

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7074**

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR QUEBRADA GUAYABO Y ALREDEDORES**

Región Lima  
Provincia Yauyos  
Distrito Tauripampa



## Contenido

	<b>RESUMEN</b>	1
1.	<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
	1.1 Objetivos	2
	1.2 Antecedentes y trabajos previos	2
2.	<b>ASPECTOS GENERALES</b>	3
	2.1 Ubicación y accesibilidad	3
	2.2 Clima	4
3.	<b>ASPECTOS GEOLÓGICOS</b>	5
	3.1 Formación Tantará (P-tt/tbx)	5
	3.2 Grupo Sacsaquero (P-sa/tbx)	5
	3.3 Depósitos de Morrenas (Qpl-mo)	5
4.	<b>ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b>	7
	4.1 Pendiente del terreno	8
	4.2 Unidades geomorfológicas	8
	4.2.1 Unidad de montañas	8
	4.2.1 Unidad de piedemontes	8
5.	<b>PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA</b>	10
	5.1 Conceptos generales	10
	5.1.1 Deslizamiento	10
	5.1.2 Derrumbe	11
	5.1.3 Flujo de detritos (huaicos)	12
	5.2 Eventos en el sector Quebrada Guayabo (Tauripampa)	13
	5.2.1 Características del deslizamiento, derrumbe, flujo de detrito	18
	5.3 Factores condicionantes y desencadenantes	18
	5.4 Condiciones geodinámicas actuales del terreno	19
6.	<b>SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA</b>	21
7.	<b>MEDIDAS CORRECTIVAS Y/O PREVENTIVAS</b>	23
	7.1 Medidas de control de deslizamientos, derrumbes y erosión en cárcavas	23
	7.2 Medidas de control para zonas de flujos y cárcavas	28
	7.3 Zona de reubicación	32
	<b>CONCLUSIONES</b>	34
	<b>RECOMENDACIONES</b>	35
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	36

## **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR QUEBRADA GUAYABO Y ALREDEDORES**

**(Distrito Tauripampa, provincia Yauyos, región Lima)**

### **RESUMEN**

El presente informe consigna la “Evaluación de peligros geológicos en el sector Quebrada Guayabo y alrededores”, localizado en el distrito de Tauripampa, provincia Yauyos, región Lima.

El objetivo de la evaluación geológica es determinar las condicionantes geológicas y geodinámicas de la zona (naturales y antrópicas), que originaron el deslizamiento que afecta al distrito de Tauripampa y alrededores; a fin de proponer medidas correctivas que las autoridades competentes implementen en el sector, dentro del marco de la gestión del riesgo de desastre.

Geológicamente, en la Quebrada Guayabo afloran secuencias volcánicas de la Formación Tantará, conformadas por tobos de brechas con líticos de andesita porfirítica y lavas andesíticas y dacíticas, y hacia el tope flujos de material piroclástico, andesitas y dacitas con matriz de tobos de lapilli con delgados horizontes de limoarcillitas, areniscas con material volcánico y aglomerados volcánicos, pertenecientes al Grupo Sacsacero; las cuales desde el punto de vista geotécnico son rocas con características mecánicas de regular a mala calidad, ya que se encuentran medianamente a muy fracturadas y meteorizadas. Se identifican dos geoformas importantes, la de montañas en roca volcánico-sedimentaria (RM-rvs), que ocupa la mayor parte del área estudiada; y “vertiente coluvio deluvial” (V-co/d), que se origina por la acumulación de materiales, asociados a movimientos en masa tipo derrumbes, deslizamientos, y flujos de detritos

Los trabajos de evaluación geológica-geodinámica permitió determinar la presencia de deslizamientos, derrumbes y flujo de detritos activos de recurrencia periódica, todos estos inmersos dentro de un área mayor de deslizamiento antiguo, con dimensiones totales de aproximadamente 1100 m de longitud y 550 m de ancho, a lo largo de un escarpe de 220 m de longitud que genera un área de material inestable de 605000 m<sup>2</sup>.

Según las autoridades de la zona, se han registrado daños importantes con el último evento del 13 de febrero del 2019, esto fue evidenciado con los trabajos de campo, donde se pudo constatar la afectación en viviendas y terrenos superficiales, además el evento ocasionó la muerte de dos personas debido a la ocurrencia de un derrumbe de rocas.

Por las condiciones observadas se concluye que la zona de Quebrada Guayabo y alrededores, se encuentra sujeta a un alto peligro, en temporada de lluvias u ocurrencia de un eventual movimiento sísmico.

Finalmente, en el presente informe se brindan recomendaciones entre las cuales se destaca la construcción de zanjas de drenajes, construcción de terrazas en la ladera, realizar trabajos de reforestación y evitar la quema de vegetación; recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades pongan en práctica para reducir la vulnerabilidad de personas y sus bienes, y por tanto reducir el riesgo a los peligros geológicos. Estas recomendaciones se plantean con la finalidad de minimizar las ocurrencias y los daños que pueden ocasionar los procesos identificados.

## EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR QUEBRADA GUAYABO Y ALREDEDORES (DISTRITO TAURIPAMPA, PROVINCIA YAUYOS, REGIÓN LIMA)

### 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, dentro de sus ámbitos de competencia y funciones, se encarga de “identificar, caracterizar, estudiar y monitorear los peligros geológicos”.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), a través de la ACT-7: “Evaluación de peligros geológicos y consideraciones geotécnicas a nivel nacional”, realiza la evaluación de estos eventos naturales, cuyo objetivo y alcances es de contribuir con las entidades gubernamentales en los diferentes niveles de gobierno (local, regional y nacional) en los trabajos de reducción del riesgo de desastres en nuestro país.

El alcalde de la municipalidad distrital de Tauripampa, mediante Oficio N°124-2019-MDT/Y-RL, solicita una evaluación técnica de peligros geológicos en el distrito de Tauripampa y alrededores; el INGEMMET a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico designó al Ingeniero Manuel Rosas Casusol, para que realice la evaluación. Los trabajos de campo se realizaron en septiembre del 2019, donde se tuvo la participación de los Sres. Román Vega Ruiz (representante de INDECI), Dacio Ferrer Vivas (vicepresidente de la comunidad de Tauripampa) y Maribel Tadeo Soriano (poblador del distrito de Tauripampa).

El informe presenta los resultados de la evaluación geológico-geodinámica, así como conclusiones y recomendaciones pertinentes, la misma que se realizó mediante la recopilación y análisis de información existente, interpretación de imágenes satelitales, y trabajos de campo.

Este informe, se pone en consideración del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (*CENEPRED*), el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

#### 1.1 Objetivos

- Realizar la caracterización y evaluación de los peligros geológicos en el sector de Quebrada Guayabo y zonas aledañas (distrito Tauripampa, provincia Yauyos, región Lima).
- Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

#### 1.2 Antecedentes y trabajos previos

Se tienen trabajos previos y publicaciones realizadas a diferentes escalas por el INGEMMET que incluyen la zona evaluada, relacionados a temas de geología y peligros geológicos, de los cuales destacan los siguientes:

- a) Informe técnico: “Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Lima-Primer Reporte” (Luque, G. et al., 2014), donde se menciona 13 zonas críticas en la provincia de Yauyos, siendo la más próxima a la zona de estudio, el sector de Capillucas,

distrito de Ayauca, donde el área está sujeta a flujos de detritos (huaicos), derrumbes, deslizamientos y erosión de laderas, con presencia de bloques caídos al pie del talud por encima del poblado de Capillucas.

- b) Boletín N° 8: “Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Cañete” (INGEMMET, 1985), que en el capítulo 9.0, “Resumen de la Evaluación Geodinámica y Seguridad Física de los Centros Poblados de la Cuenca del Río Cañete”, reporta un proceso geodinámico en la zona de Calachota, que consistió en erosión fluvial y huaicos en la quebrada Aucampi, distrito de Ayauca, contiguo al distrito de Tauripampa por el lado este. Se recomienda realizar un estudio local de geodinámica externa y la posible reubicación del centro poblado de Calachota.
- c) Boletín N° 44, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Mala (26-j), Lunahuaná (26-k), Tupe (26-i), Conayca (26-m), Chinchá (27-k), Tantarà (27-i) y Castrovirreyna (27-m)”, (Salazar, H. et al., 1993), describe la geomorfología, la geología (estratigrafía y rocas intrusivas), la geología estructural y geología económica del área en mención, a escala 1/100 000.
- d) “Memoria Descriptiva de la Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Lunahuaná (26-k)”, (De La Cruz, J. et al., 2003), que revisa y actualiza la Carta Geológica del cuadrángulo de Lunahuaná en cuatro hojas a escala 1/50,000 con la finalidad de poder proporcionar mayor detalle de las diferentes unidades que se encuentran aflorando en la hoja, entre ellas la Formación Tantarà y el Grupo Sacsacero, que afloran en la zona del deslizamiento del sector Quebrada Guayabo (Tauripampa).

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. Ubicación y accesibilidad

El sector “Quebrada Guayabo” se ubica en la margen izquierda del río Guayabo, afluente del río Omas, en el flanco noreste del cerro Huaruco, donde en su parte inferior se ubica el centro poblado de Tauripampa que es la capital del distrito del mismo nombre, provincia de Yauyos, región Lima (figura 1), a una altitud aproximada de 3680 m s.n.m., cuyas coordenadas UTM de sus vértices se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1: Coordenadas de ubicación del sector Quebrada Guayabo.**

SECTOR	VÉRTICE	NORTE	ESTE
QUEBRADA GUAYABO	1	8604736	373985
	2	8603884	373816
	3	8603987	373352
	4	8604963	373527

El acceso desde Lima hacia el distrito de Tauripampa se realizó por vía terrestre a través de la carretera Panamericana Sur, siguiendo la ruta Lima-Asia-Omas-Tauripampa, por un tiempo de recorrido estimado de 4 horas y 10 minutos (tabla 2).

**Tabla 2: Ruta de acceso a la zona evaluada**

Vía	De	A	Kms	Tiempo (hr)	Estado de Vía
Terrestre	Lima	Asia	98	1:20	Asfaltada/Buena
Terrestre	Asia	Esquina de Omas	48	1:40	Afirmada/Regular a Buena
Terrestre	Esquina de Omas	Tauripampa	35	1:10	Afirmada/Regular
<b>Total</b>			<b>181</b>	<b>4:10</b>	

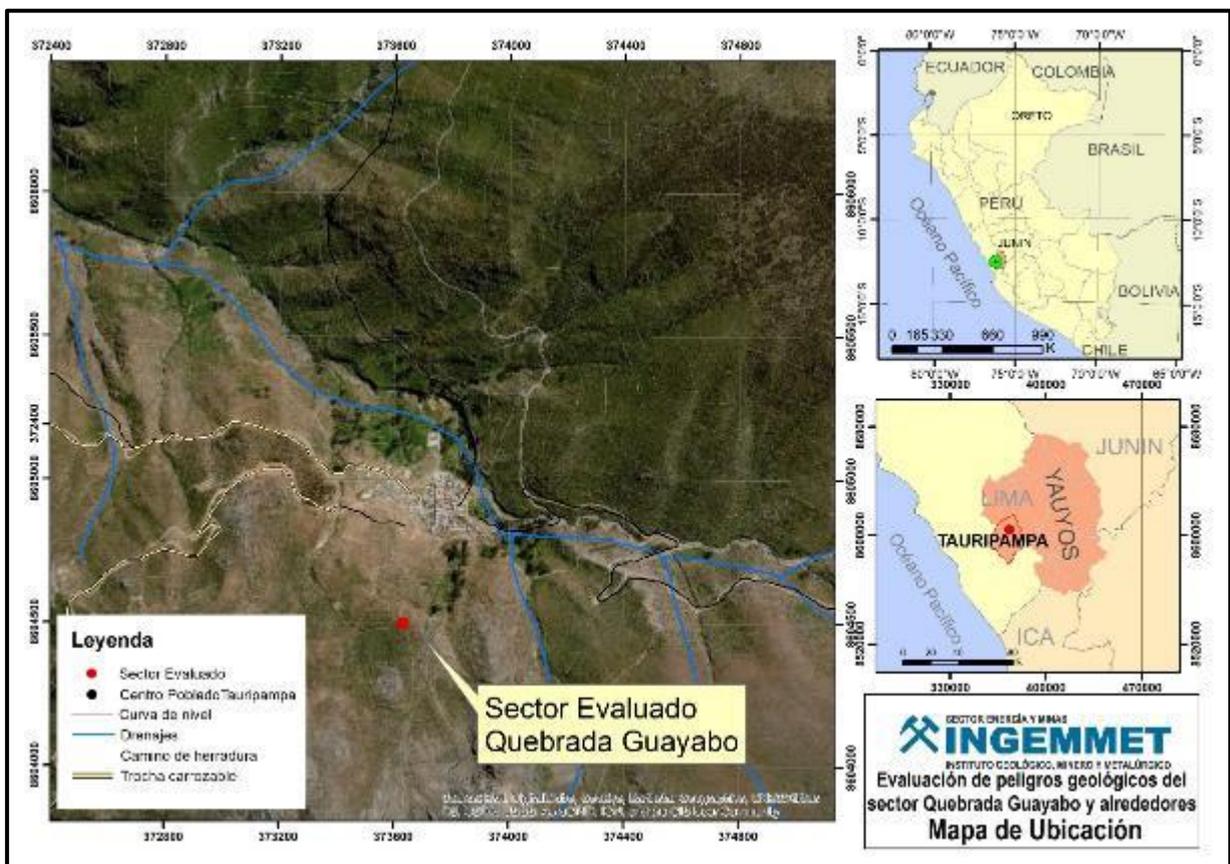


Figura 1: Mapa de ubicación del centro poblado y distrito de Tauripampa, provincia de Yauyos, región Lima.

## 2.2. Clima

Tomando como referencia la información del mapa de clasificación climática del Perú, elaborado por el SENAMHI, con datos meteorológicos durante un periodo de 20 años (1965 – 1984), y utilizando el sistema de clasificación de Werren Thornthwaite, se define a la zona con un clima semiseco, frío y húmedo, propio de la región de la sierra, correspondiendo a los valles interandinos bajos e intermedios, situados entre los 1000 a 3500 m s.n.m.

Las temperaturas sobrepasan los 20 °C y la precipitación anual se encuentra por debajo de los 500 mm, aunque en las zonas más elevadas, húmedas y orientales puede alcanzar los 1200 mm.

### **3. ASPECTOS GEOLÓGICOS**

De acuerdo a las observaciones de campo y los estudios geológicos realizados en la carta geológica nacional, manifiestos en el mapa geológico del cuadrángulo de Lunahuana (hoja 26-k), en la zona evaluada afloran las siguientes unidades litológicas (figura 02)

#### **3.1 Formación Tantará (P-tt/tbx)**

Esta unidad litológica está compuesta por derrames andesíticos, riódacíticos y dacíticos de color gris a pardo violáceo; con textura porfirítica y a veces afanítica. En forma subordinada presenta intercalaciones de brechas andecíticas a dacíticas y tobas andecíticas a riolíticas, dispuestas en una pseudo estratificación de capas medianas a gruesas lenticulares.

En la zona evaluada esta unidad se presenta conformada por toba de brechas, de color gris verdoso a gris violáceo, con líticos de andesita porfirítica, subangulosos, mayores a 5 cm de diámetro, medianamente a muy fracturadas y altamente meteorizadas, de características geomecánicas de regular a mala calidad. (fotografía 1 y figura 2).

#### **3.2 Grupo Sacsaquero (P-sa/tbx)**

Compuesta por una secuencia volcánica-sedimentaria de derrames andesíticos intercalados con tobas soldadas y tobas redepositadas; además de intercalación de areniscas, limoarcillitas y calizas lagunares que se adelgazan desapareciendo por lenticularidad.

Se constituye de un miembro inferior de naturaleza sedimentaria piroclástica y un miembro superior lávico, con algunas intercalaciones piroclásticas; siendo evidentes en la quebrada Guayabo las características litológicas del miembro inferior, donde se tiene flujos de material piroclástico, andesitas, dacitas y pómez dentro de una matriz de tobas de lapilli color beige, moderadamente compactas; con delgados horizontes de limoarcillitas, areniscas con material volcánico y aglomerados volcánicos.

Esta secuencia litológica posee características geotécnicas que permiten calificarlas como rocas de regular a mala calidad, ya que se encuentran fracturadas y meteorizadas, que generan material residual (fotografía 2 y figura 2).

#### **3.3 Depósitos de Morrenas (Qpl-mo)**

Depósitos del cuaternario reciente, constituidos por bloques polimícticos con formas subangulares a subredondeadas, englobados dentro de una matriz de grava o matriz limo-arenosa; los clastos que predominan son de origen volcánico con algunas rocas de origen intrusivo, su distribución es caótica.

Se sitúan hacia el lado este-noreste de la zona evaluada, aguas arriba del río Guayabo (figura 2).

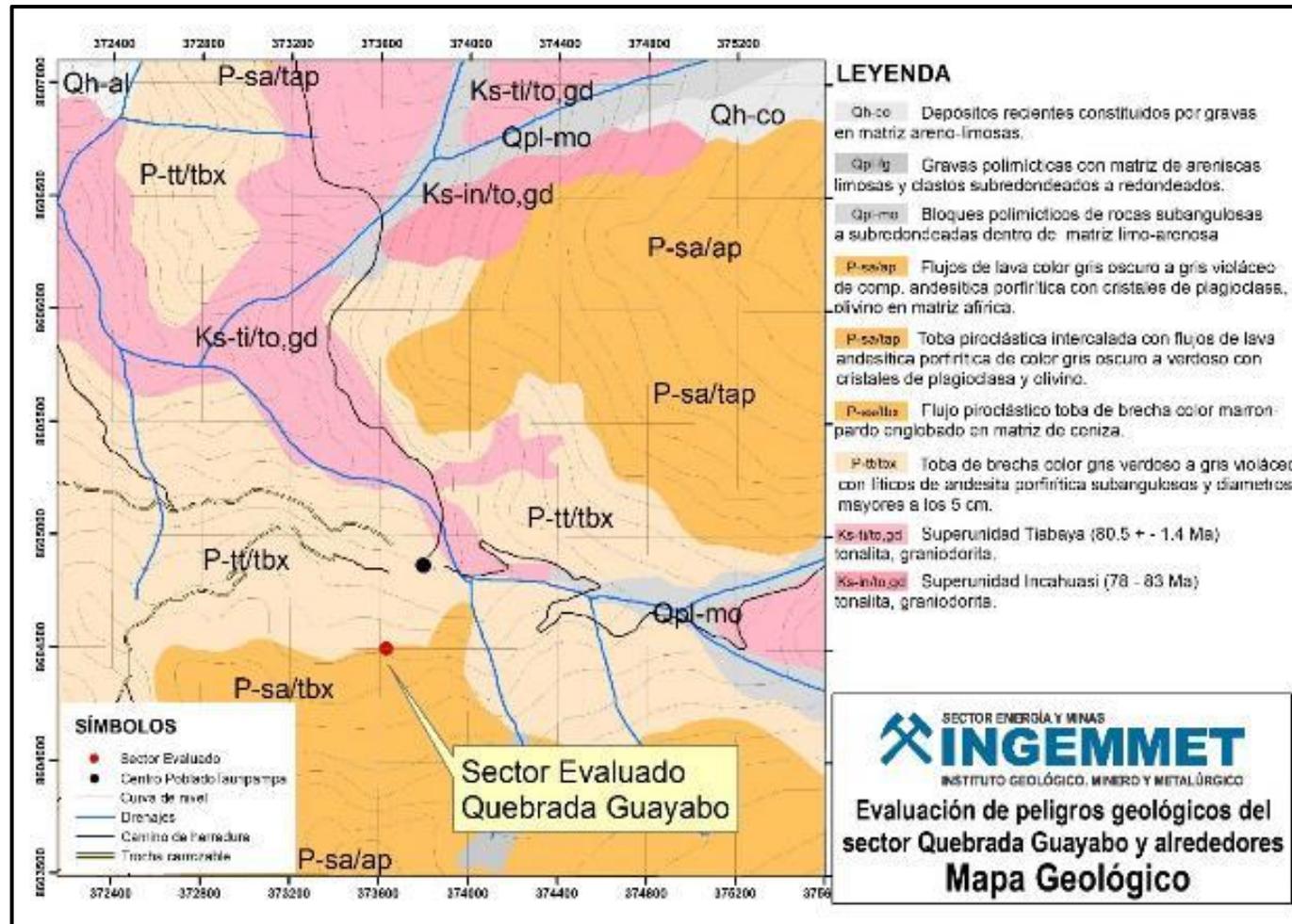


Figura 2: Mapa geológico del distrito de Tauripampa y zonas adyacentes, en él se observan las unidades litoestratigráficas aflorantes más importantes del área inspeccionada.



Fotografía 01: Vista de un afloramiento constituido por derrames andesíticos a dacíticos, con tobas brechadas, gris pardas a verdosas, con líticos de andesita porfirítica, subangulosos, de la Formación Tantará. El afloramiento ocurre en la ladera inferior a media del flanco noreste del cerro Huaruco, contigua al centro poblado y distrito de Tauripampa.



Fotografía 2: En la vista se observa un afloramiento piroclástico constituido por andesitas y dacitas, algo brechadas, en una matriz de tobas de lapilli de color beige parduzco, algo compactas; intercaladas con delgados horizontes de limoarcillitas, areniscas con material volcánico y aglomerados volcánicos. Pertenecen al miembro inferior del Grupo Sacsaquero, que aflora en la parte superior de la ladera contigua al centro poblado y distrito de Tauripampa.

#### **4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

El área de estudio presenta una topografía variada; el relieve del flanco noreste del cerro Huaruco presenta pendientes que varían de moderado a accidentado (fotografías 1 y 2; figura 3).

#### **4.1. Pendiente del terreno**

Uno de los aspectos importantes en la clasificación de unidades geomorfológicas, además del relieve, es la pendiente de los terrenos, considerado uno de los principales factores dinámicos de los movimientos en masa, ya que determina la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002).

La pendiente en las laderas que circundan al área de estudio, ubicado en la margen izquierda del río Guayabo, presentan valores que varían entre 15° y 35° en promedio, lo que le da un aspecto de relieve moderado a accidentado (fotografías 1 y 2; figura 3).

#### **4.2. Unidades geomorfológicas**

En la zona evaluada y sus alrededores se han identificado las siguientes geoformas:

##### **4.2.1. Unidad de Montaña**

Una montaña es la unidad o componente de una cadena de cerros, de diverso origen, con más de 300 m de desnivel respecto a su nivel de base local, cuya cima puede ser aguda, redondeada o tabular, sus laderas regulares e irregulares a complejas, y su pendiente o declive superior al 30% (Zavala & Rosado, 2010). Se identificó en la zona evaluada las siguientes subunidades:

##### **Subunidad de montaña en roca volcánico-sedimentaria (RM-rvs)**

Esta subunidad geomorfológica ocupa la mayor parte del área estudiada. Las montañas presentan laderas con pendientes que varían de moderadas a fuertes (15° - 35°). Litológicamente está compuesta por secuencias volcánico sedimentarias, paleógenas - neógenas (tobas brechadas, andesitas, dacitas, riocacitas, limoarcillitas y aglomerados volcánicos) de la Formación Tantará y el Grupo Sacsacero (miembro inferior), las cuales se caracterizan por presentar caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos. También se originan flujos de detritos o huaicos en áreas con procesos de erosión de laderas (figura 3).

##### **4.2.2. Unidad de Piedemonte**

Ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y las áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y las acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. Se identificó en la zona evaluada las siguiente subunidad de piedemonte:

##### **Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)**

Esta subunidad geomorfológica es producto de la acumulación de materiales heterogéneos de tamaños variados en las bases de las laderas de las montañas y escarpes, de magnitud cartografiable, asociados a movimientos en masa (derrumbes, deslizamientos, deslizamiento-flujos y avalancha de detritos), los cuales pueden reactivarse a manera de deslizamientos, derrumbes, o sufrir procesos de erosión de laderas (surcos y cárcavas). Está constituida por fragmentos gruesos, heterogéneos, heterométricos, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla, como matriz.

Su distribución es caótica. Forman suelos de color pardo amarillento y gris oscuro con bloques angulosos que poseen diámetros variables (menores a 0.25 m) en matriz arcillo-limosa (figura 4).



Figura 3: Unidad geomorfológica de Montaña en roca volcánico-sedimentaria (RM-rvs), con pendientes moderadas a fuertes, en la vista la pendiente es de 35° de inclinación, aproximadamente.

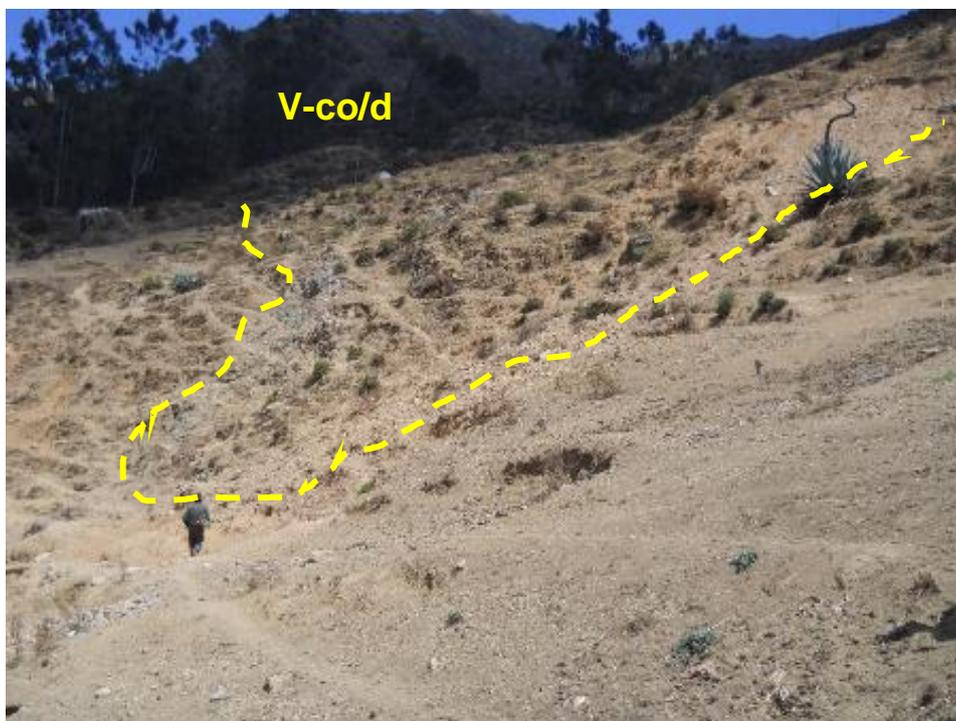


Figura 4: En la vista se observa un depósito de materiales coluvio-deluviales en la parte inferior del cuerpo de deslizamiento, en el sector "Quebrada Guayabo", margen izquierda del río Guayabo, encima del centro poblado de Tauripampa.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras, por efecto de la gravedad (Cruden, 1991 en PMA: GCA, 2007).

Los movimientos en masa representan procesos geológicos superficiales, que involucran la remoción de masas rocosas con características inestables, depósitos inconsolidados de diferente origen, competencia y grado de cohesión, o la combinación de ambos, por efecto de la gravedad (Medina, 2014).

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el área de estudio corresponden principalmente los tipos denominados como deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos (huaicos) y movimientos complejos.

### 5.1. Conceptos generales

La ocurrencia de los procesos de movimientos en masa identificados en la zona de estudio, tiene como principales factores condicionantes e intrínsecos a la litología (calidad de la roca y permeabilidad), morfología y pendiente del terreno, los cuales se detonan ante la presencia de lluvias de gran intensidad o de gran duración (excepcionales).

#### 5.1.1. Deslizamiento

Es un movimiento ladera bajo 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.

Según la clasificación de Varnes (1978), se puede clasificar a los deslizamientos, según la forma de la superficie de rotura por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. En rocas competentes las tasas de movimiento son con frecuencia bajas, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas (PMA: GCA, 2007). En la figura 5, se representan las partes principales de un deslizamiento. De acuerdo al mecanismo de ocurrencia y tipo de escarpa de falla originada, se pueden mencionar a los deslizamientos rotaciones, los cuales se caracterizan porque la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava, con un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante, y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (PMA: GCA, 2007).

Para el caso de sector Quebrada Guayabo y alrededores, los deslizamientos formados son de tipo rotacional, donde la masa deslizada se ha desplazado sobre una superficie curva y cóncava, como se puede esquematizar en las figuras 5 y 6.

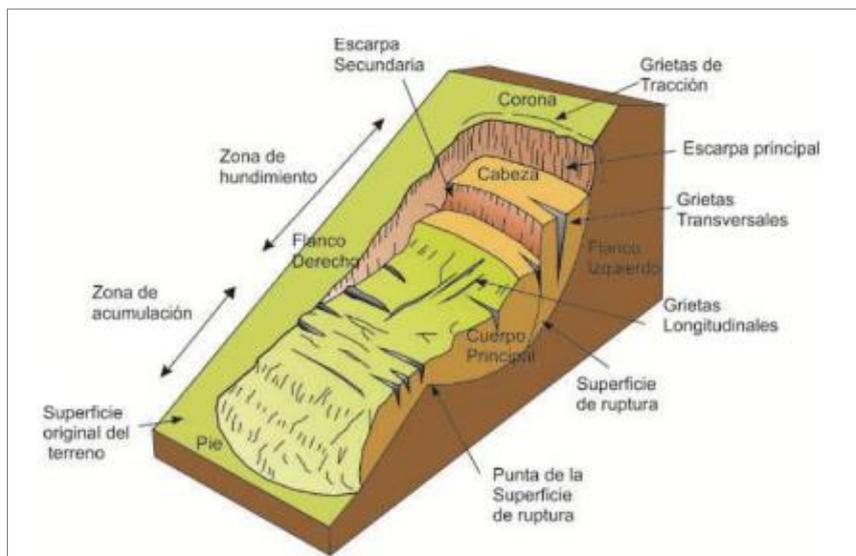


Figura 5: Esquema de un deslizamiento rotacional. Fuente: Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas (PMA: GCA, 2007).

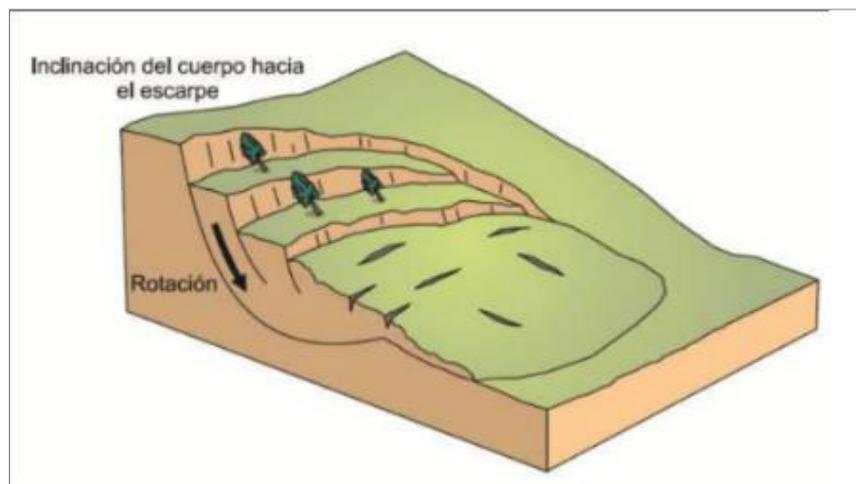


Figura 6: Se muestra la inclinación del cuerpo del deslizamiento y la forma cóncava que tiene la masa inestable. Fuente: Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas (PMA: GCA, 2007).

### 5.1.2. Derrumbe

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 desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978).

Forma en la base un depósito caótico de material grueso, es producido por el socavamiento de la base de riberas fluviales, áreas costeras, acantilados rocosos, en laderas de moderada a fuerte pendiente, por acción de lluvias, movimientos sísmicos y antrópica (cortes de carreteras o áreas agrícolas). Estos movimientos tienen velocidades muy rápidas a extremadamente rápidas (figura 7).

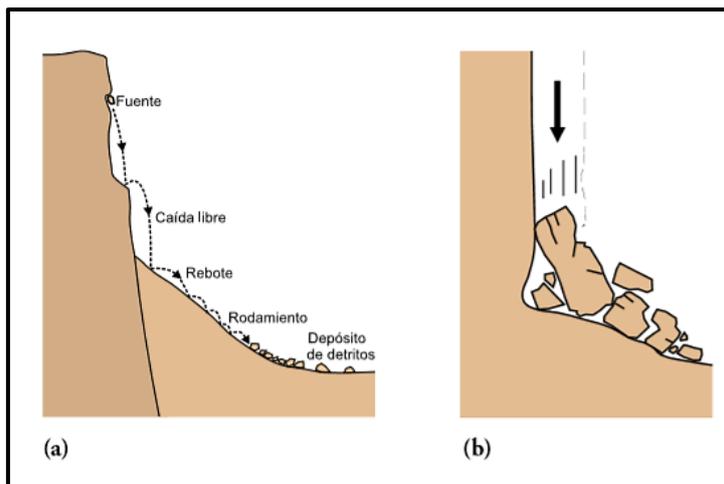


Figura 7: (a) Esquema de un derrumbe o caída de rocas. (b) Corominas y Yagué (1997) denominan a este movimiento “colapso”. Fuente: Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas (PMA: GCA, 2007).

### 5.1.3 Flujo de detritos (Huaicos)

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 (figura 8).

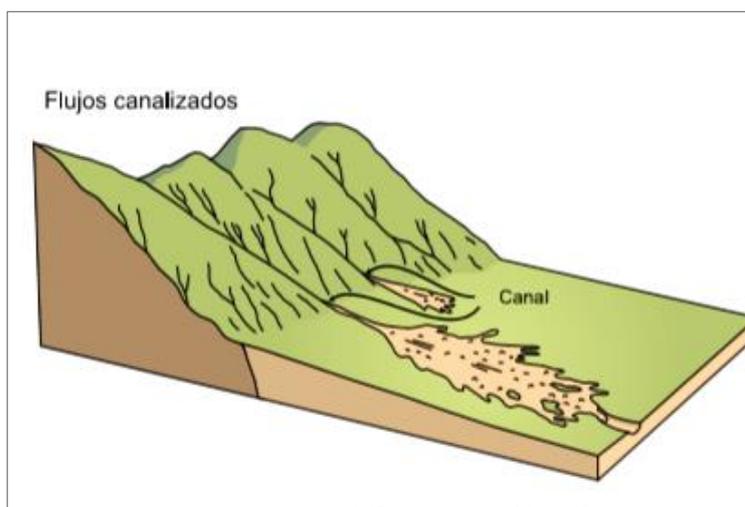


Figura 8: Esquema de flujos canalizados y no canalizados, según Cruden y Varnes (1996). Fuente: Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas (PMA: GCA, 2007).

## 5.2 Eventos en el sector Quebrada Guayabo (Tauripampa)

Como resultado de las intensas precipitaciones pluviales ocurridas entre los meses de enero y marzo del año 2019, aunado a la presencia de factores condicionantes como son la mala calidad del sustrato rocoso y la pendiente del terreno, el 13 de febrero de 2019 a las 02:00 horas, se registraron deslizamientos y derrumbes en el sector Quebrada Guayabo, el cual causó la muerte de dos personas, que se encontraban en el interior de su vivienda, además de daños en la vía de acceso al centro poblado (figura 9).



Figura 9: Vivienda impactada por derrumbe de rocas ocurrido el 13 de febrero del 2019, donde se produjo la pérdida de vida de 02 pobladores de la zona.

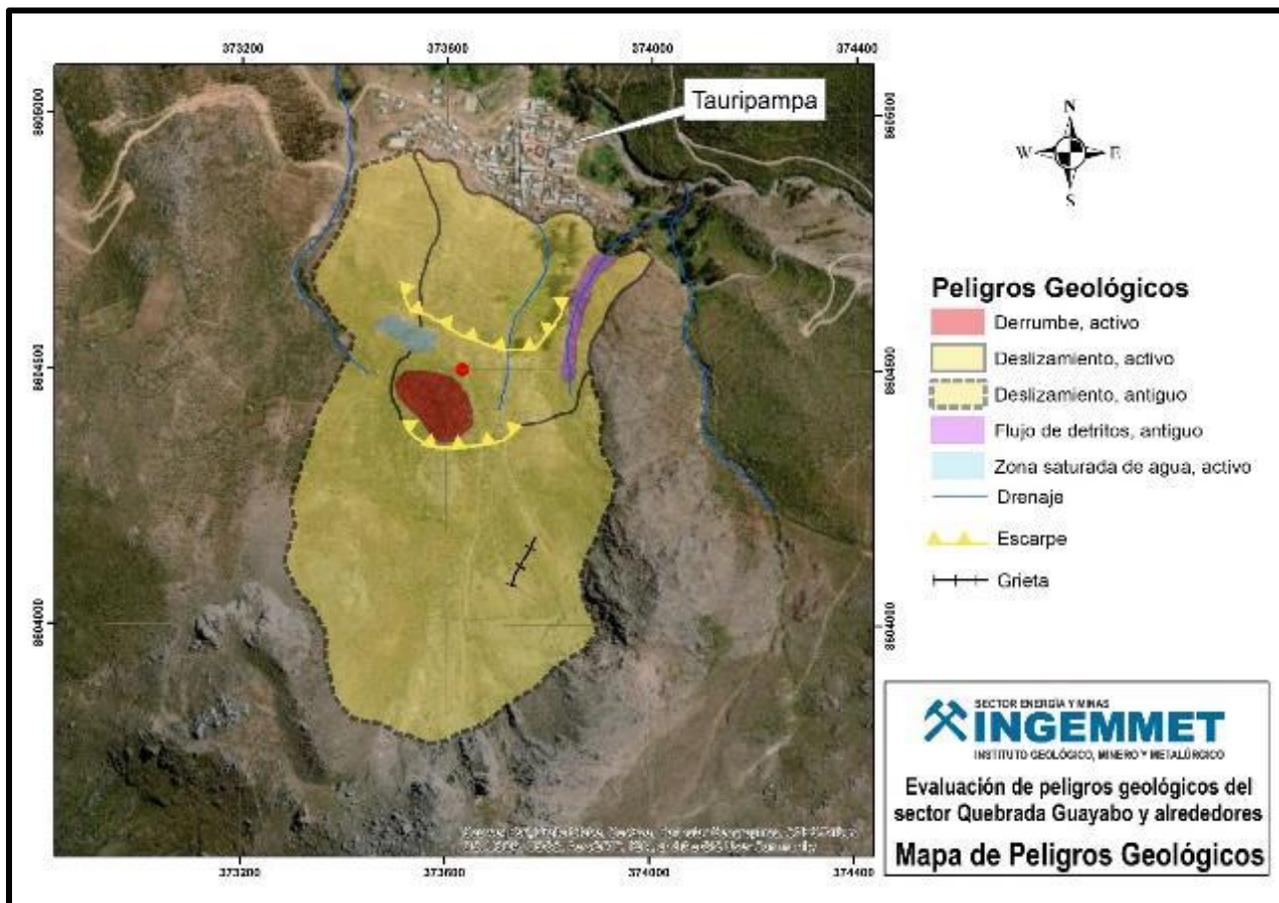


Figura 10: Vista general del Movimiento Complejo del sector Quebrada Guayabo, se observan las dos clases de deslizamiento, activo y antiguo, el deslizamiento y derrumbe activo en la parte media a superior de la quebrada Guayabo, y el flujo de detritos (huaico) antiguo (2017) en la quebrada Wisca (a la derecha de la quebrada Guayabo).

### 5.2.1 Características del deslizamiento, derrumbe, flujo de detritos

El evento principal es un deslizamiento de tipo rotacional reactivado, en formas de deslizamiento y derrumbe, también se presentan flujos de detritos (huaicos) en la quebrada Wisca (paralela y adyacente a la quebrada Guayabo) (figura 10).

#### a) Sector “Quebrada Guayabo”

La quebrada Guayabo es afluente por la margen izquierda del río Guayabo, que a su vez es afluente del río Omas. La quebrada en mención disecta una ladera del flanco noreste del cerro Huaruco, en cuya parte inferior se ubica el centro poblado de Tauripampa.

En la zona evaluada se observa un deslizamiento rotacional, activo, que se ubica en la parte inferior a media de la ladera, entre los 3530 a 3740 m s.n.m., aproximadamente, en un área moderada a fuertemente inestable, con dimensiones aproximadas de 500 m de longitud y 350 m de ancho. En la parte superior del deslizamiento activo se observa el escarpe principal, que tiene una longitud aproximada de 210 m y una pendiente promedio de 35°. (fotografía 3).

Presenta grietas en la superficie del terreno con aperturas que varían entre 5 y 10 cm, con una longitud promedio de 25 a 50 cm, rumbo promedio N05°E a N-S, con asentamientos del orden de 20 a 30 cm (fotografía 4).

También se observa un derrumbe activo, en la parte superior del deslizamiento rotacional antes descrito, de dimensiones aproximadas de 180 m de longitud y 75 m de ancho. Se ubica por debajo de la zona de escarpe, estando la cota central del derrumbe a 3725 m s.n.m. Desde esta zona inestable se produjo la caída de rocas que ocasionó la muerte de dos pobladores del distrito de Tauripampa el 13 de febrero del año 2019 (fotografía 5).

Por debajo del derrumbe activo se observa una zona saturada de agua, con una superficie aproximada de 4800 m<sup>2</sup> aproximadamente, que en época de lluvias (enero – marzo) tiende a aumentar la zona saturada notoriamente.

Ambas reactivaciones se desarrollan dentro de un cuerpo de deslizamiento antiguo (ya presente antes del 2017 según versiones de los pobladores. Este deslizamiento presenta dimensiones de 1100 m de longitud y 550 m de ancho, aproximadamente, ubicado a una altitud de 3980 m s.n.m y pendiente promedio de 15° (fotografía 6).



Fotografía 3: Área del sector Quebrada Guayabo, que pertenece a la zona del deslizamiento activo, con pendiente igual o superior a 35° de inclinación.



Fotografía 4: Grieta con apertura de 05 a 10 cm, longitud visible en superficie de 25 a 50 cm, produce asentamiento del orden de 20 a 30 cm, ubicada cerca de la escarpa del deslizamiento activo del sector Quebrada Guayabo.



Fotografía 5: Bloque de toba andesítica brechada de hasta 5 m de longitud, en el sector del derrumbe activo de la quebrada Guayabo, debajo de la zona de escarpe.



Fotografía 6: Vista panorámica con dirección al sureste del sector Quebrada Guayabo, que pertenece a la zona del deslizamiento antiguo, con pendiente promedio de 10° a 15° de inclinación.

**b) Sector “Quebrada Wisca”**

La quebrada Wisca se ubica 150 m al este de la quebrada Guayabo, paralela y adyacente a ésta y transversal al río Guayabo. Disecta la misma ladera del flanco noreste del cerro Huaruco, en cuya parte inferior se ubica el centro poblado de Tauripampa.

En la quebrada Wisca se producen flujos de detritos (huaicos), siendo el último evento registrado el año 2017 en temporadas de lluvias (enero – marzo), según versión de los pobladores; meses en los que la quebrada se reactiva y debido a la presencia de una pendiente pronunciada (mayor a 35° de inclinación) y “material suelto” (rocas andesíticas a dacíticas, brechadas, con diámetros variables) se generan los flujos.

Estas rocas volcánicas, con intensa meteorización y moderadamente fracturadas, saturadas con el agua de lluvia, han descendido 300 m aproximadamente, desde la parte media hasta la parte inferior de la quebrada, en forma de huaico, que ocasionaron daños a varias viviendas del centro poblado de Tauripampa. (fotografía 7 y figura 10).



Fotografía 7: Vista panorámica de la quebrada Wisca, desde su margen derecha, de SE a NW, nótese la pendiente pronunciada y las rocas volcánicas (andesíticas y dacíticas) “sueltas”. También se observa árboles de eucalipto que los pobladores de Tauripampa han sembrado para reforestar la zona y tratar de contener la caída de rocas y mitigar los huacos. Al fondo el centro poblado de Tauripampa (zona este – sureste).

## 5.2 Factores condicionantes y desencadenantes

- Substrato rocoso conformado por rocas volcánicas, tobas andecíticas y riodacíticas con intercalaciones de brechas andecíticas a dacíticas. Las tobas se encuentran con moderada a intensa meteorización y moderado fracturamiento. Se observa una gran cantidad de “material suelto”, con bloques de tobas brechadas con diámetros que varían entre 3 – 5 m, inconsolidadas. Algunos bloques de tobas superan los 10 m de diámetro (fotografía 8).
- La pendiente promedio en el área de la quebrada Guayabo es fuerte, esta varía de 30° y 35°, con zonas puntuales con inclinación igual o mayor a 45° (pendiente muy fuerte a abrupta) (fotografía 9).
- El tipo de riego (por gravedad) en la zona, contribuye a que las aguas se infiltren y saturen el suelo, lo cual ocasiona un aumento en el peso de la masa inconsolidada, aumentando la inestabilidad de la ladera.
- La deforestación ocasionada por los pobladores del distrito de Tauripampa, para aumentar sus terrenos de cultivo, esto le resta protección natural al suelo.
- Las precipitaciones pluviales, que se producen en el área inspeccionada y que incrementan su intensidad en verano (diciembre – marzo), constituyen el factor desencadenante del evento geodinámico.

### 5.3 Condiciones geodinámicas actuales del terreno

- Sobre el cuerpo del deslizamiento se tienen bloques y fragmentos de rocas volcánicas, distinguiéndose tobas andesíticas y riódacíticas con intercalaciones de brechas andecíticas a dacíticas. Todos estos materiales sueltos y son de fácil remoción.
- Estos depósitos poco consolidados, permeables e inestables, se ven afectados por la infiltración de agua de lluvias que ocurren principalmente en la época de verano (enero – marzo) de cada año, y que ocasionan la saturación del suelo.
- De producirse un movimiento sísmico de mediana a gran magnitud, que afecte el sector Quebrada Guayabo y zonas aledañas (quebrada Wisca); así como, de presentarse lluvias intensas que sumado al factor “pendiente” (30° a 35° de inclinación en el cuerpo del deslizamiento), ocasionaría que la masa inestable del terreno se deslice, este desplazamiento alcanzaría al centro poblado de Tauripampa.
- Se presentan grietas longitudinales y paralelas al borde de la escarpa de deslizamiento (activo y antiguo), con aperturas entre 5 - 10 cm, por donde se infiltra fácilmente el agua de lluvia, contribuyendo a desestabilizar la ladera (fotografía 10).



Fotografía 8: Bloque de roca andesítica a dacítica, tobácea, algo brechada, en la parte media a inferior de la quebrada Guayabo. El bloque tiene un diámetro mayor a 3 m de longitud.



Fotografía 9: Parte media a inferior de la quebrada Guayabo. En la vista se observa que la pendiente es superior a  $35^\circ$  (pendiente muy fuerte a abrupta). En esta zona no se observan árboles de eucalipto que puedan mitigar la caída de rocas.



Fotografía 10: Grietas, paralelas al borde de la escarpa del deslizamiento, con aperturas de 5 a 10 cm, por donde se infiltra el agua de lluvia al terreno, contribuyendo a desestabilizar la ladera.

## 6. SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

La susceptibilidad a los movimientos en masa está definida como la propensión que tiene determinada zona a ser afectada por un proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo y el tipo de cobertura del terreno). Así, los detonantes o desencadenantes de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

En la figura 11 se presenta el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (escala regional) de la zona de Tauripampa y alrededores, elaborado por el INGEMMET. En el mapa se puede observar que la zona evaluada y alrededores consigna valores de susceptibilidad media a alta ante la ocurrencia de movimientos en masa, donde se ubican las quebradas Guayabo y Wisca.

También se puede observar que hacia la zona oeste – noroeste de Tauripampa, a una distancia de 5 km, aproximadamente, el mapa consigna caída de rocas (derrumbes) y flujo de detritos (huaicos).

Teniendo en cuenta los factores condicionantes presentes en área evaluada, como son la litología, pendiente, clima, tipo y uso del suelo, considerando además que en el área evaluada han ocurrido deslizamientos antiguos (antes del año 2017) y flujos de detritos antiguos (huaicos) en el año 2017; y que el 13 de febrero del 2019 ocurrió un derrumbe (caída de rocas) que afectó varias casas de Tauripampa, que ocasionó la muerte de dos personas, por tanto se concluye que el área de Tauripampa y zonas aledañas (quebradas Guayabo y Wisca) son susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa y peligros geológicos, y debe ser considerada de **Peligro alto** en temporada de lluvias y ante la ocurrencia de un movimiento sísmico.

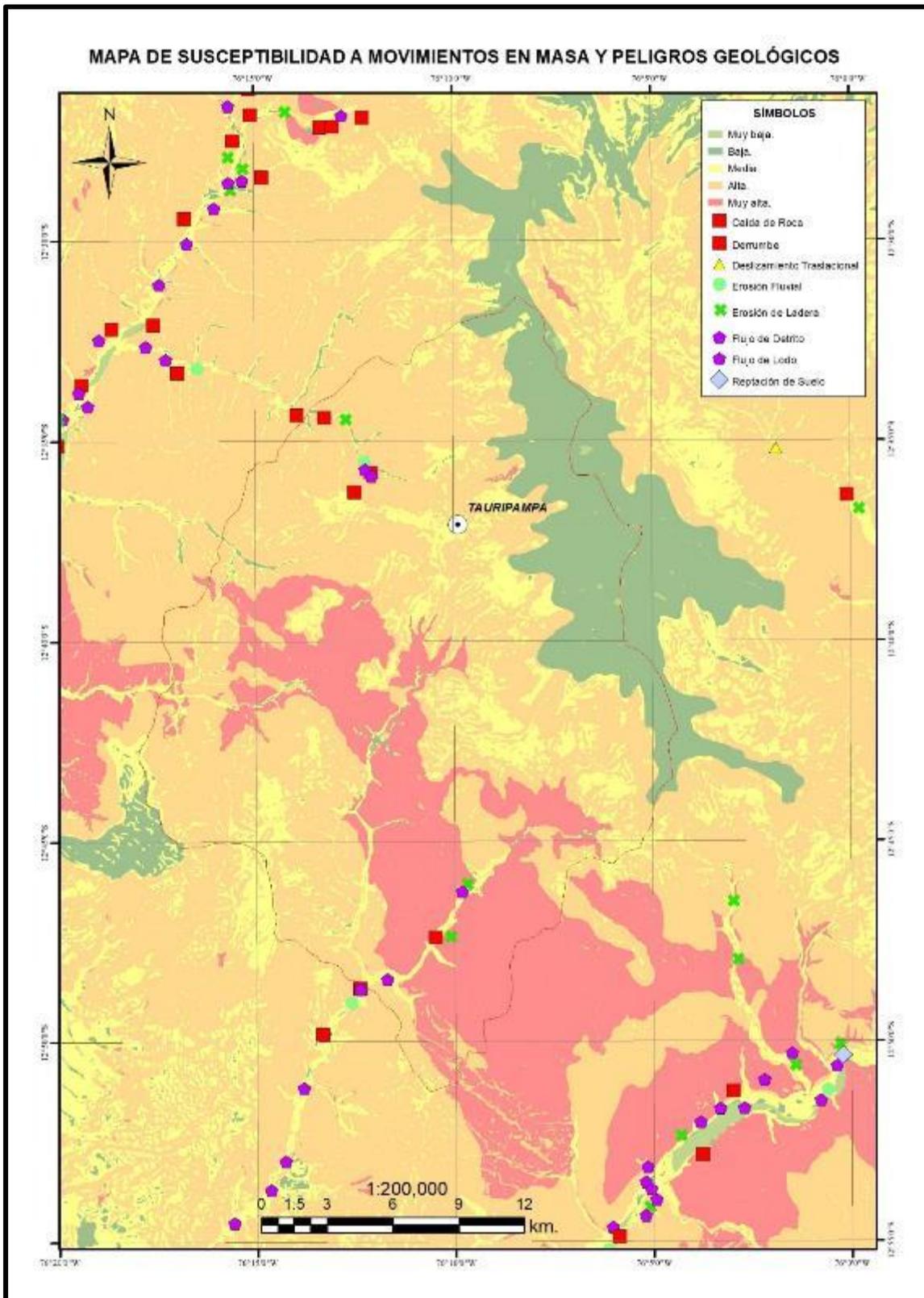


Figura 11.- Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa y peligros geológicos del área de Tauripampa y zonas aledañas. Fuente: INGEMMET (2016).

## 7. MEDIDAS CORRECTIVAS Y/O PREVENTIVAS

Las siguientes medidas propuestas tienen como finalidad minimizar la ocurrencia de fenómenos de movimientos en masa como deslizamientos, derrumbes y huaicos en el área de quebrada Guayabo y alrededores, así como también evitar la generación de nuevas ocurrencias.

Es muy importante que las comunidades sepan comprender, identificar y estar alertas ante la aparición de señales de peligro por movimientos en masa. La aparición de grietas en la cresta de los taludes y laderas, los asentamientos, hundimientos y saltos diferenciales del terreno, los cortes del talud, abultamientos en el pie del talud, y la geología que compone estos terrenos, son aspectos esenciales que deben ser comprendidos por los gobiernos locales y la comunidad.

### 7.1 Medidas de control de deslizamientos, derrumbes y erosión en cárcavas

#### a) Corrección por modificación de la geometría del talud

Tratamiento de taludes con escalonamiento, se puede emplear cuando un talud está comprometido por un deslizamiento o desde antes que se produzca, y su uso es aconsejable porque facilita el proceso constructivo y las operaciones del talud, retiene las caídas de fragmentos de roca, indeseables en todos los casos y si se coloca en ellas zanjas de drenaje entonces se evacuará las aguas de escorrentía, disminuyendo su efecto erosivo y el aumento de las presiones intersticiales. Este escalonamiento se suele disponer en taludes en roca, sobre todo cuando es fácilmente meteorizable y cuando es importante evitar las caídas de fragmentos de rocas. (Figura 12)

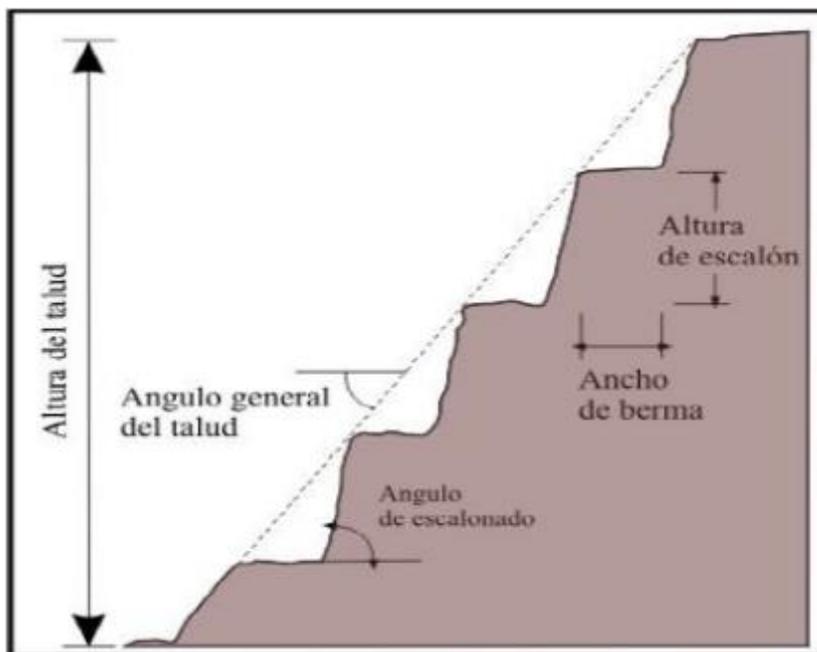


Figura 12.- Esquema de un talud con bermas intermedias (Tomado de INGEMMET, 2000).

## b) Corrección por elementos resistentes

Muros, se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes, para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie. Los muros se pueden clasificar en tres grupos (figura 13):

- Muros de sostenimiento, se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.
- Muros de revestimiento, su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador.
- Muros de contención, generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro (como gaviones). (figura 13-B).

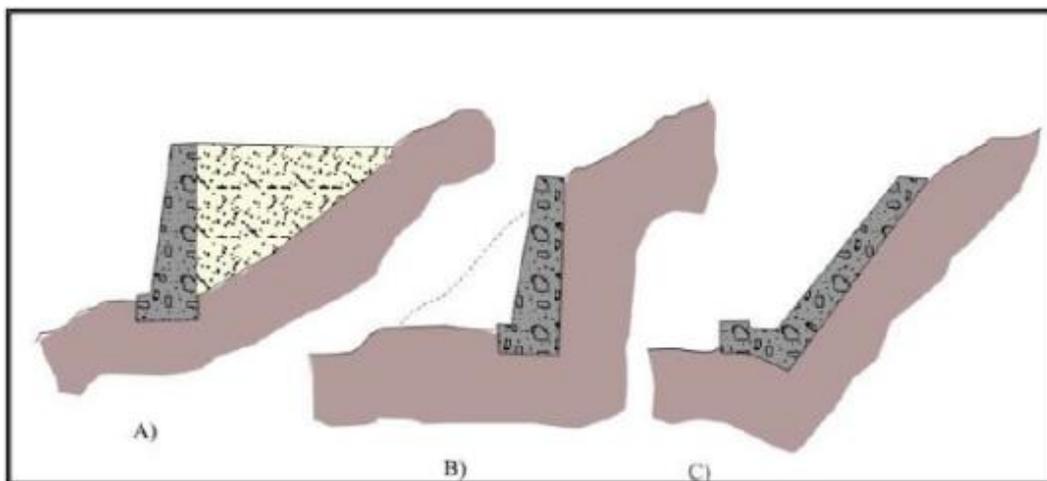


Figura 13: Tipos de muros: A) Sostenimiento, B) Contención, C) Revestimiento (INGEMMET, 2000).

Descabezamiento y construcción de tacones de tierra o escollera. La extracción de material de la coronación, disminuye el peso en la parte superior del talud y en consecuencia disminuyen las fuerzas que favorecen la rotura del talud. La eliminación de escasas cantidades de terreno produce aumentos apreciables del coeficiente de seguridad. Al acumular material en el pie del talud se crea un tacón cuyo peso hace que las tensiones normales aumenten, y como consecuencia de ellas aumenta la resistencia del talud (figura 14).

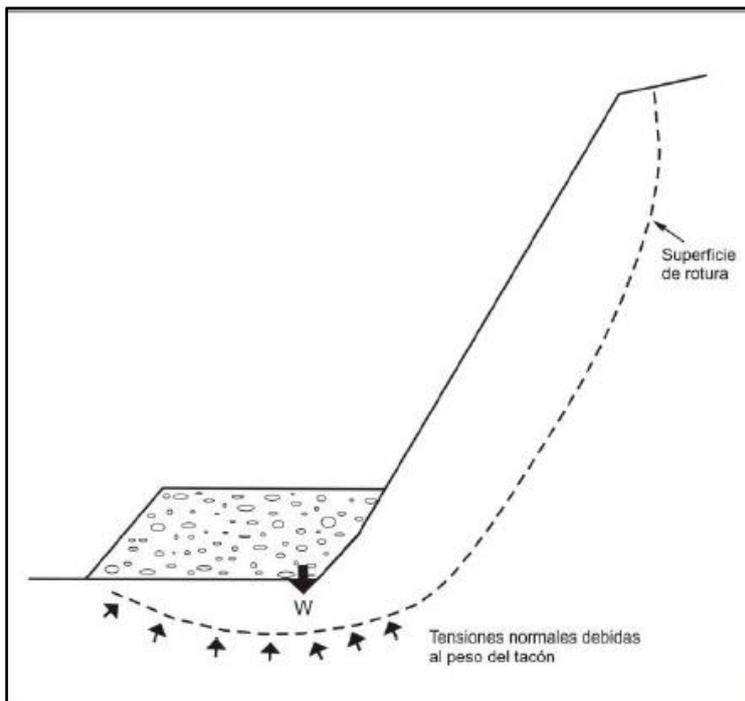


Figura 14: Tacón de tierra o escollera en el pie de un talud.

**c) Correcciones superficiales**

Las medidas de corrección superficiales se aplican en la superficie de un talud, con una acción que afecta sólo a las capas más superficiales del terreno con el fin de evitar la erosión y meteorización de la superficie de la ladera:

Sembrado de taludes. Mantener una cobertura vegetal en un talud produce efectos beneficiosos (fotografía 11 y figura 15), entre los cuales destacan los siguientes:

- Las plantaciones evitan la erosión superficial tanto hídrica como eólica, que puede ocasionar la ruina del talud en el largo plazo, ya que las raíces de las plantas aumentan la resistencia al esfuerzo cortante en la zona del suelo que ocupan y la absorción de agua por estas produce un drenaje de las capas superficiales del terreno.
- Para sembrar en taludes se emplean hierbas, arbustos y árboles, privilegiando especies capaces de adaptarse a las condiciones a las que van a estar sometidos (climas, tipo de suelo, presencia de agua, etc.); suelen convenir especies de raíces profundas y de alto grado de transpiración, lo que indica un mayor consumo de agua. Generalmente la colonización vegetal de un talud se hace por etapas, comenzando por la hierba y terminando por los árboles.



Fotografía 11: Ladera reforestada en parte y terraceo para control de deslizamiento, erosión y reptación de suelos.

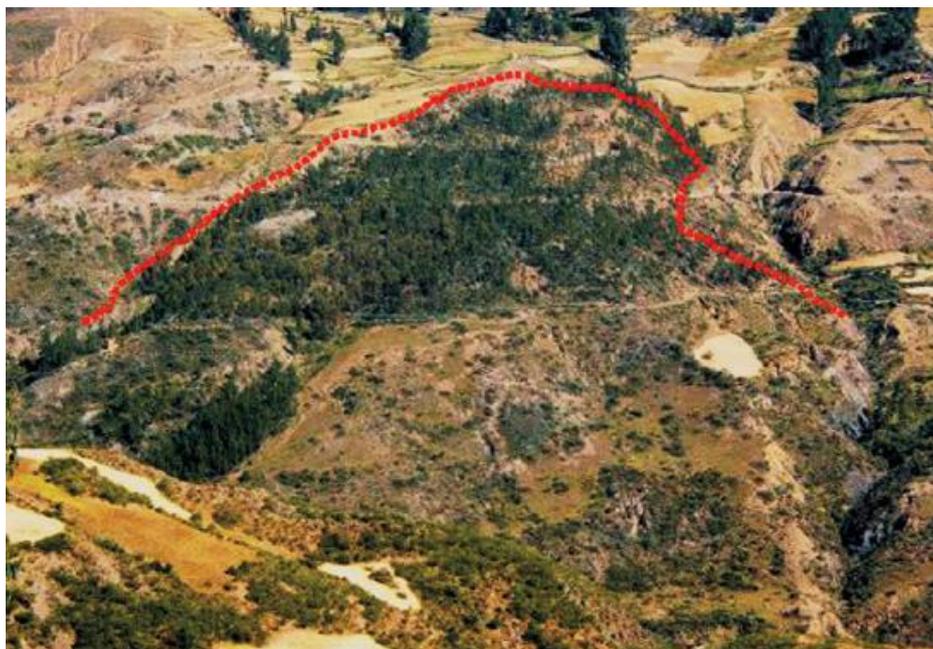


Figura 15: Forestación de laderas para estabilización en cuerpo de deslizamiento.

Es conveniente no dejar un talud muy plano, sino con salientes que sirvan de soporte, así cuando más tendido sea un talud resultará más fácil que retenga la humedad. Para mantener una cubierta vegetal es más favorable un terraplén que un desmonte. Los suelos arenosos y areno-arcillosos son ventajosos para un rápido crecimiento de la hierba. Las arcillas duras son inadecuadas a menos que se añadan aditivos o se are el terreno.

#### **d) Corrección por drenaje**

Con el drenaje se trata de reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la posible superficie del deslizamiento. Ello hace que las presiones efectivas sean mayores, y en consecuencia que aumenten las fuerzas de fricción, que se oponen al deslizamiento de la masa de terreno. El drenaje se puede diseñar en superficie o en profundidad. (figura 16).

El propósito del drenaje en superficie es recoger las aguas superficiales o las aguas bombeadas procedentes de los drenajes profundos y evacuadas lejos del talud, evitándose su infiltración.

Con el drenaje en profundidad se pretende deprimir el nivel freático con objeto de disminuir las presiones intersticiales.

Dren longitudinal

Consiste en un tubo poroso o perforado, paralelo al muro situado sobre el talón del mismo.

Se pueden llevar a cabo medidas complementarias con la instalación de capas de drenaje longitudinales o inclinadas detrás del muro, muy útil para evitar los efectos de las heladas y para reducir significativamente las presiones de filtración que se desarrollan después de lluvias intensas (figura 17).

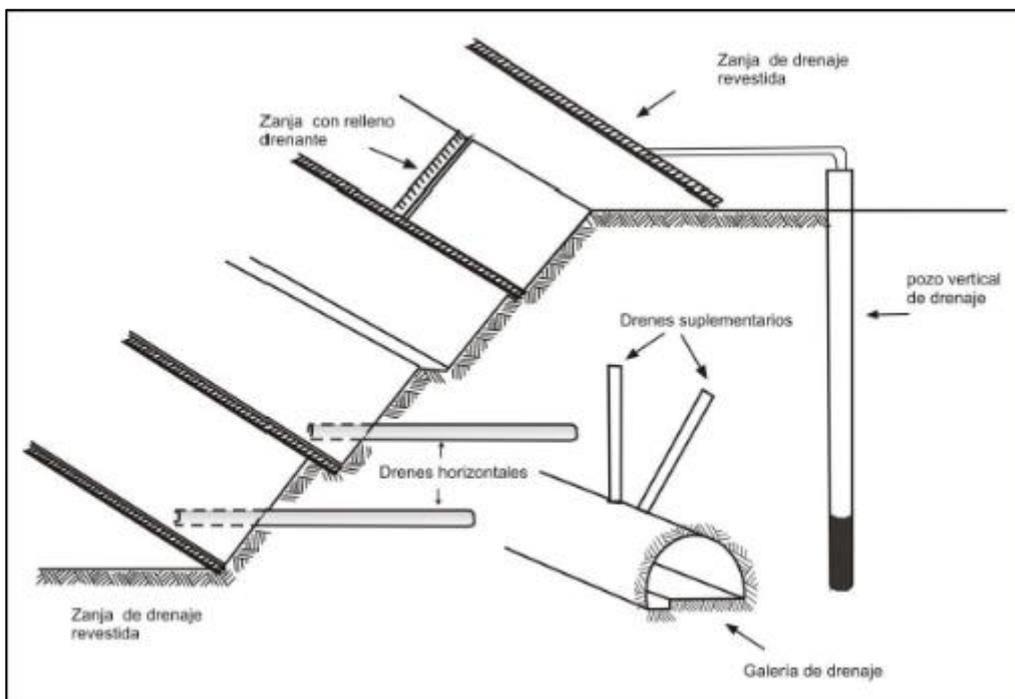


Figura 16: Diversos procedimientos de drenaje de talud.

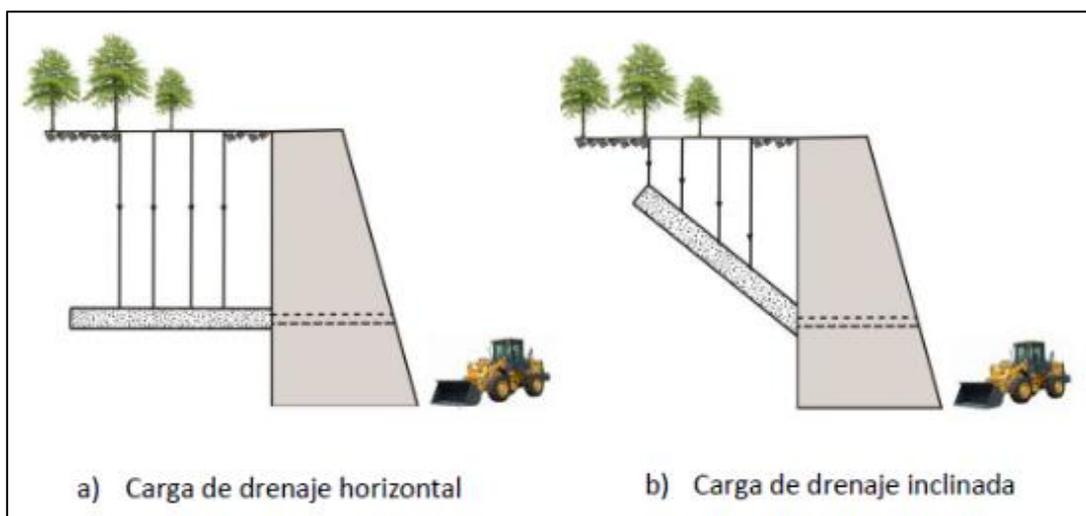


Figura 17: Instalación de capas de drenaje detrás de un muro.

## 7.2 Medidas de control 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 flujos. Para el control físico del avance de cárcavas se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las que cabe destacar:

- 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 (figura 18), con el objetivo de captar el agua y controlar la erosión.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ellas (figura 19), y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas (figura 20).
- 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 21, 22, 23 y 24).

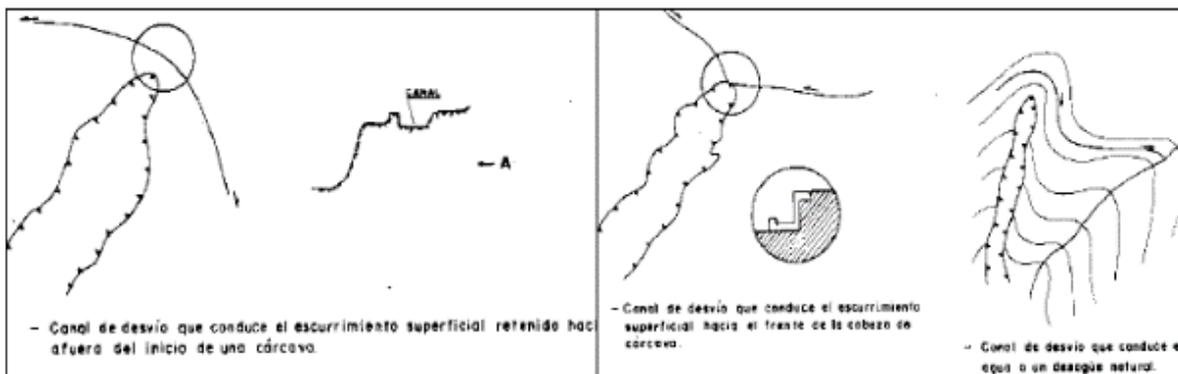


Figura 18: Canales de desvío.

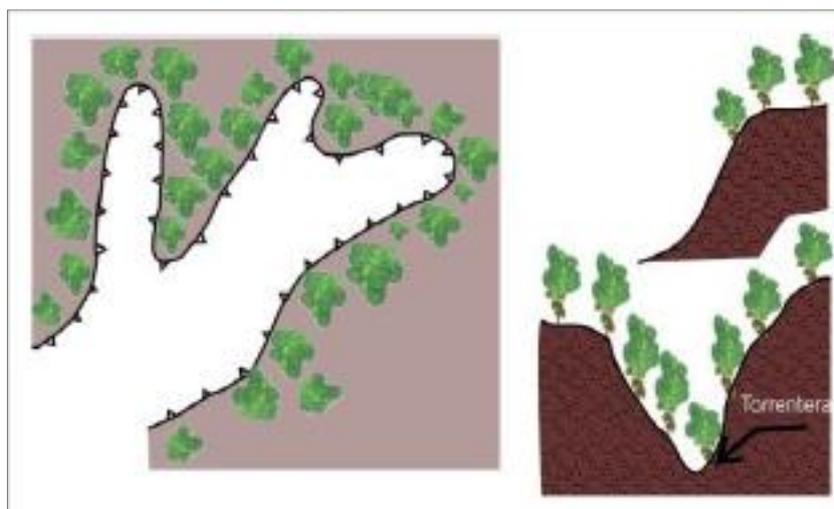


Figura 19: Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.

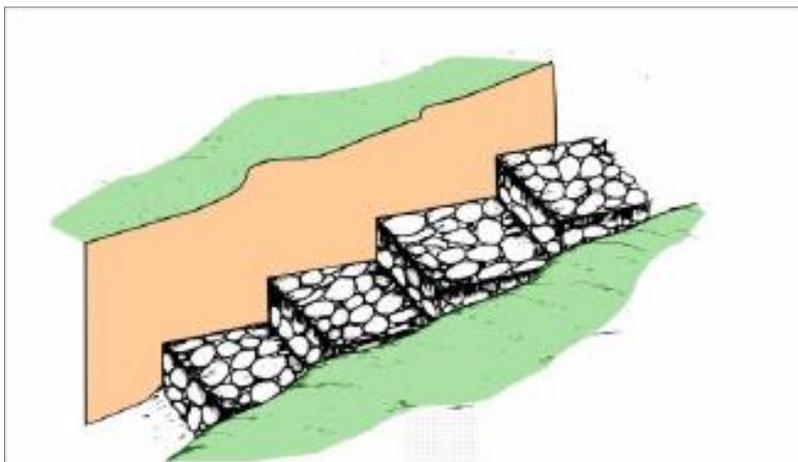


Figura 20: Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto armado.

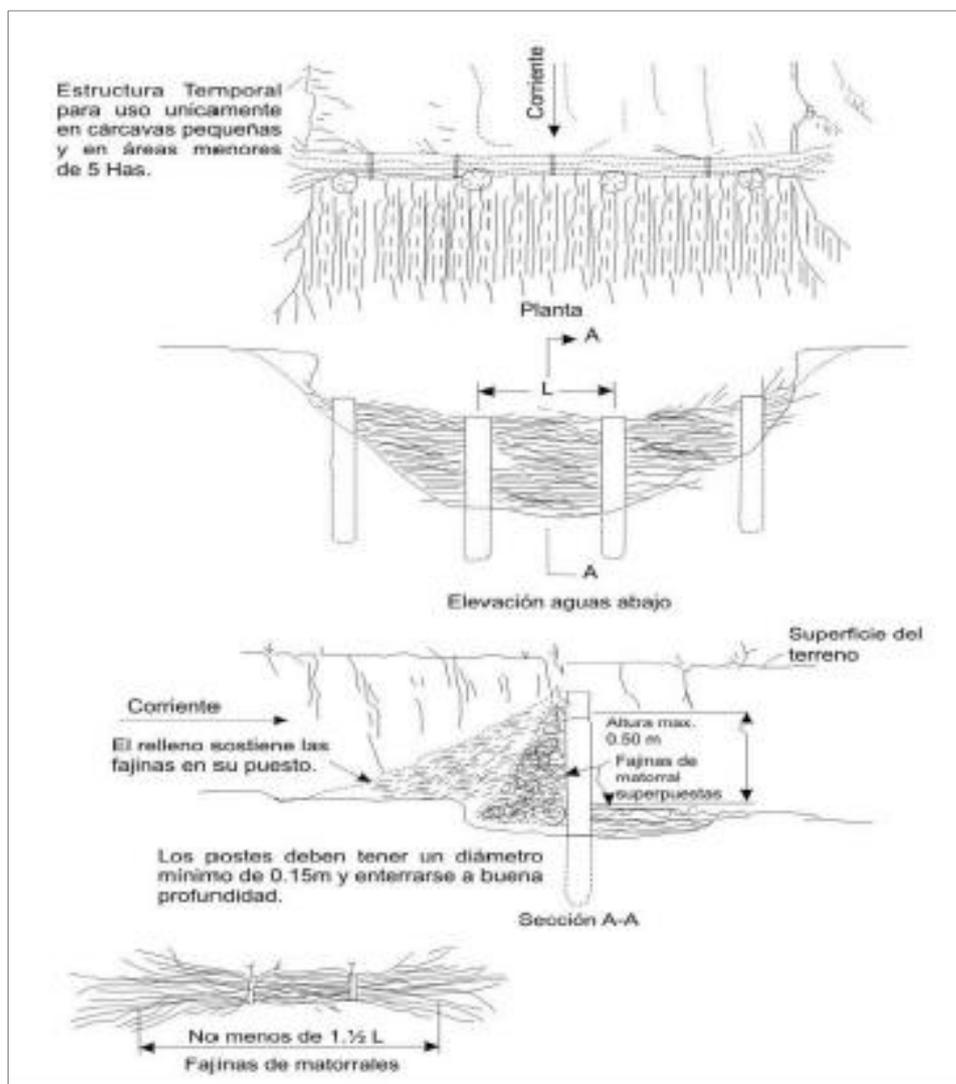


Figura 21: Trincho de matorral (tipo hilera de postes). Adaptado de Valderrama et al. (1964).

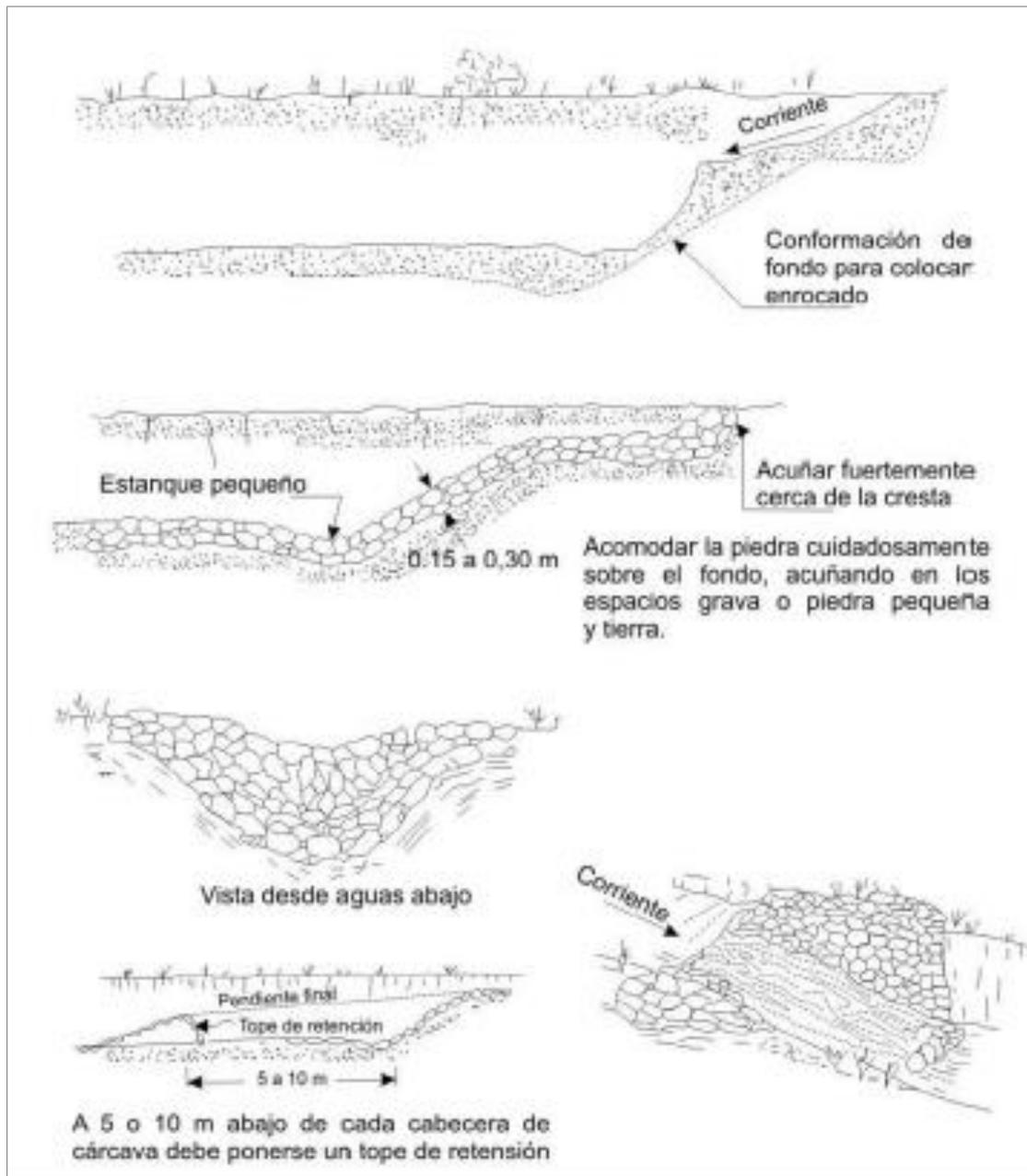


Figura 22: Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina. Adaptado de Valderrama et al. (1964).

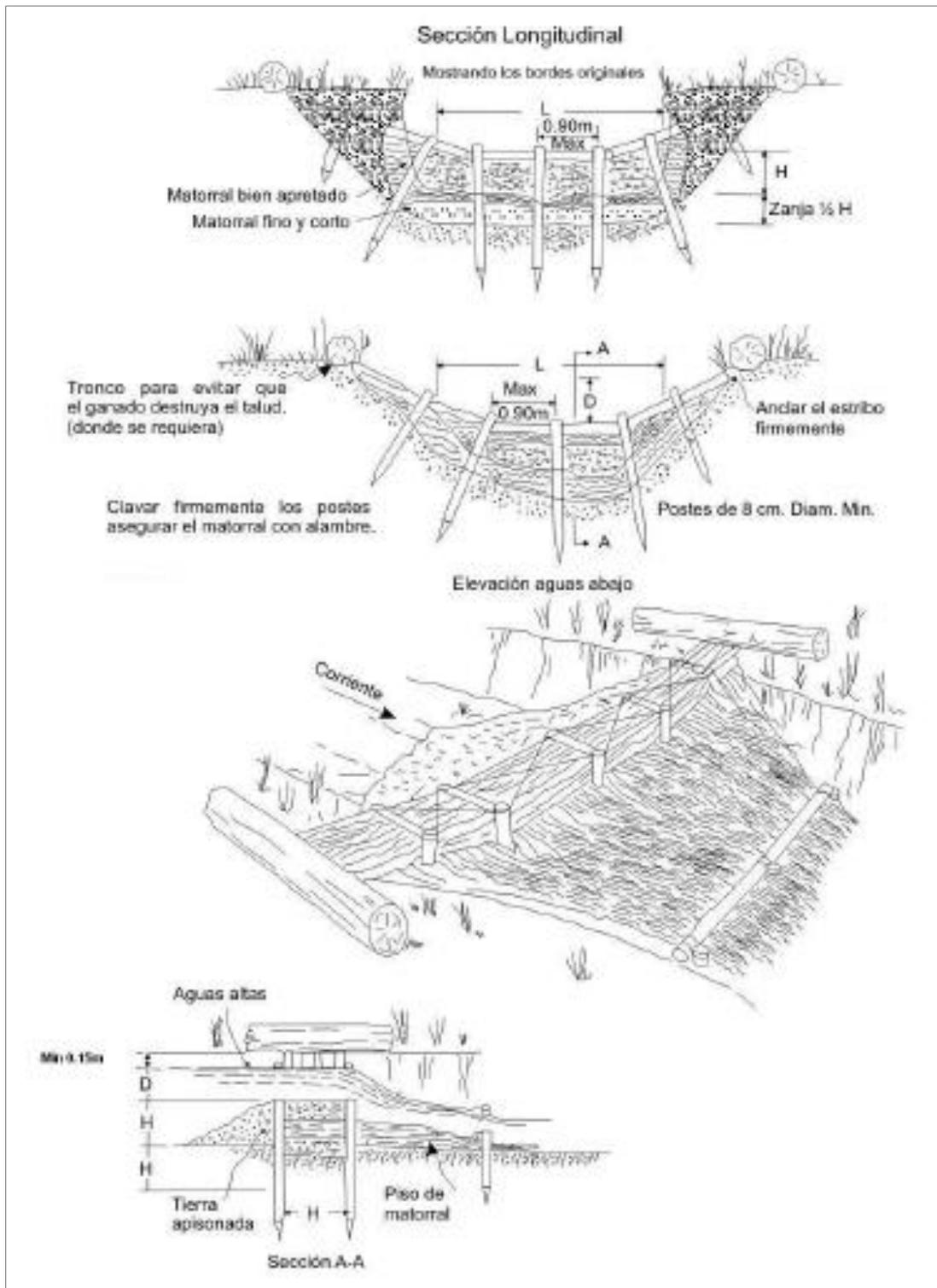


Figura 23: Trincho de matorral tipo doble hilera de postes. Adaptado de Valderrama. (1964).

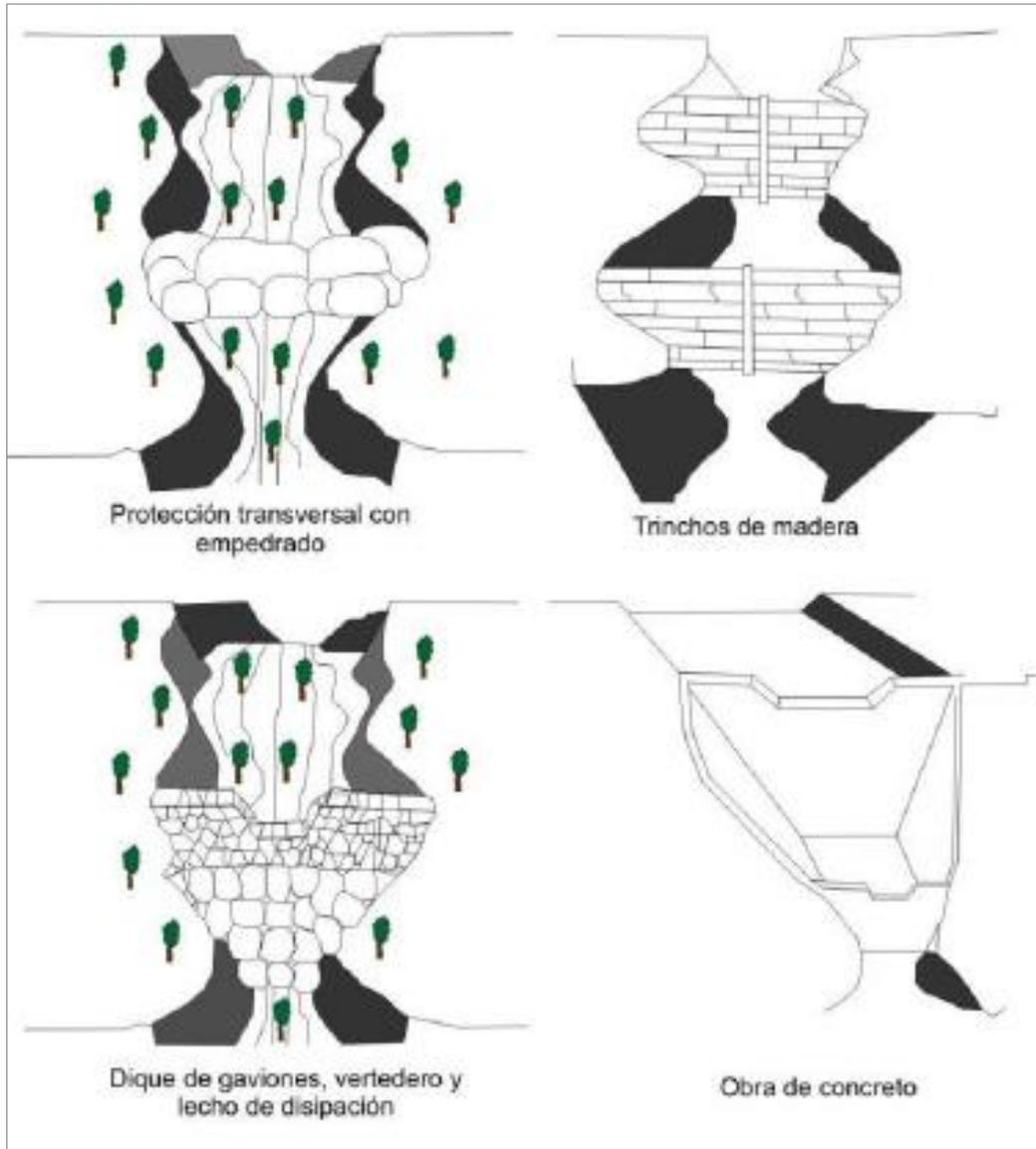


Figura 24: Obras hidráulicas transversales para control de erosión en cárcavas.

### 7.3 Zona de reubicación

La zona de reubicación, se ubica en el sector denominado “Paches”; presenta una pendiente suave, no se observó movimientos en masa que les pueda afectar. Es un terreno comunal con área de 350 m x 150 m, la cual debe albergar a 350 personas. (fotografías 13 y 14).

El reasentamiento tiene que ser en forma paulatina.

Antes que la zona sea ocupada por la población, es recomendable realizar:

- Estudio de suelos para determinar la capacidad portante del suelo para cimentaciones
- Realizar un drenaje pluvial
- Forestar los alrededores del futuro asentamiento.
- Evitar cortes de talud en las laderas aledañas.



Fotografía 13: Sector denominado como “Paches”, probable zona de reubicación del centro poblado de Tauripampa, cuyo punto central tiene la siguiente coordenada UTM: 8605451 N y 368682 E, cota: 3137 m s.n.m.



Fotografía 14: Sector de “Paches”, terreno semi horizontal, con un área de 350 m x 150 m. Es un terreno comunal con mayores condiciones de seguridad que el actual centro poblado de Tauripampa.

## CONCLUSIONES

- a) La quebrada Guayabo afluente al río Omas, disecta al cerro Huaruco por el flanco noreste, en la parte inferior de la ladera, se ubica el centro poblado de Tauripampa.
- b) En el sector Quebrada Guayabo, se identificó un deslizamiento rotacional antiguo en proceso de reactivación, se está dando en formas de deslizamiento rotacional y derrumbe; además se observó depósitos de flujos de detritos (huaicos), sobre la quebrada Wisca (paralela y adyacente a la quebrada Guayabo).
- c) El deslizamiento reactivado presenta un escarpe de 220 m de longitud con pendiente de 35° y el cuerpo con ancho hasta de 350 m.
- d) En el cuerpo del deslizamiento antiguo, cerca de su corona principal, se observó un derrumbe activo con un ancho de 75 m. El 13 de febrero del 2019, se activó y ocasionó la muerte de dos pobladores del sector.
- e) En la quebrada Wisca han ocurrido flujos de detritos (huaicos) en años pasados, el último en el 2017, la quebrada se activa, por presentar pendiente favorable para el desplazamiento del material suelto que se encuentra en su cauce, como también de los aportes de las laderas. El factor detonante son las lluvias intensas.
- f) Dadas las condiciones de inestabilidad presentes en el terreno se puede concluir que la zona de la quebrada Guayabo y alrededores presenta un **peligro alto** a la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos, caídas y flujos) en temporada de lluvias y ante la ocurrencia de movimientos sísmico.
- g) Es necesario reubicar a la población al sector denominado "Paches", (coordenada UTM: 8605451 N y 368682 E, cota: 3,137 m s.n.m.), esta labor debe ser en forma ordenada. En este sector no se apareció movimientos en masa actuales que le puedan afectar.

## RECOMENDACIONES

- a) El deslizamiento de la quebrada Guayabo, ubicado en la margen izquierda del río Guayabo (afluente del río Omas), en una ladera del flanco noreste del cerro Huaruco, presenta condiciones de inestabilidad, por tal motivo se recomienda realizar trabajos puntuales, como medidas de control de deslizamientos, derrumbes y erosión en cárcavas.
- b) Por medidas de seguridad, se deben implementar medidas correctivas en el cuerpo del deslizamiento, de los sectores de quebrada Guayabo y quebrada Wisca, se debe construir:
- Sistema de drenaje (longitudinal y transversal) combinado con muros (sostenimiento y contención), gaviones o escollera al pie del talud. Estos trabajos deben ser realizados por personal técnico especializado.
  - Zanjas de drenaje (impermeabilizadas), deben estar ubicadas en la cabecera del deslizamiento, con la finalidad de coleccionar las aguas de las lluvias y drenarlas hacia las quebradas alternas, evitando que se infiltren en las grietas y en el cuerpo del deslizamiento.
  - Ejecutar escalonamiento en los taludes y colocar diques o trinchos transversales para el control de erosión en cárcavas. Así como sistemas de drenaje para la evacuación de aguas superficiales.
  - Reforestar las laderas con fines de estabilización, con árboles de raíces profundas, como los eucaliptos. Además, permitir, el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de las cárcavas y en las zonas circundantes a éstas.
  - No talar ni quemar árboles para ganar terrenos para la agricultura, ésta mala práctica facilita la generación de deslizamientos, derrumbes y erosión de suelos en la zona evaluada. Por el contrario, se debe incentivar los trabajos de sembrado de taludes.
  - Evitar el riego de terrenos de cultivo por inundación
- c) Evitar la construcción o ampliación urbana en la zona inestable (quebradas Guayabo y Wisca).
- d) Conformar una brigada de alerta, principalmente en el período de lluvias, para que ésta realice vigilancia del terreno, con la finalidad de realizar posibles acciones de evacuación. Esta brigada deberá de comunicar algún cambio notorio en el relieve y cuerpo del deslizamiento.
- e) Implementar un sistema de monitoreo en el deslizamiento de Quebrada Guayabo, especialmente en la época de lluvias, para controlar su movimiento. Se puede realizar mediante la colocación de estacas entre la zona donde se produce el movimiento y las zonas estables. Coordinar para ello con el Gobierno Regional de Lima.

La zona de reubicación se encuentra en el sector denominado "Paches", presenta un terreno con pendiente suave. Es un terreno comunal con un área aproximada de 350 m x 150 m. El punto central de la zona tiene la siguiente coordenada UTM: 8605451 N y 368682 E, cota: 3,137 m s.n.m. Antes de ser ocupada por la población debe implementar lo establecido en el ítem **7.3 Zona de reubicación**.



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act-07



César Augusto Chacaltana Budiel  
Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De La Cruz, J. & Rosell, W. 2003. Memoria Descriptiva de la Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Lunahuaná (26-k), Escala 1: 50,000. INGEMMET.

INGEMMET. 1985. Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Cañete (Departamento: Lima). Boletín N° 8.

INGEMMET. 2016. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, región Lima.

Luque, G. & Rosado, M. 2014. Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Lima - Primer Reporte. INGEMMET. Informe Técnico.

Megard, F., Caldas, J., Paredes, J. & De La Cruz, N. 1996. Geología de los Cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos. Hojas: 23-I, 24-I y 25-I. INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 69, 279 Páginas.

Ochoa, M. 2018. Inspección Técnica Geológica del Anexo Pueblo Nuevo. Región Lima, Provincia de Yauyos, Distrito de Chocos. INGEMMET. Informe Técnico N° A6794.

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.

Salazar, H. & Landa, C. 1993. Geología de los Cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chincha, Tantaré y Castrovirreyna. Hojas: 26-j, 26-k, 26-l, 26-m, 27-k, 27-l y 27-m. INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 44, 110 Páginas.

Villacorta, S. 2009. Evaluación Geológica – Geodinámica del Deslizamiento en el Anexo de Llapay (Distrito de Laraos, Provincia de Yauyos, Región Lima). INGEMMET – DGAR. Informe Técnico, 12 páginas.