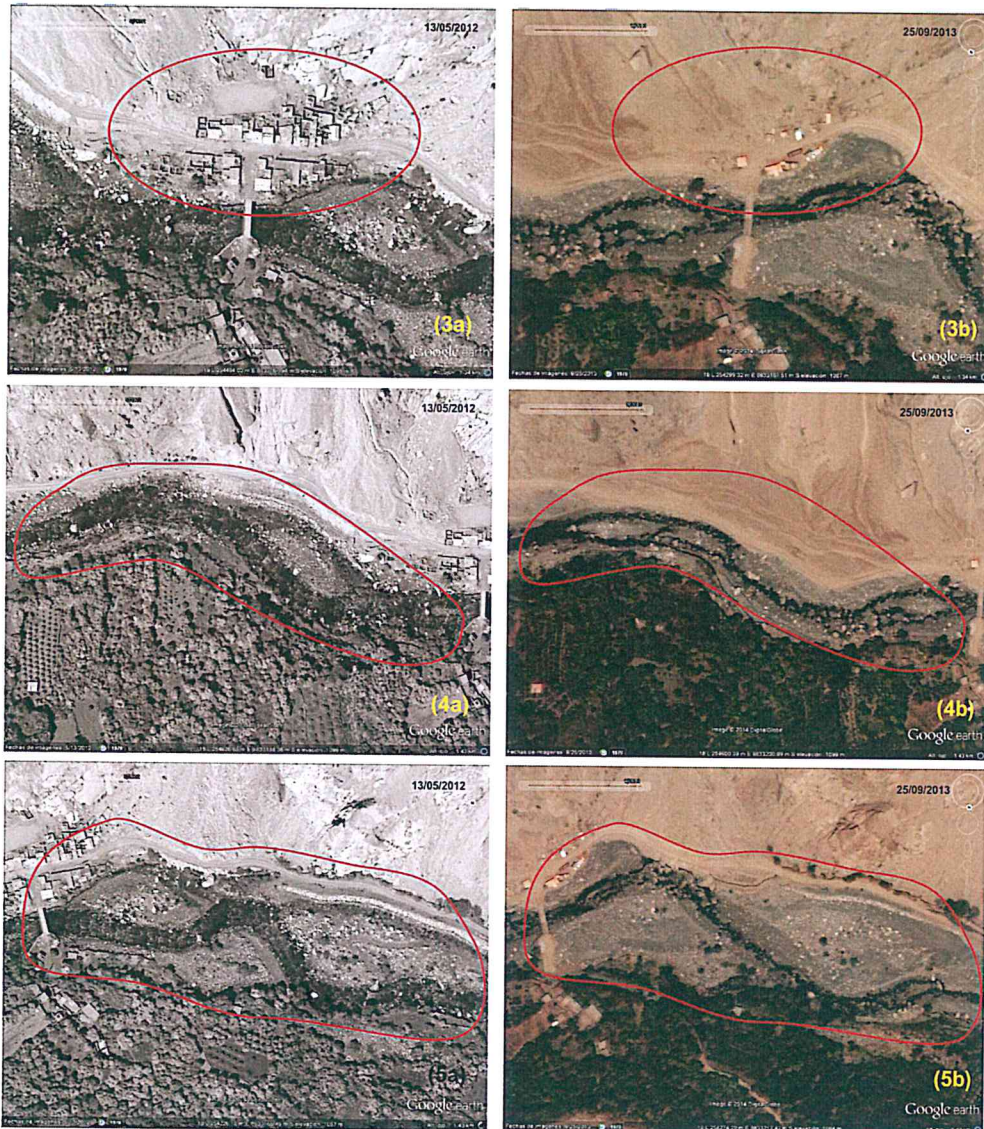


Figura 8 (1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b, 5a y 5b). Se muestran las variaciones del terreno que ha generado el flujo de detritos ocurrido en marzo del 30 del 2014.

El material que discurrió por la ladera (no canalizado), estuvo compuesto por gravas, bloques, englobados en matriz areno-limosa. Los fragmentos de roca son de formas angulosas a subangulosas. El material de la avalancha - flujo de detritos, al llegar al río Pativilca se canaliza por el cauce y en el puente Mayush se bloquea (taponea), ocasionando el represamiento del río.

Formada la "represa", el excedente de agua, empezó a discurrir por ambas márgenes, inundando y erosionado los bordes de las terrazas (foto 16), esto afectó las viviendas ubicadas en el borde y rampas de acceso al puente Mayush (foto 17).

En este sector el cauce del río se encuentra estrecho, más aun el puente Mayush, sirve como entrapamiento de flujos de grandes dimensiones.





Foto 16. Se muestra el sentido, por donde se desplazó el agua excedente después del embalse, afectó a vivienda.

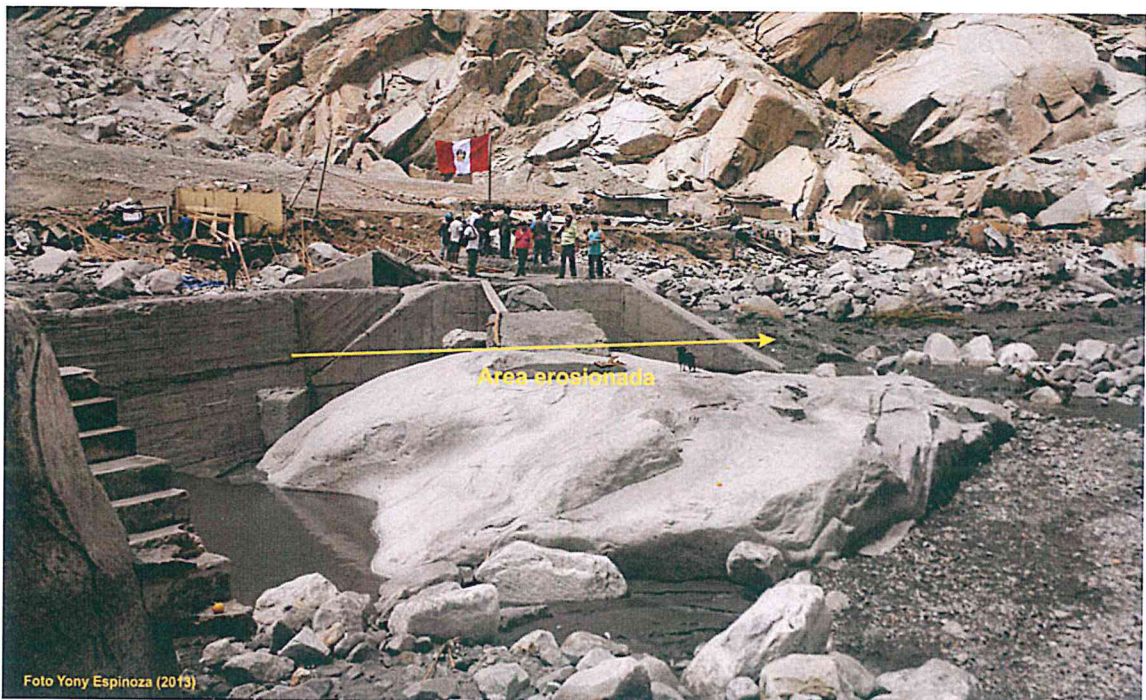


Foto 17. Puente Mayush, se muestra la erosión de la rampa de acceso al puente erosionada.

### Dinámica del desembalse

Comparando las imágenes de los años 2012 y 2013 (figura 9), se observa cambios morfológicos locales en el sector de Mayush, originados por el embalse y desembalse del río Pativilca.

En el cauce río Pativilca antes del embalse se observó islotes, después del desembalse desaparecen (figura 9).



Figura 9. Morfología local, del sector de Mayush.

En el área obturada, hacia la margen derecha del río, se tiene menor cantidad de material, por ello el río lo erosionó fácilmente. Esto afectó a los terrenos de cultivo ubicados en esta margen.

Al desembalsarse el río, el flujo de agua se dirigió al suroeste, margen izquierda, originó erosión en la terraza, afectó viviendas y carretera afirmada Pativilca-Cajatambo (figura 10).

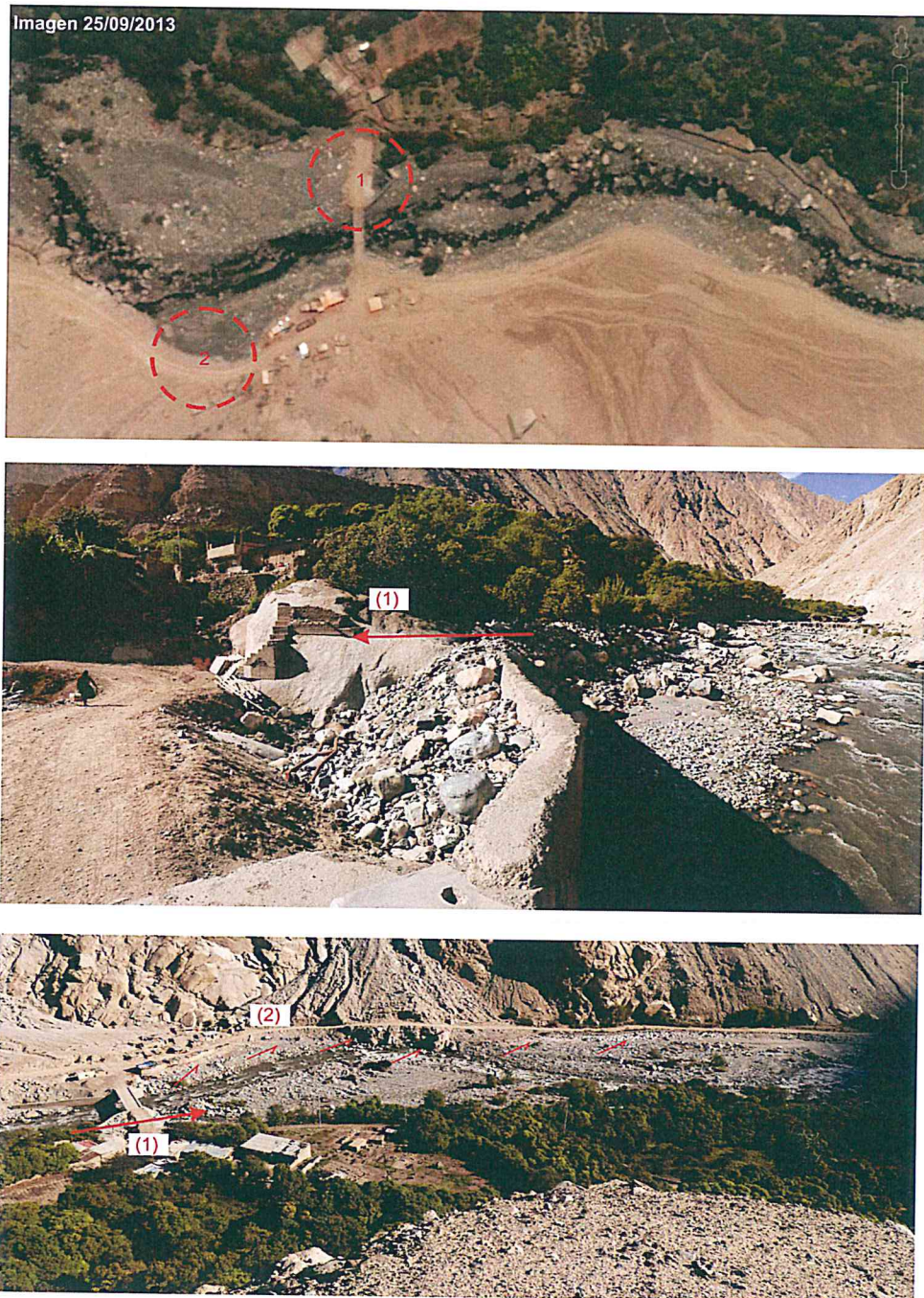


Figura 10. Se muestran las áreas erosionadas.

**b) Mega Avalancha – Flujo de detritos de Pimachi-Aco.**

En el flanco derecho de la quebrada Pimachi, en la ladera este del cerro Racpa, se generó una avalancha-flujo de detritos que represó las quebradas Pimachi y Aco (figura 11), en un tramo de 1 km.

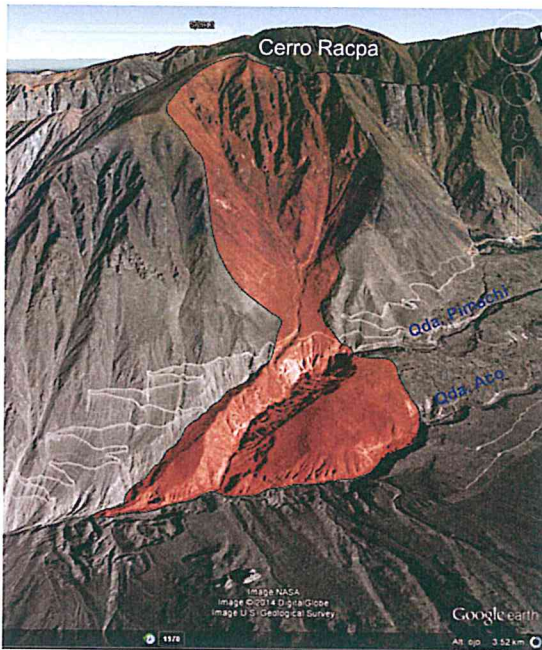


Figura 11. Se muestra el derrumbe-flujo, que represó las quebradas Pimachi y Aco.

Este evento, tiene un tipo de ruptura mixta, la forma del arranque es irregular, con una longitud de 1,6 km.

El evento arranco como una avalancha que cuesta abajo, se comportó como de flujo de detritos; represando la quebrada Aco en 1,7 km y a la quebrada Pimachi en 1,1 km, dando lugar a la formación de una laguna y planicie. La masa que represó a ambas quebradas, ha tenido un volumen aproximado de 17 millones de metros cúbicos. Formando un morro con altura de hasta 250 m (figuras 12, 13 y foto 18).

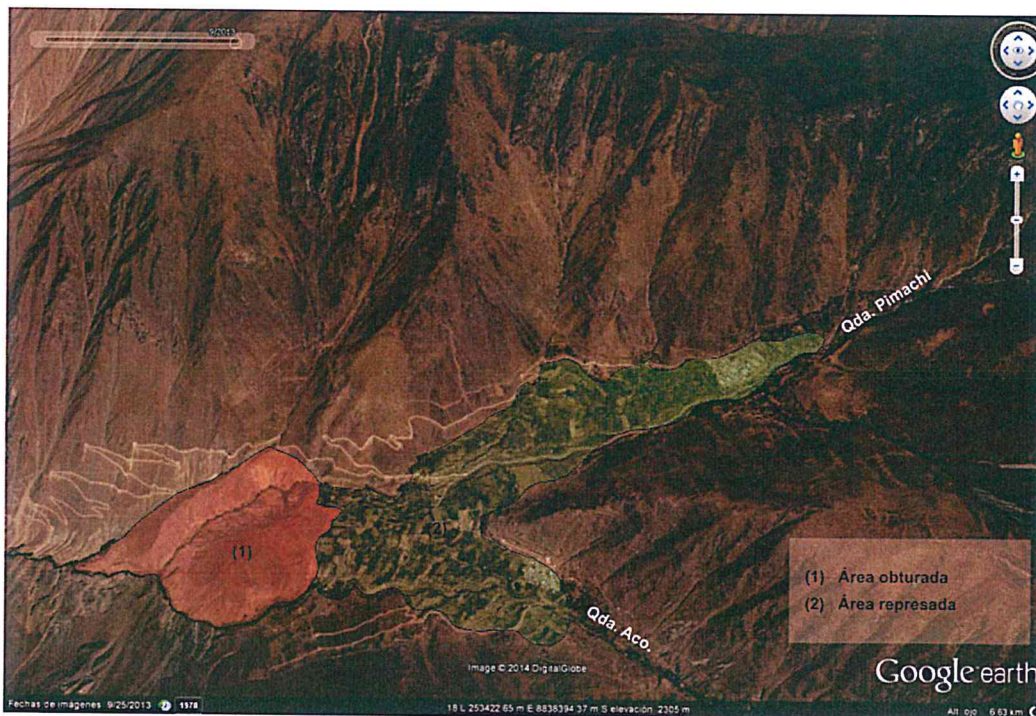


Figura 12. Se muestra las áreas obturada y represada.

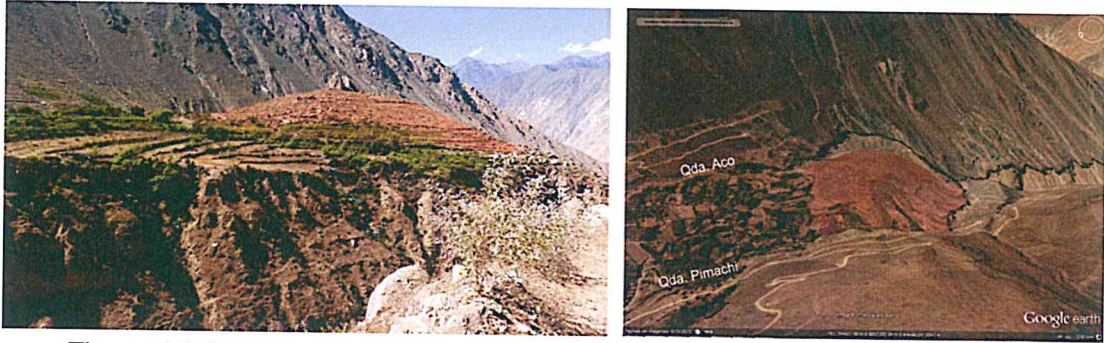


Figura 13, foto 18. Se muestra el morro que formó el obturamiento de las quebradas Pimachi y Aco.

El material relleno del área represada, está conformada mayormente por arenas con limos y escasamente gravas (foto 19)



Foto 19. Material que conforma la zona de represamiento.

La laguna formada por el represamiento, tuvo un desembalse violento, se canalizó por la quebrada Pimachi, erosionando el material de obturación, formando paredes con pendiente fuerte (Figura 14 y foto 20).



Figura 14, foto 20. Se muestra la zona de desembalse.

El desembalse dio a la generación de un flujo de detritos que represó al río Pativilca, prueba de ello son las terrazas proluviales que se encuentran en ambos márgenes de la desembocadura de la quebrada Aco. Esta terraza, tiene una altura de 20 m, conformada por bloques, gravas de formas angulosas, englobadas en matriz areno-limosa, distribuidos en una forma caótica (foto 21).



Foto 21. Se muestra la terraza antigua (T).

### c) *Flujos de detritos recientes en la quebrada Aco*

Los flujos recientes generados por la quebrada Aco, obedecen a precipitaciones pluviales de tipo excepcional, pueden estar relacionadas con el Fenómeno El Niño.

Por versiones de los lugareños en el año 1983, se generó un flujo de detritos, llegó a represar momentáneamente al río Pativilca, no hay datos de cuanto fue represado y el tiempo de su duración.

El abanico formado por el flujo de detritos, llegó a tener una longitud de 200 m, con una altura de 10 m, el cauce de la quebrada actual tiene una longitud de 10 m (figura 15, foto 22).

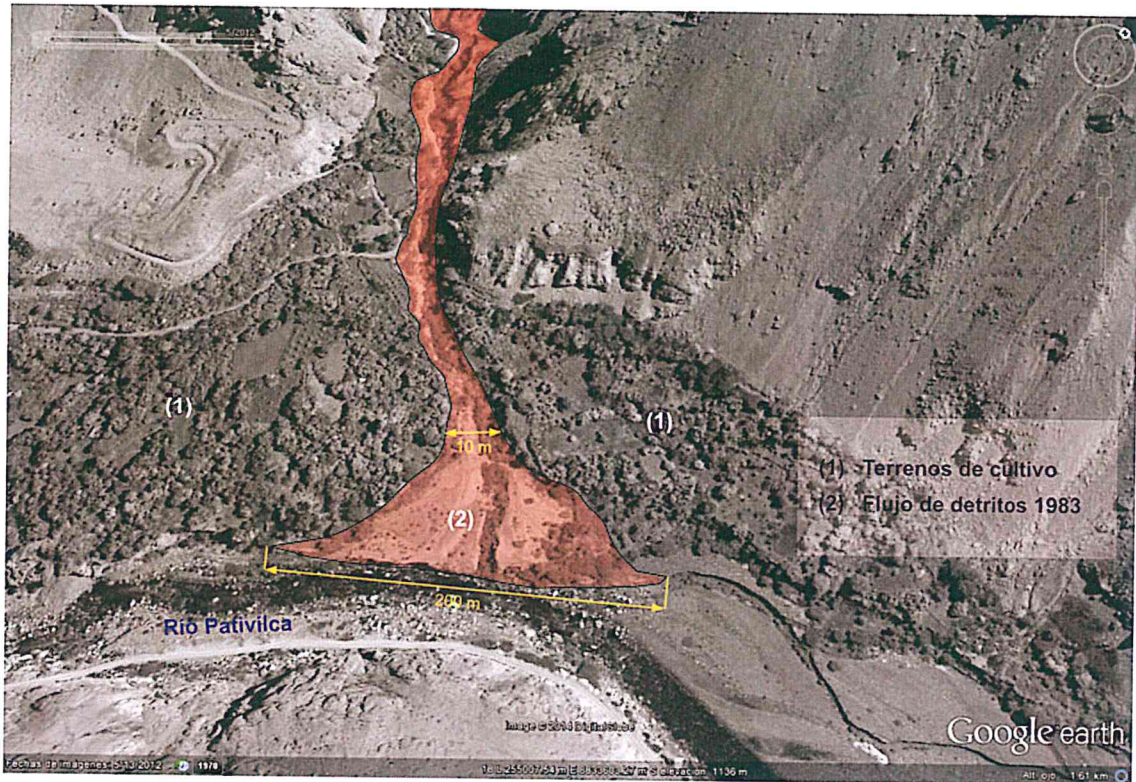


Figura 15. En la imagen se aprecia el flujo de detritos, generado en la quebrada Aco.

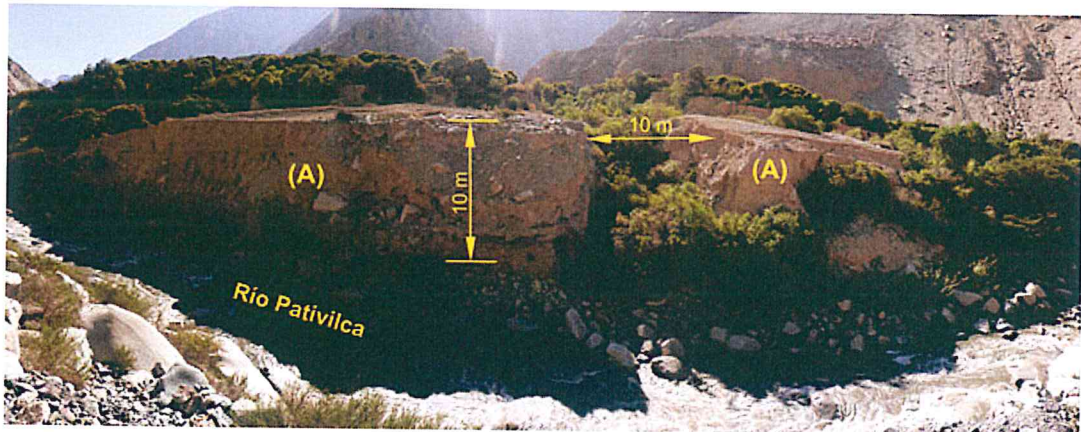
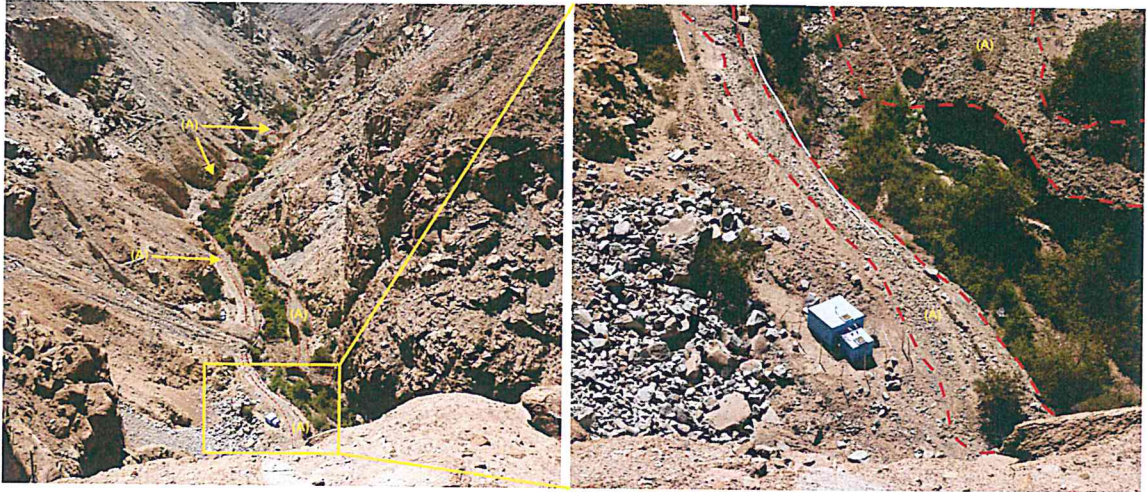


Foto 22. Se muestra el depósito dejado por el flujo de detritos, del año 1983.

Por el cauce de la quebrada, cerca de la desembocadura, se muestran aun los depósitos del flujo del año 1983 (fotos 23 y 24).



Fotos 23 y 24. Se muestran los depósitos dejados por el flujo, en la foto están representados por líneas punteadas.

#### 4.2 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 16). 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.

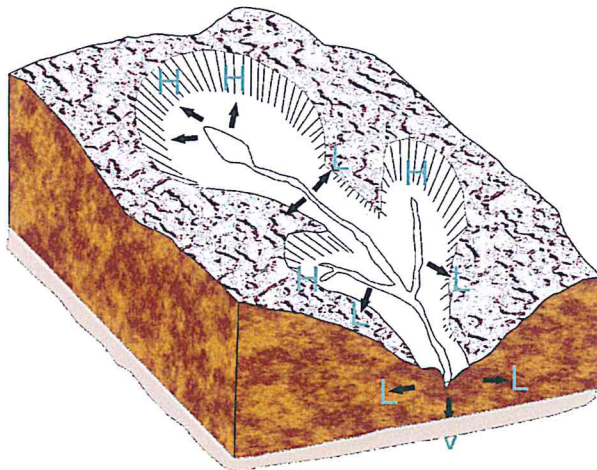


Figura 16. Forma como se manifiesta la erosión de laderas en una ladera de montaña. H: erosión de cabecera, L: erosión lateral y V: erosión vertical (Tomado de: <http://cidta.usal.es>).

Las erosiones observadas, se muestran en las laderas que conforman la quebrada Aco (foto 25) y en ambos márgenes del río Pativilca, son de tipo en surco. Es muy probable que en época de lluvias intensas este tipo de erosión produzca flujos de detritos, en otros casos alimenta con material suelto a la quebrada.





Foto 25. Procesos de erosiones de ladera, ubicados en la margen izquierda de la quebrada Aco.

#### 4.3 CAÍDA

Es un tipo de movimiento en masa en el cual una porción de suelo o roca se desprende de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamientos (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  $5 \times 10$  mm/s.

Una característica importante de los derrumbes, es que el movimiento es masivo.

En las laderas de ambas márgenes de la quebrada Aco, se identificó depósitos de materiales generados por derrumbes (foto 26).

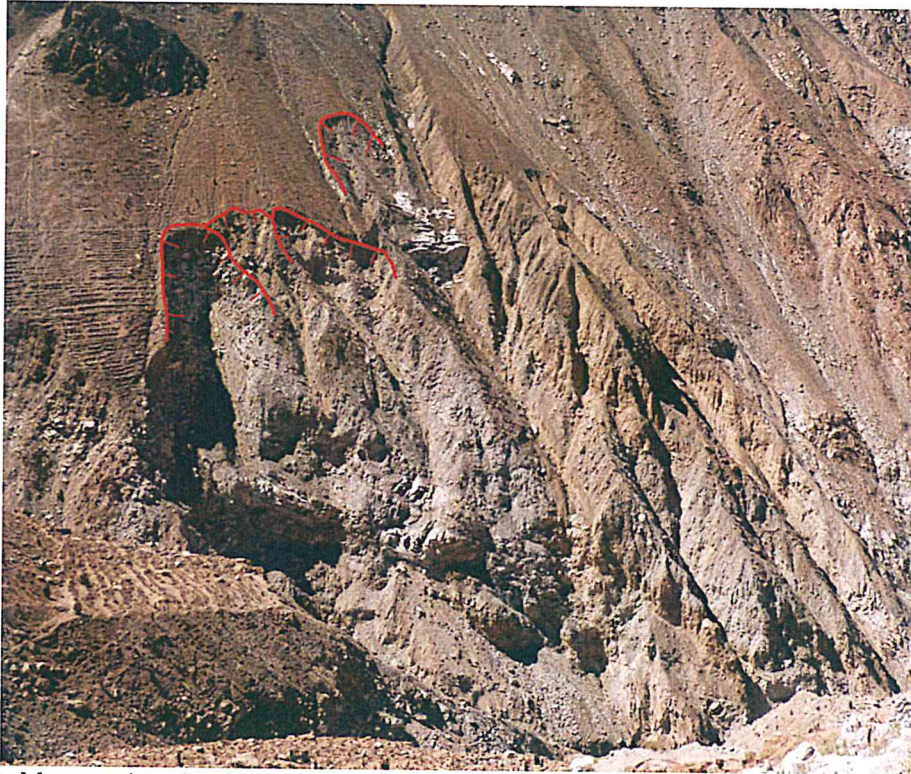


Foto 26. Margen izquierda de la quebrada Aco, se muestran cicatrices de derrumbes recientes.

## 5.0 ÁREAS AFECTADAS POR LA AVALANCHA DE DETRITOS DEL 8 DE MARZO 2013 Y SITUACIÓN ACTUAL

Efectos de la Avalancha de detritos de Mayush:

- a) 30 viviendas destruidas (fotos 27 y 28) <sup>(\*)</sup>.
- b) Tramo carretero de 380 m cubierto por el depósito del flujo de detritos (figura 17). Dato obtenido por la superposición de imágenes satelitales de fechas junio 2013 y abril 2014.
- c) Por el embalse del río se formó una laguna que llegó a tener una longitud de 600 m (aprox.) <sup>(\*)</sup>.
- d) 01 persona fallecida. <sup>(\*\*)</sup>.
- e) 02 hectáreas de terreno de cultivo afectadas <sup>(\*)</sup>.
- f) Erosión de en las rampas de acceso al puente Mayush.

<sup>(\*)</sup>. Dato proporcionado por Defensa Civil de Aco.

<sup>(\*\*)</sup>. Dato proporcionado por los moradores del caserío de Mayush.

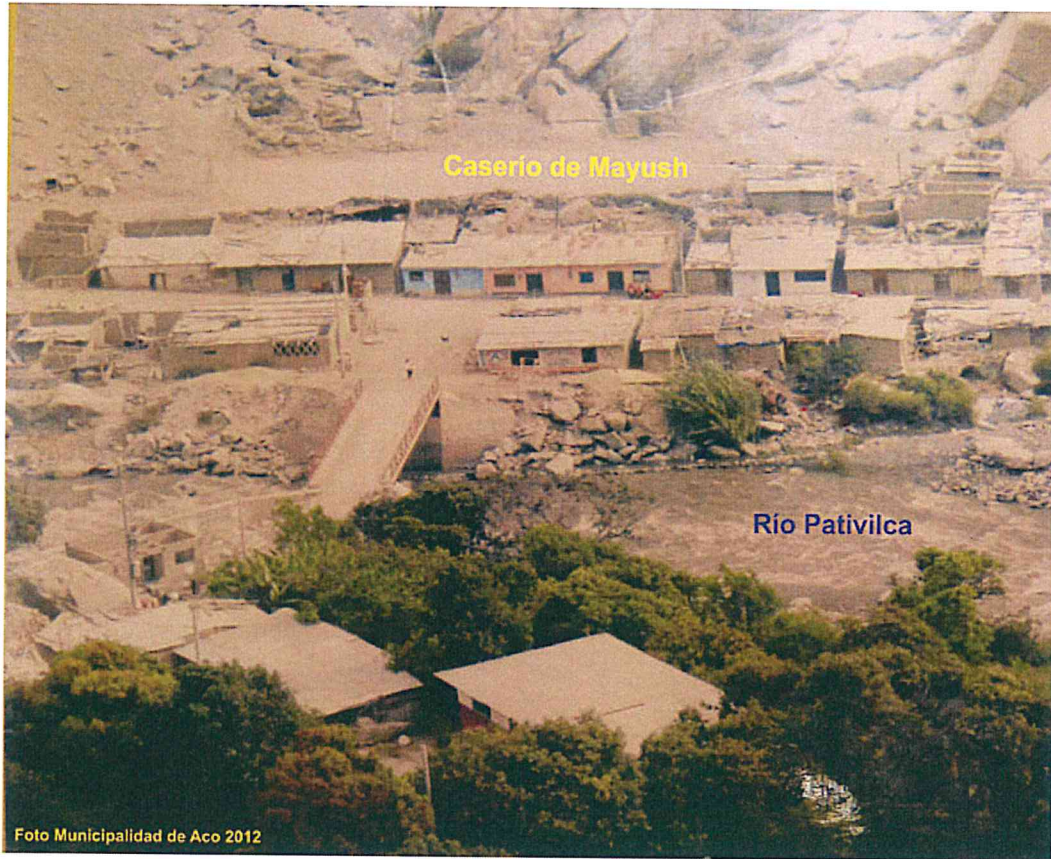


Foto 27



Fotos 27 y 28. Comparaciones del sector de Mayush, antes y después del flujo de detritos.

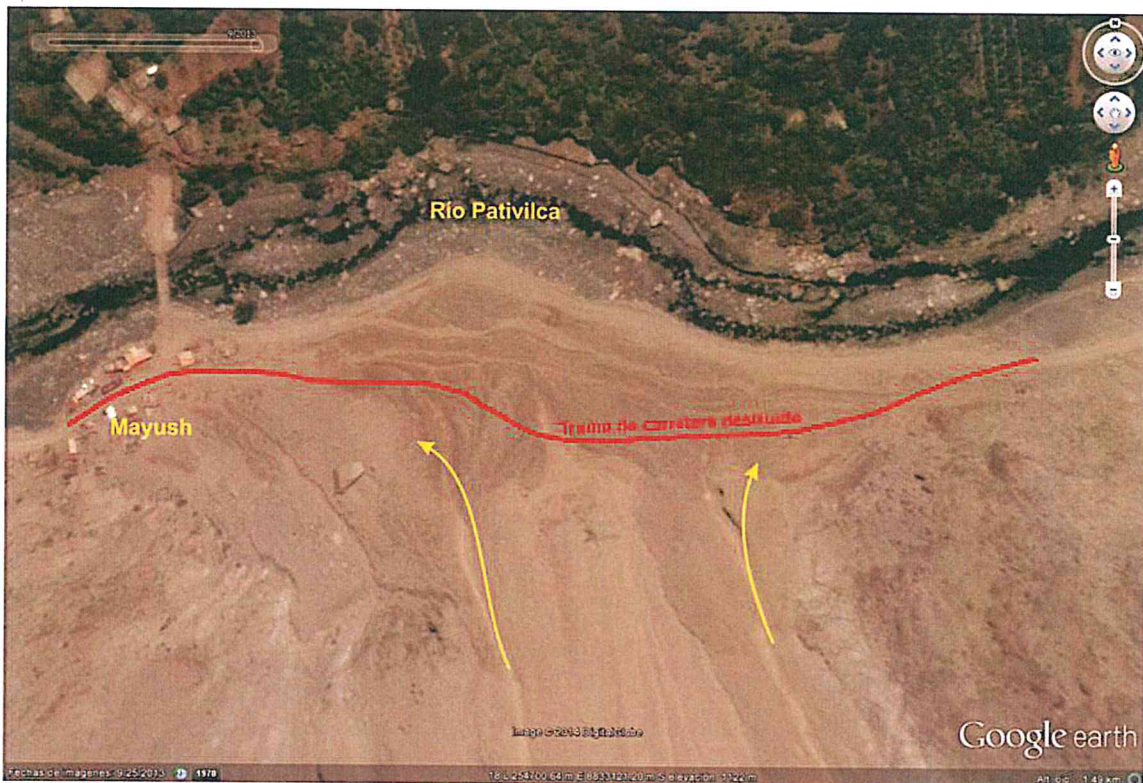


Figura 17. Se muestra el tramo carretero afectado (línea color rojo). Las flechas indican el desplazamiento del flujo.

La inestabilidad y características condicionantes existentes en los sectores evaluados, hacen suponer, que en la ladera norte del cerro Calana Punta Grande, se puedan generar derrumbes o flujos de detritos. Los derrumbes se podrían acelerar con la ocurrencia de movimientos sísmicos y/o lluvias intensas y los flujos de detritos por lluvias. Por ello es necesario reubicar las viviendas que se encuentran en la margen izquierda del río Pativilca.

## 6.0 ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS

A continuación se presentan algunas propuestas generales de solución para los problemas geodinámicos que afectan la zona en estudio<sup>1</sup>. Las mismas que están encaminadas a prevenir los procesos y mitigar los daños ante la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como flujo de detritos.

### 6.1 PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE FLUJOS DE DETRITOS

En el caso de cauces marcadamente torrenciales, en los que el fenómeno aparece generalizado por un flujo de detritos con transporte masivo de materiales y erosiones de márgenes, el tipo de estructuras que ofrece la solución más simple y efectiva son las obras transversales al eje del cauce, en forma de diques.

<sup>1</sup> El uso de este documento y la información contenida en él, es valedera para las áreas indicadas y en las ubicaciones descritas en este informe. El uso de la información para algún otro propósito o alguna otra ubicación es a sola responsabilidad del usuario.

Estas estructuras transversales, los diques, están orientados a la retención de la mayor cantidad posible de materiales, sólidos o líquidos, y entre los que se puede distinguir: los diques cerrados y diques "semihuecos" o de retenida selectiva (fotos 29, 30, 31 y 32).



Foto 29. Dique transversal con muro de gaviones en gradería.



Foto 30. Dique transversal de gaviones reforzado con contrafuertes para mayor resistencia al impacto del flujo. Ambos son diques completamente cerrados.



Foto 31.



Fotos 31 y 32. Diques "semihuecos" o de retenida selectiva. Con gradería canalizada para pérdida de la energía del flujo en los saltos sucesivos.

Para el caso de los flujos potenciales que pudieran generarse en las quebradas, los mismos que afectaría directamente a los poblados, se deben considerar la construcción de obras de contención transversales al eje del cauce.

Los diques trasversales, construidos con gaviones representan una alternativa económica, y técnicamente viable. Los gaviones caja representan un excelente resultado técnico y funcional en la construcción de los diques.

Se recomiendan los diques con gradería a en vez de los de pared vertical, ya que los primeros permiten la disipación de la energía del flujo en los saltos continuos a lo largo de la estructura. Para el diseño de estos, se deben considerar el caudal del flujo, las dimensiones de la quebrada, la tasa de erosión en la base, etc.

## 6.2 MEDIDAS CORRECTIVAS PARA EL CARCAVAMIENTO

Para la zona de cárcavas:

- a) Se debe reforestar, los cauces de quebradas, para evitar el ensanchamiento de la cárcava, con ello se va detener la erosión retrogresiva, que conllevan a la generación de derrumbes de pequeña escala. Figuras 18, 19 y 20.

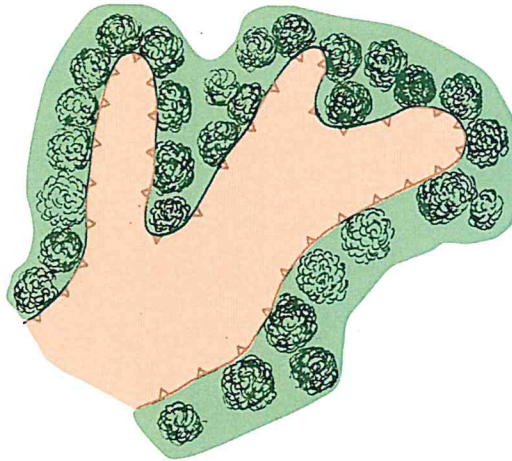
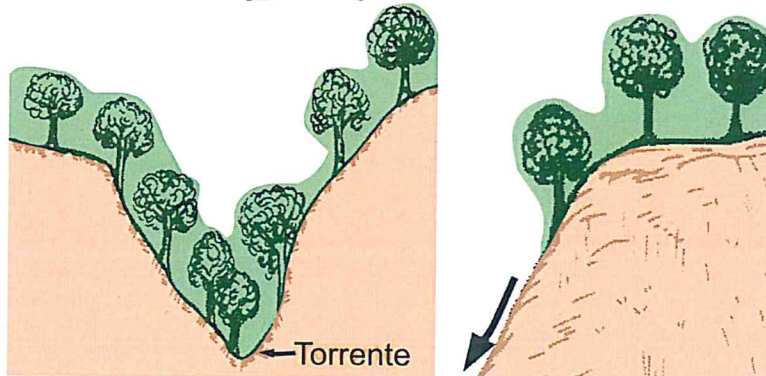


Figura 17.



Figuras 18, 19 y 20. Obras de forestación en zonas de carcaavamiento.

- b) *Construcción de barrera, rellenos y cortacorrientes.* Construir obras complementarias hidráulicas y control, mediante diques transversales como trinchos de madera, de enrocado o gaviones (figura 21). El objetivo de estas medidas, es disminuir la energía del agua, retener sedimentos para estabilizar la cárcava y proceder a sembrar vegetación.

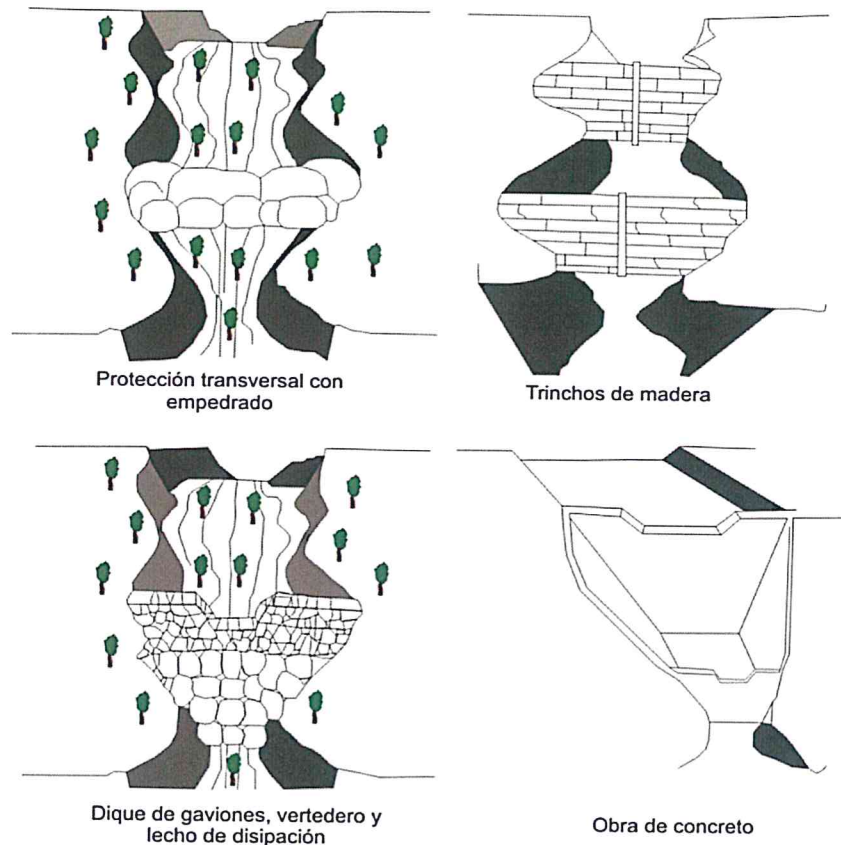


Figura 21. Obras hidráulicas transversales para cárcavas, fijación de sedimentos y protección de desagüeros naturales (Tomado de Instituto Nacional de Vías-Colombia-1998).

## 7.0 ÁREA DE REUBICACIÓN PARA EL SECTOR DE MAYUSH

Para la reubicación de las viviendas afectadas por el flujo de detritos del 8 de marzo del 2013, se proponen dos áreas:

### Área 1

Esta área propuesta se encuentra ubicada en una terraza, formada por el cuerpo de un flujo de detritos antiguo (figura 22).

Esta área podría ser afectada por problemas de erosiones fluviales por el río Pativilca. Es recomendable hacer protecciones ribereñas.

De ocurrir un embalse aguas arriba del río Pativilca, el desembalse podría afectar los bordes del sector propuesto para la reubicación. Hay que tener en cuenta que el cauce del río Pativilca, se estrecha en este sector.

Se tienen registros que en la quebrada Aco, se han generado flujos de detritos excepcionales, que han llegado a represar al río Pativilca, por lo que es necesario



atenuar los efectos. Una de las medidas es construir muros disipadores de energía a lo largo del cauce, establecer sistemas de alerta temprana.



Figura 22. Área de reubicación, ubicada en una terraza (líneas color rojo).

**Área 2**

Esta área se encuentra en la parte alta, sector Aco, consiste en una superficie aluvio-proluvial, donde no se presentan problemas de movimientos en masa que pueda afectar a la futura población. Se recomienda que el área de reubicación este alejada del cauce de las quebradas (figura 23)



Figura 23. Área de reubicación, ubicada entre Pimachi y Aco.

Para habilitar ambas áreas de reubicación también es necesario:

- a) Realizar un estudio de suelos, con la finalidad de determinar su capacidad portante.
- b) Realizar un sistema de drenaje superficial para evacuar las aguas pluviales, con la finalidad de no permitir la infiltración de agua al subsuelo.
- c) Controlar el agua de los regadíos, con la finalidad de no saturar el suelo.

## CONCLUSIONES

1. El caserío de Mayush, fue afectado por una avalancha de detritos no canalizado proveniente de la ladera norte del cerro Calana Punta Grande. Afectó 30 viviendas, 380 m de la carretera afirmada Pativilca-Cajatambo, falleció una persona y represó al río Pativilca.
2. Por las condiciones geodinámicas que presenta el terreno donde se ubica el caserío Mayush, material inestable en la ladera, Se le considera como **peligro muy alto**, por lo que es necesario reubicar las viviendas.
3. Las causas de la avalancha de detritos, son pendiente del terreno, material suelto (proveniente de derrumbes y erosión de laderas) y terreno sin cobertura vegetal.
4. La avalancha de detritos, fue detonado por precipitaciones pluviales concentradas en el cerro Calana Punta Grande.
5. De presentarse un movimiento sísmico, en la ladera norte del cerro Calana Punta Grande, se podría generar un derrumbe.
6. La avalancha de detritos, al discurrir por el cauce del río Pativilca generó el flujo de detritos, duro tres días (según versiones de los lugareños).
7. El puente Mayush, funcionó como barrera, obstruyendo el paso del flujo de detritos por el cauce del río Pativilca.

## RECOMENDACIONES

1. Reubicar las viviendas ubicadas en la parte baja de la ladera norte del cerro Calana Punta Grande y declararla zona intangible por peligros geológicos. Esta labor que será coordinada por la Municipalidad distrital de Aco de Carhuapampa.
2. Para la quebrada Aco, a lo largo del cauce, construir muros disipadores de energía, para ello se tendrán realizar estudios detallados, para determinar las características y separación de los muros.
3. Implantar un sistema de alerta temprana.
4. Se dan dos propuestas de áreas de reubicación:
  - Área 1, ubicada en una terraza proluvial, originada por un antiguo flujo de detritos. Donde se pueden generar erosiones fluviales.
  - Área 2, ubicada en una terraza aluvio-proluvial, donde es poco probable que se generen movimientos en masa.
5. El puente Mayush, debe ser reubicado o modificar su estructura, porque es punto de estrechamiento del cauce del río Pativilca.

## BIBLIOGRAFIA

Cobbing, J., Pitcher, W. & Garayar, J. (1973). ***Geología de los cuadrángulos de Barranca (22-h), Ambar (22-i), Oón (22-j), Huacho (23-h), Huaral (23-j) y Canta (23-j)***. Actualizado por la Dirección de Carta Geológica Nacional. Carta Geológica Nacional. Boletín N° 26 Serie A. 172 Págs.

Cobbing, J., Sanchez, A. & Martinez, W. (1996). ***Geología de los cuadrángulos de Huaraz (20-h), Recuay (20-i), La Unión (20-j), Chuiquian (21-i) y Yanahuanca (22-j) y Canta (23-j)***. INGEMMET. Carta Geológica Nacional. Boletín N° 76 Serie A. 138 Págs.

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***, 404 Págs.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú, SENAMHI (2010) - ***Mapa de Precipitación Anual, Periodo Normal (Septiembre – Mayo)***. En INDECI, Atlas de Peligros del Perú 2101. 318-319 p, Lima.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía del Perú, SENAMHI (2010) - ***Mapa de Precipitación Acumulada durante el evento “El Niño 97/98”***. En INDECI, Atlas de Peligros del Perú 2010. 320-321 p, Lima.

Zavala, C.; Luque, G. Valderrama, P., Barrantes, R. & Pari, W. (2009). ***Riesgos Geológicos en la Región Ancash***. INGEMMET. Geodinámica e Ingeniería Geológica. Serie “C”. 280 Págs.