

Informe Técnico N° A6737

PELIGROS POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR LA PAMPA

Región Cajamarca

Provincia Chota

Distrito Chalamarca

Comunidad Huangamarquilla (La Pampa - El Potrero)



POR:

SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
MAGDIE OCHOA ZUBIATE

MARZO
2017

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES.....	1
1.2	OBJETIVO	1
1.3	ESTUDIOS ANTERIORES.....	2
II.	ASPECTOS GENERALES.....	2
III.	ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	4
IV.	GEOMORFOLOGÍA.....	5
V.	PELIGROS GEOLÓGICOS	7
5.1	DESLIZAMIENTO DE HUANGAMARQUILLA	10
5.2.1	REACTIVACIONES DEL DESLIZAMIENTO DE HUANGAMARQUILLA.....	12
5.2	DERRUMBES.....	19
VI.	CONDICIONES GEODINÁMICAS EN EL SECTOR LA PAMPA	19
VII.	EVALUACIÓN DEL ÁREA DE REUBICACIÓN (POTRERO)	20
7.1	MEDIDAS A CONSIDERAR EN LA ZONA DE REUBICACIÓN	21
VIII.	MEDIDAS CORRECTIVAS.....	22
	CONCLUSIONES.....	23
	RECOMENDACIONES.	24
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	25
	BIBLIOGRAFÍA.....	29

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR LA PAMPA, COMUNIDAD HUANGAMARQUILLA (Distrito Chalamarca, Provincia Chota, Departamento Cajamarca)

I. INTRODUCCIÓN

Nuestro país por su ubicación en la parte central de los Andes, es uno de los países con mayor incidencia en peligros geológicos (Benavente, C. 2007).

Las elevadas precipitaciones pluviales que ocurren en la cordillera, son factores desencadenantes para generar y/o reactivar movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas, flujos de detritos, etc.). Sobre todo, en aquellas laderas de pendientes fuertes, con substratos rocosos de mala calidad, depósitos superficiales inconsolidados o depósitos de procesos de movimientos en masa antiguos, son características que lo hacen muy susceptibles a sufrir estos procesos.

En muchos casos, se tienen poblaciones asentadas sobre cuerpos de antiguos deslizamientos, en su superficie plano ondulada (escasos en los Andes), sin comprender que son zonas inestables, principalmente por su composición y formación; son terrenos con mala respuesta a sismos, intensas precipitaciones, cambios antrópicos en su superficie, entre otros. Cuando se generan reactivaciones del deslizamiento, sucede que los pobladores que viven en estos lugares por mucho tiempo, se resisten a ser trasladados y/o reubicados.

En este informe se presentan los hallazgos y conclusiones de la visita de campo, así como recomendaciones con el fin de reducir la vulnerabilidad y evitar pérdidas de materiales o humanas.

1.1 ANTECEDENTES

Mediante Oficio N°206-2016/CENEPRED/DFIAT-1.0 de fecha 10 agosto 2016, el Jefe del Centro Nacional de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED, se dirige a la Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-Ingemmet, solicitando una opinión técnica sobre un sector de la comunidad de Huangamarquilla, provincia Chota, Departamento Cajamarca, afectado por procesos geodinámicos.

Atendiendo la petición, el Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, comisionó a los Ingenieros Segundo Núñez Juárez y Magdie Ochoa Zubiarte, para realizar trabajos de campo en la zona en mención. La visita se realizó los días 16 y 17 de Octubre del 2016. Durante los trabajos de campo, estuvieron presentes autoridades del lugar así como moradores.

1.2 OBJETIVO

El objetivo de este informe es evaluar los peligros geológicos que vienen afectando y a la localidad de Huangamarquilla y determinar las causas de su ocurrencia. La información servirá para que las autoridades puedan actuar adecuadamente en la prevención y mitigación de desastres del sector evaluado.

1.3 ESTUDIOS ANTERIORES

Estudios geológicos efectuados con anterioridad, que tratan algunos aspectos señalados en el presente informe son:

- “Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar por Sánchez, A. (1995), donde se señalan las unidades geológicas regionales, estando el área de Huangamarquilla sobre las Formaciones Chulec (calizas con areniscas) e Inca (calizas areniscosas) y Goyllarisquisga (areniscas cuarzosas).
- Riesgo Geológico en la Región Cajamarca, realizado por Zavala y Rosado (2011), señalan que el sector de Huangamarquilla se encuentra en un área de alta susceptibilidad a movimientos en masa. Además, menciona que se encuentra sobre un depósito coluvio-deluvial, es decir sobre un antiguo depósito de deslizamiento; en el inventario de peligros geológicos lo describen como un deslizamiento-flujo antiguo.
- Evaluación de Riesgo Deslizamiento La Pampa El Potrero-Comunidad de Huangamarquilla. Distrito de Chalarmarca, provincia Chota; estudio realizado por Rodríguez y Torres (2004), menciona que la zona La Pampa se encuentra en un peligro latente por deslizamientos y recomienda reubicar definitivamente a las familias que se encuentran en este sector.
- Informe Geológico de la localidad de Huangamarquilla-Sector La Pampa. Provincia de Chota-Cajamarca, realizado por Tafur (2016). Recomienda no construir viviendas en zonas de riesgo y realizar un estudio de estabilidad de taludes.
- Estudio de Mecánica de suelos. Estimación de riesgo en la localidad de Huangamarquilla. Provincia de Chota-Cajamarca, realizado por Lezama (2016). Solamente realiza una evaluación de los suelos desde el punto de vista de cimentaciones, más no involucra la parte geodinámica.

II. ASPECTOS GENERALES

Huangamarquilla se encuentra en el sector norte de la región Cajamarca, al noreste de Chota, a 175 km, en la margen izquierda del río Llaucano.

Se localiza entre las coordenadas UTM (figura 1): 9281950 N, 783310 E, con a una altitud promedio de 1845 m.s.n.m,

Se accede desde Lima la siguiente manera:

- Panamericana Norte, Lima-Chiclayo, 770 km (vía asfaltada)
- Carretera Chiclayo-Chota-Bambamarca, 246 km. (vía asfaltada).
- Bambamarca-Paccha, 33 Km (vía afirmada).
- Paccha – Huangamarquilla, 4.5 km (Camino de herradura).

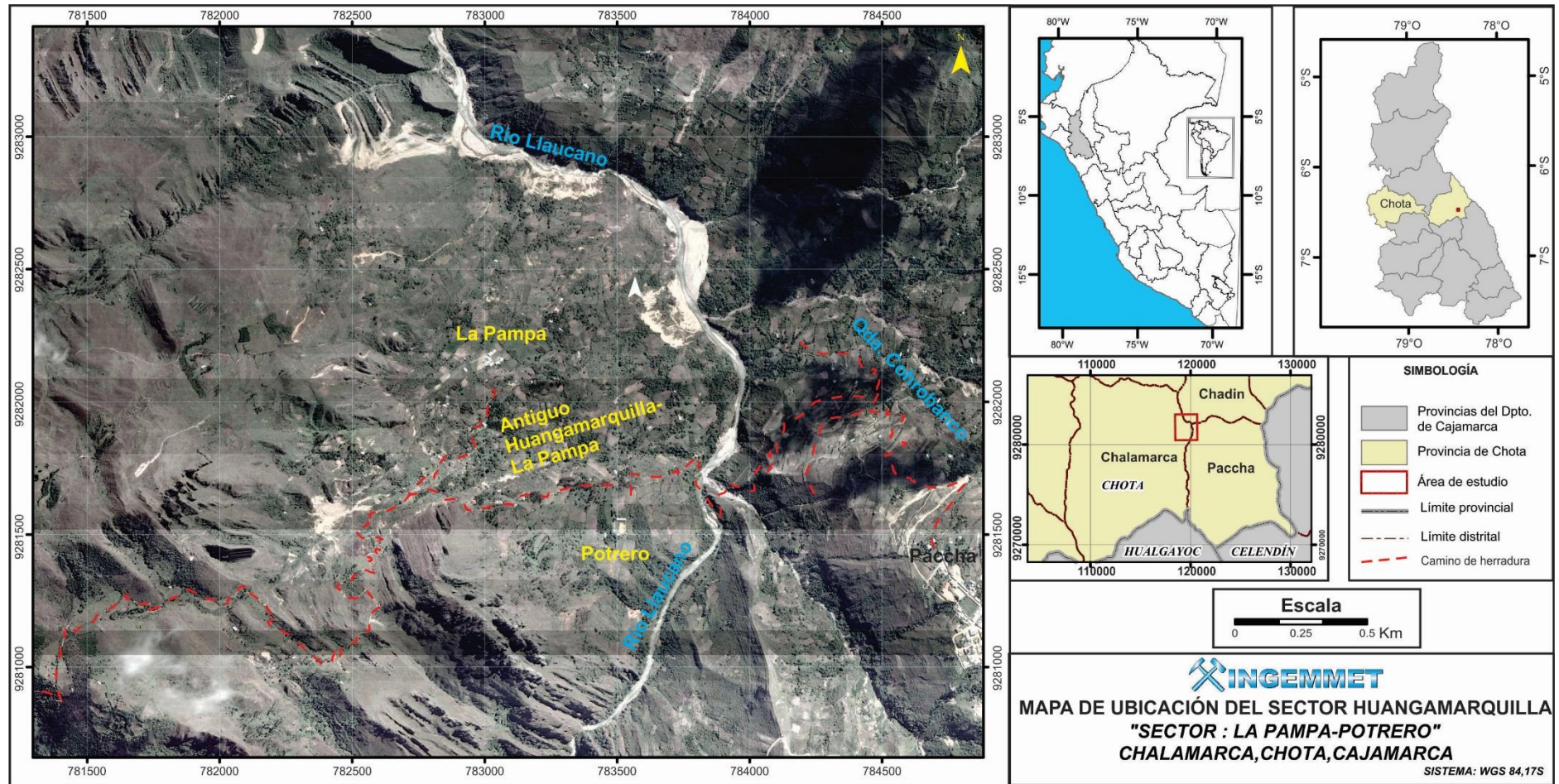


Figura 1

El traslado desde Chiclayo hasta Bambamarca en camioneta, es de aproximadamente seis horas; de Bambamarca a Paccha, es 1h 30m, y de este último a Huangamarquilla en acémila en 20 minutos.

III. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Tomando como base el mapa geológico de la hoja de Longa Grande (Sánchez, 1995), en el área evaluada afloran materiales cuya edad va desde el Cretáceo al Cuaternario Reciente, las cuales corresponden a las siguientes unidades:

- a) **Formación Inca (Km-i):** Conformada por calizas areniscosas de color amarillento.
- b) **Formación Chulec:** Está conformada por calizas, margas beige, cremas, con estratos delgados de 5 a 10 cm. de grosor, con intercalaciones de limoarcillitas grises a gris verdosas (foto 1).
- c) **Grupo Goyllarisquizga:** Afloramiento de areniscas cuarzosas, color blanquecinas, con tonalidades grisáceas, en conjunto son masivas.
- d) **Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd):** Depósito proveniente de un deslizamiento antiguo, donde se encuentra el poblado de Huangamarquilla. Está conformado por bloques, gravas de formas angulosas, en matriz limosa, distribuidas en forma caótica (foto 2).

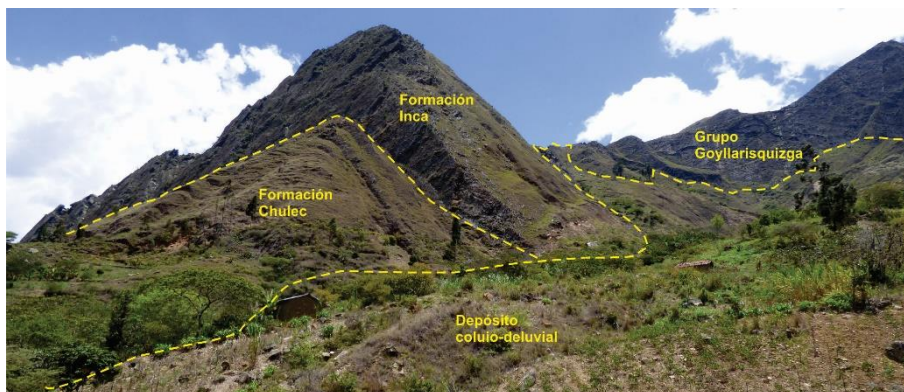


Foto 1. Se aprecia las diferentes unidades geológicas del sector de Huangamarquilla.



Foto 2. Material proveniente del deslizamiento (depósitos coluvio-deluviales)

IV. GEOMORFOLOGÍA

Se han diferenciados las siguientes unidades:

a) Relieve montañoso en rocas sedimentarias.

Esta unidad se caracteriza por presentar topografía abrupta, las laderas muestran pendientes comprendidas entre 25° a 45° (foto 3). Las formas de las cumbres de los cerros son variables, abruptas cuando se encuentran sobre afloramientos de areniscas cuarzosas y calizas areniscosas y moderadas en afloramientos de calizas y margas. Foto 1.

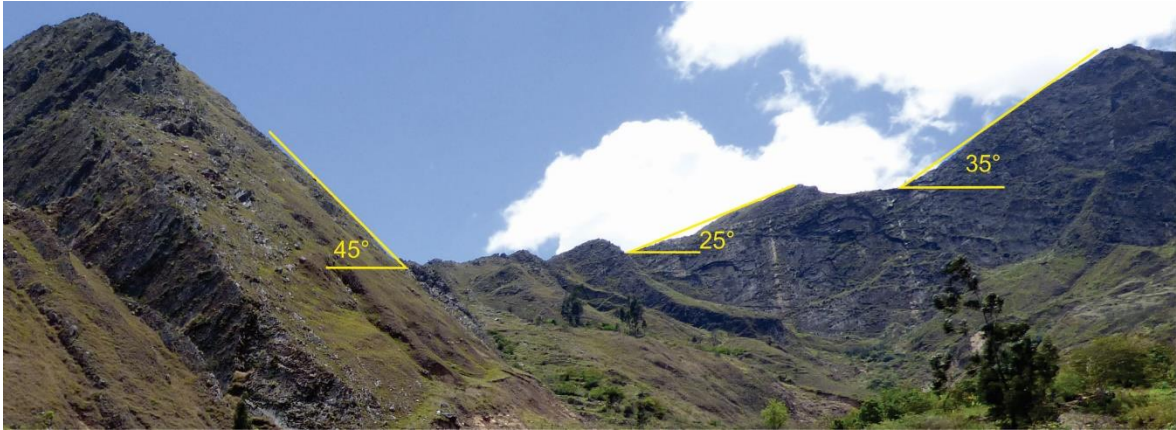


Foto 3. Diferentes pendientes que presentan las laderas.

b) Piedemonte coluvio-deluvial.

Depósitos generados por movimientos en masa, el más representativo es el material dejado por el deslizamiento, que llegó hasta el río Llaucano. (Figura 2).

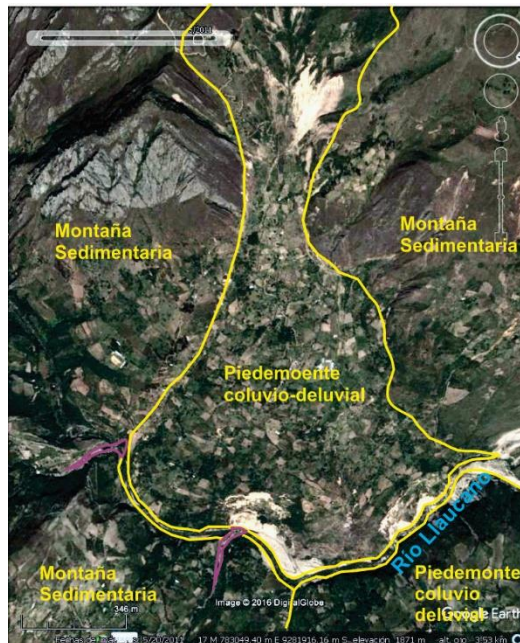


Figura 2. Se aprecian las diferentes unidades geomorfológicas.

c) Piedemonte proluvial.

Esta unidad, está relacionada con los depósitos dejados por huaicos pasados, tienen forma de abanico (figura 3), el espesor estimado del depósito es de 1 a 5 m. Los depósitos llegan hasta el curso del río Llaucano y siendo erosionados por la acción dinámica de este.

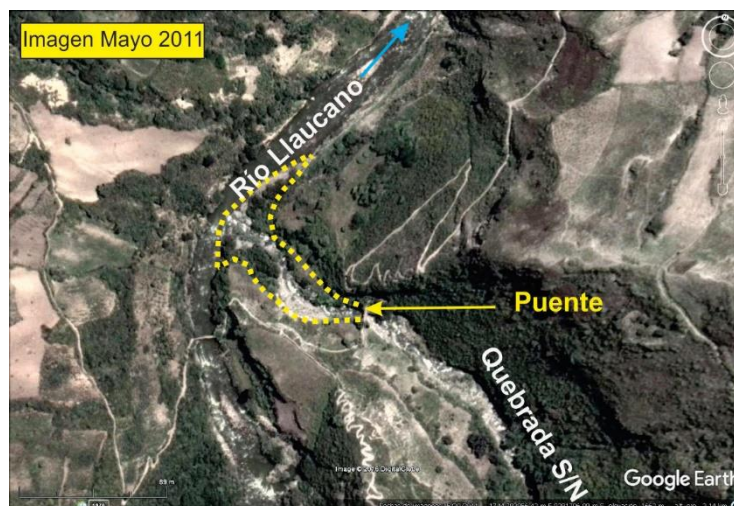


Figura 3. Depósito de piedemonte proluvial, tiene forma de abanico (línea amarilla).

En base a la interpretación de imágenes satélites (Google Earth, año 2011), se ha determinado la presencia de un abanico proluvial (formado por huaicos) en desembocadura de la quebrada s/n.

El depósito tiene las siguientes dimensiones:

- a) Del ápice al lado más distal 25 m
- b) Longitud del depósito 120 m¹ (figura 4).



Figura 4. Dimensiones del último depósito. (a) Longitud desde el ápice al lado más distante (línea azul), (b) longitud del depósito (línea roja).

¹ Datos obtenidos del Google Earth.

V. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el estudio de Riesgos Geológicos de la región Cajamarca (Zavala y Rosado 2011), señalan al área de Huangamarquilla como de alta y muy alta susceptibilidad a movimientos en masa (figura 5). Principalmente por tener un substrato rocoso de mala calidad, terrenos con pendiente moderada. Identificando el deslizamiento-flujo del estudio.

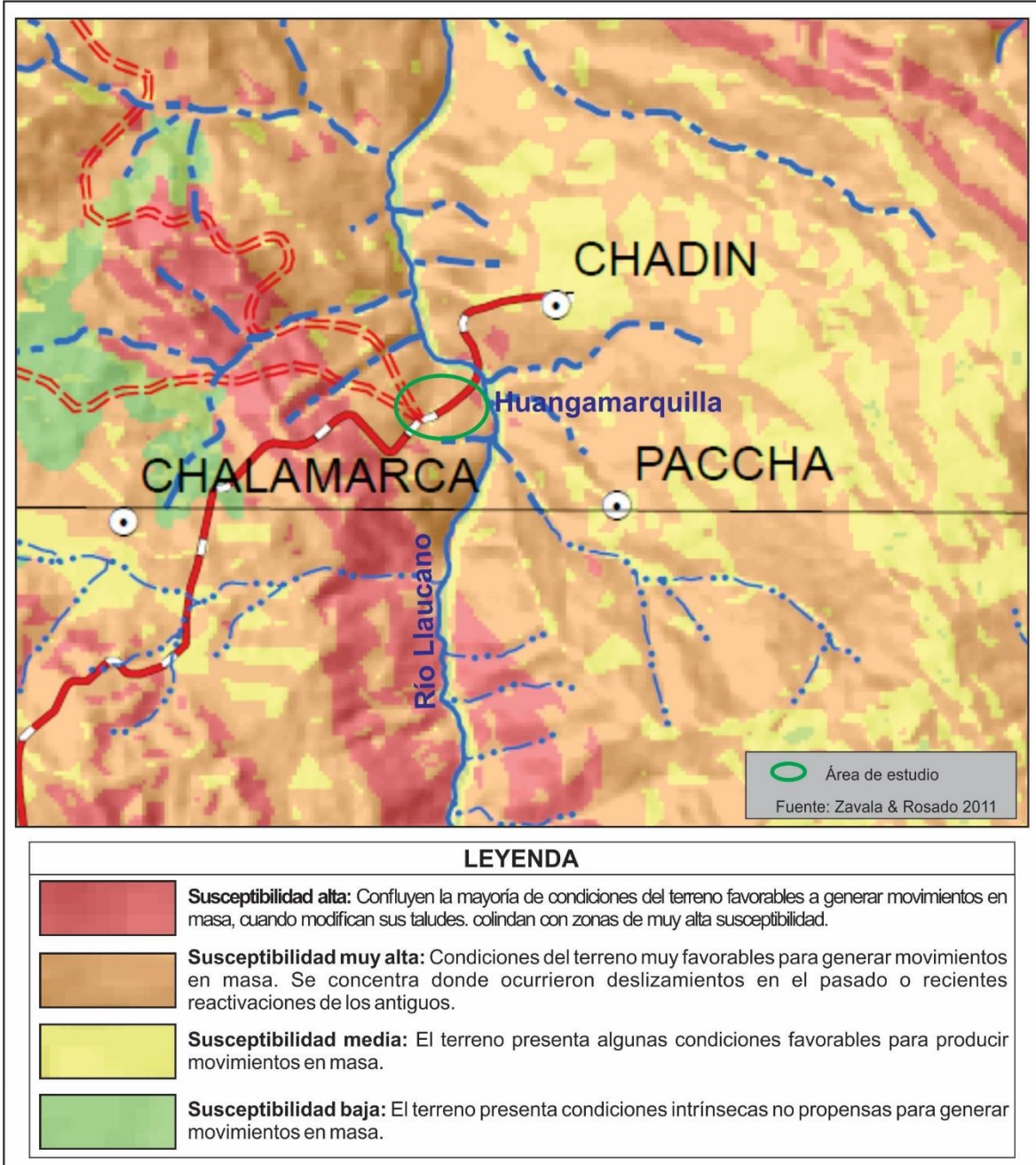
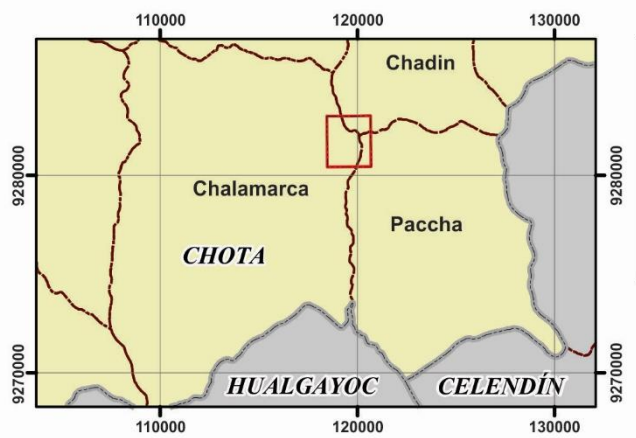
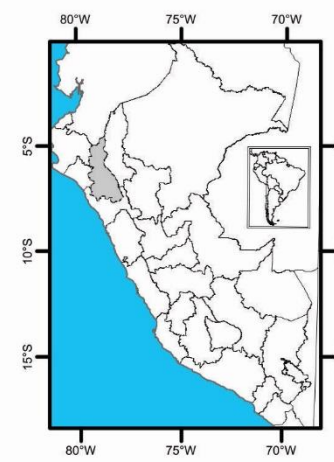
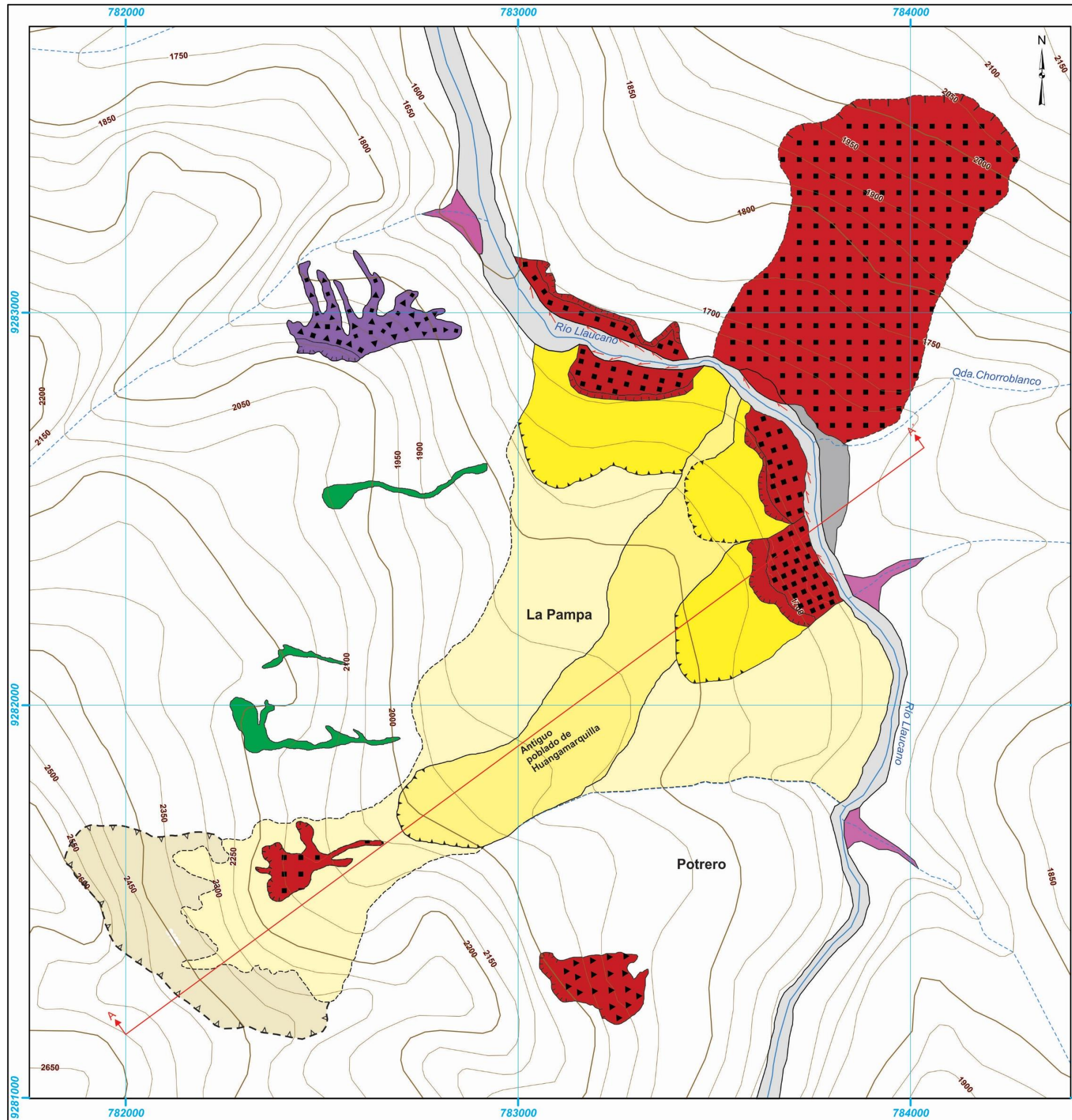


Figura 5. Susceptibilidad por movimientos en masa tomada del mapa regional, donde se aprecia que el área de Huangamarquilla se encuentra en un área de alta susceptibilidad (círculo verde).

En Huangamarquilla, por los trabajos de campo realizados, se han identificado procesos de movimientos en masa recientes y antiguos (figuras 6 y 7), que han modificado el relieve. Se diferencian deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos, siendo los primeros los principales.



SIMBOLOGÍA

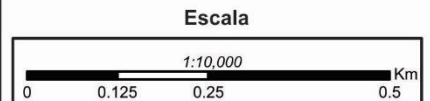
- Provincias del Dpto. de Cajamarca
- Provincia de Chota
- Área de estudio
- Límite provincial
- Límite distrital

LEYENDA GEODINÁMICA

- Escarpa de deslizamiento antiguo
- Escarpa de deslizamiento reciente
- Cuerpo de deslizamiento antiguo
- Reactivación del deslizamiento del año 1994
- Reactivación del deslizamiento reciente
- Derrumbe antiguo
- Derrumbe reciente
- Caída de rocas
- Flujo de detritos
- Avalancha de detritos
- Cauce del río
- Terraza post-represamiento
- Erosión en cárcava
- Erosión fluvial

SÍMBOLOS

- Quebrada
- Río
- Línea de sección
- Curva de nivel



INGEMMET
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN HUANGAMARQUILLA
"SECTOR : LA PAMPA-POTRERO"
CHALAMARCA, CHOTA, CAJAMARCA
SISTEMA: WGS 84,17S

Figura 6

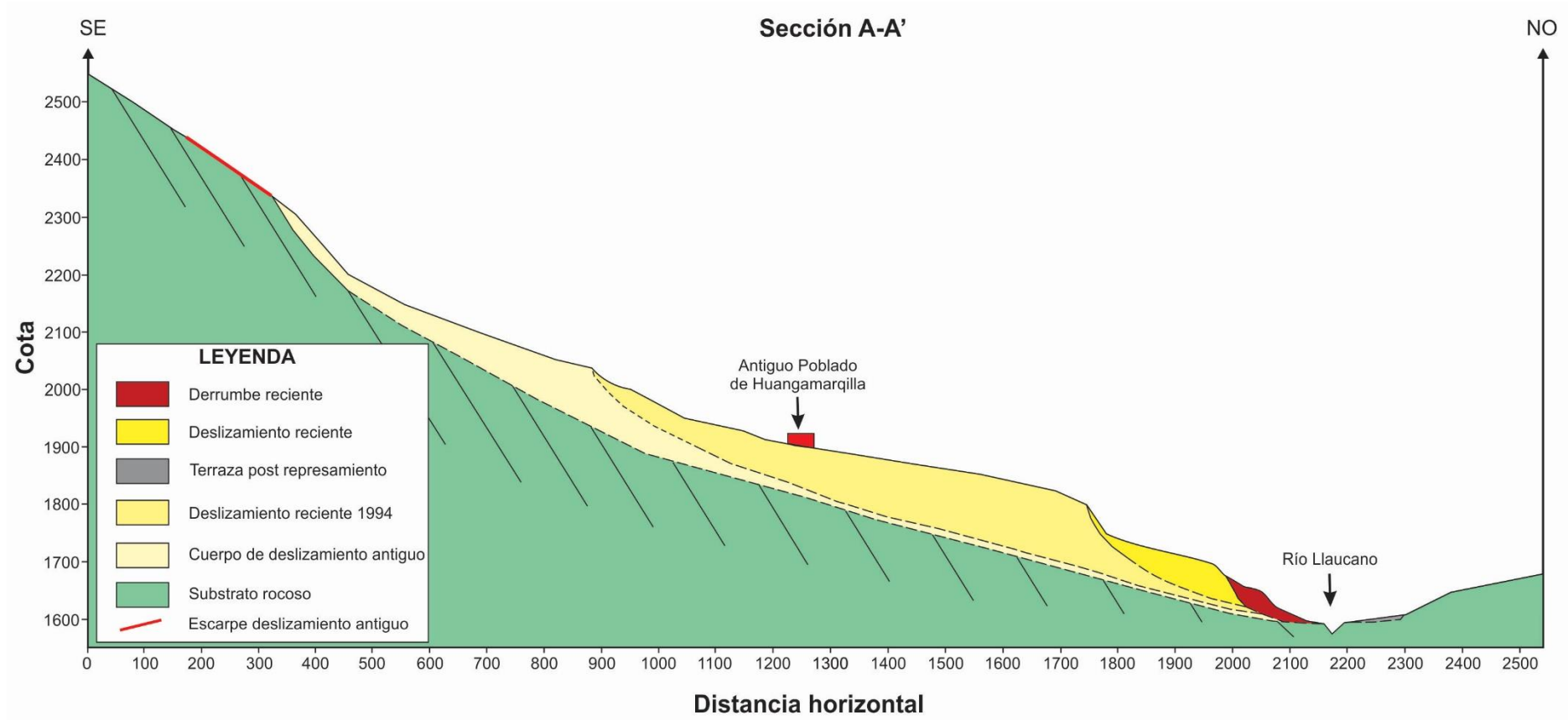


Figura 7. Perfil geológico-geodinámico. Sección AA'

5.1 DESLIZAMIENTO DE HUANGAMARQUILLA

El evento identificado en Huangamarquilla, es un movimiento en masa tipo deslizamiento-flujo (Zavala y Rosado, 2009), que ha presentado reactivaciones en el tiempo, siendo la más importante el del año 1994, porque destruyó el sector La Pampa-Huangamarquilla, terrenos de cultivo y represó al río Llaucano.

Características del deslizamiento antiguo

Presenta una corona principal con una longitud de 1500 m, el salto principal no se puede apreciar por estar erosionado, pero se presume que debe ser entre 100 a 150 m. La distancia de la escarpa al pie del deslizamiento es 2,200 m. La escarpa tiene forma semicircular y ligeramente alargada (figura 8).

El cuerpo del deslizamiento tiene forma cónica (figura 9), presenta lomeríos (foto 4), escarpes secundarios y agrietamientos, producto del empuje y movimiento de la masa. Muestra un ancho máximo de 1500 m y el ápice tiene una longitud de 150 m (figura 9).

La masa del antiguo deslizamiento cuando llegó al cauce río Llaucano, es muy probable que lo haya represado momentáneamente, porque en el cauce del río aguas arriba de la zona afectada, no hay evidencias de represamientos de largo tiempo, como formación de laguna o terrazas con depósitos lagunares. Pero si se puede afirmar que el río migró hacia la margen derecha “empujado” por los materiales del deslizamiento.

El cauce en forma general tiene forma de media luna, con algunos lóbulos, producto de la erosión fluvial. La longitud del cauce del río afectado es 1890 m. (figura 10).

Una de las causas principales de este deslizamiento, es el buzamiento de los estratos a favor de la pendiente, llega hasta 65° (foto 5 y 6). Esto se evidencia en la cabecera y en el pie del deslizamiento (foto 7).

El cuerpo del deslizamiento antiguo, empieza en la cota 2400 (corona) y termina en la 1620 (cauce del río; pie), lo que hace una diferencia de cotas de 780 m y la longitud del cuerpo es de 2080 m, con una pendiente promedio del terreno de 20° (figura 10).

El cuerpo del deslizamiento involucra un área de 122 hectáreas, con un volumen aproximado de 30,5 millones de metros cúbicos.



Figura 8. Forma de la escarpa del deslizamiento antiguo (línea amarilla).



Foto 4. Se muestra la forma del cuerpo del deslizamiento (lomeríos).



Figura 9. Cuerpo del deslizamiento antiguo en forma cónica (línea amarilla).

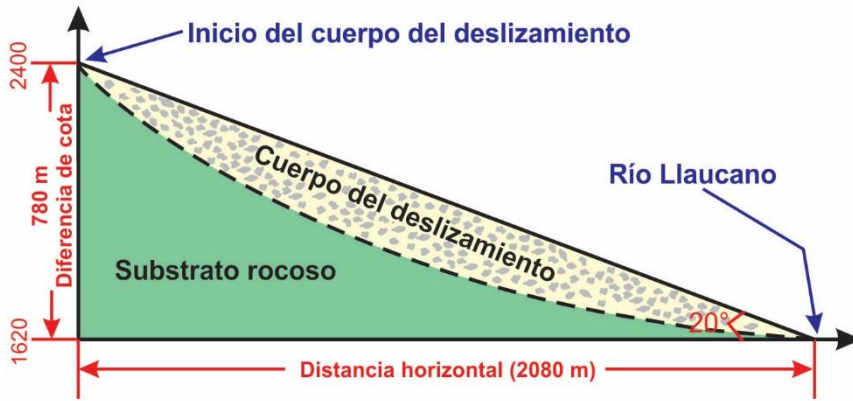


Figura 10. Pendiente del cuerpo del deslizamiento



Foto 5 y 6. Se aprecia el buzamiento de los estratos a favor de la pendiente (líneas amarillas).



Foto 7. Afloramiento y masa del deslizamiento.

5.2.1 REACTIVACIONES DEL DESLIZAMIENTO DE HUANGAMARQUILLA

Se han identificado, dos reactivaciones en el tiempo, siendo la más importante la que sucedió en año 1994, porque afectó al caserío de Huangamarquilla-sector La Pampa, destruyendo viviendas, terrenos de cultivo y represó al río Llaucano por corto tiempo

Reactivación del año 1994

Rodríguez y Torres (2004), menciona que, en el año 1994 en el sector de Huangamarquilla, se originó un deslizamiento de movimiento rápido que deformó el cono aluvial². Llegó a represar al río Llaucano.

Tafur (2016), señala que la reactivación del deslizamiento se dio como consecuencia de intensas lluvias del periodo lluvioso de noviembre 1993 a abril 1994 y por infiltraciones de agua provenientes del canal de regadío sin revestimiento, que cursaba desde el ápice hasta la zona basal del cono.

Los moradores mencionan que la reactivación del deslizamiento se generó en el mes de abril 1994 y el movimiento duro aproximadamente 6 días, por la forma como lo describen la movilización de la masa del deslizamiento y de acuerdo escala de velocidades de los deslizamientos propuesta por Cruden y Varnes (1996), se le puede catalogar como de movimiento rápido a moderado.

Por versiones orales de Medina (2016)³, menciona que este deslizamiento represó al río Llaucano, originado una laguna, por un periodo aproximado de 1 mes, su desembalse fue violento.

a) Causas:

- Canal de regadío sin revestimiento, ubicado en la parte superior del deslizamiento que permitió que el agua se infiltre en el terreno.
- Material inconsolidado, conformado por gravas, bloques, que están englobados en matriz limosa. La matriz permite retención del agua, por lo tanto contribuye con la saturación del terreno y aumento de peso del material.
- Riego por gravedad, no hay control del agua, lo que contribuye con la saturación.
- Pendiente del cuerpo del deslizamiento, 20°. Esto permitió que el depósito suelto que se encontraba sobre la superficie del terreno, pierda estabilidad y se movilice pendiente abajo, formándose el deslizamiento.

b) Características de la reactivación:

La reactivación del deslizamiento empieza desde la cota 2025 m y culmina en la 1620 m (cauce del río Llaucano), es decir con una diferencia de cotas de 405 m, esto nos da una pendiente general de 16° (figura 11).

En el cuerpo de la zona reactivada se aprecian lomerios, producto del empuje del terreno. También se observan escarpes secundarios rotacionales (fotos 8 y 9), con longitudes variables entre 20 a 50 m y con saltos variables entre 5 a 10 m.

El área afectada es de 30.6 hectáreas, haciendo un volumen de 7,6 millones de metros cúbicos.

² El autor denomina cono aluvial, al depósito del antiguo deslizamiento.

³ Medina, J. realizó una inspección en el sector de Huangamarquilla, en el año 1994. El informe realizado se extravió.

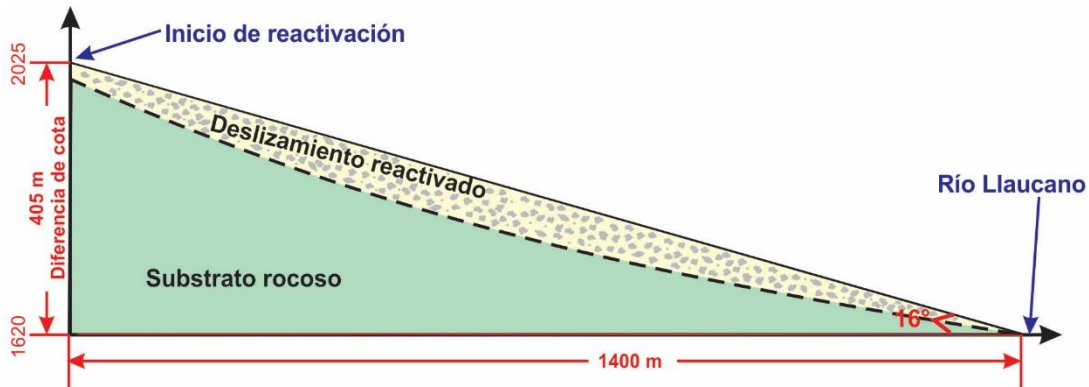


Figura 11. Perfil de la zona reactivada.



Foto 8. Se aprecian las escarpas secundarias (líneas rojas), ubicadas en el cuerpo del deslizamiento reactivado.

c) Represamiento

La masa del deslizamiento al llegar al cauce del río Llaucano, lo represa.

De acuerdo a lo observado en campo y de las imágenes satelitales del Google Earth, las dimensiones de la masa que obturó al cauce, son:

- a) Longitud del cauce del río represado: 620m.
- b) Altura del represamiento: 20 m (Aprox.).
- c) Duración de represamiento, 1 mes (versiones de moradores).
- d) El material proveniente del deslizamiento, llega a cubrir la margen derecha del río Llaucano, hasta un tramo de 20 m.

Durante el represamiento, se formó una laguna, recibiendo aportes de sedimentos provenientes del río, por ello que después del desembalse, en la margen derecha del río Llaucano, se aprecia una terraza amplia (figura 12). La terraza formada tiene una longitud máxima de 300 m y un ancho máximo de 85 m.



Figura 12. Se muestra la terraza, formada después del embalse.

Daños

El año 1994 afectó viviendas del caserío (fotos 9 y 10), postes de tendido eléctrico, canales de regadío, terrenos de cultivo y llegó a represar al río Llaucano (figura 13).



Foto 9. Sector donde se ubicaron viviendas del sector La Pampa-Huangamarquilla. Se aprecia parte de escarpa secundaria (línea amarilla), y palmera inclinada (basculada en dirección opuesta al movimiento).



Foto 10. Vivienda afectada por deslizamiento.



Figura 13. Vista aguas arriba del río Llaucano donde se aprecia lo siguiente:
(A) zona represada.
(B) Sector donde se formó la laguna
(C) Zona de derrumbes.



Foto 11. Se muestra con línea amarilla, la zona de represamiento.

Reactivaciones post represamiento

- Sector (A)

Este sector se reactivó en forma de deslizamiento rotacional y derrumbes en el pie del deslizamiento con alturas hasta de 50 m (figura 14). Este evento afectó terrenos de cultivo.

Presenta las siguientes dimensiones:

- a) Corona con longitud de 250 m y salto entre 15 a 20 m (foto 12)
- b) Longitud de la escarpa principal al pie del deslizamiento: 470 m,
- c) Área afectada 13.8 hectáreas.

Además, se observó árboles inclinados que muestran la inestabilidad del terreno.

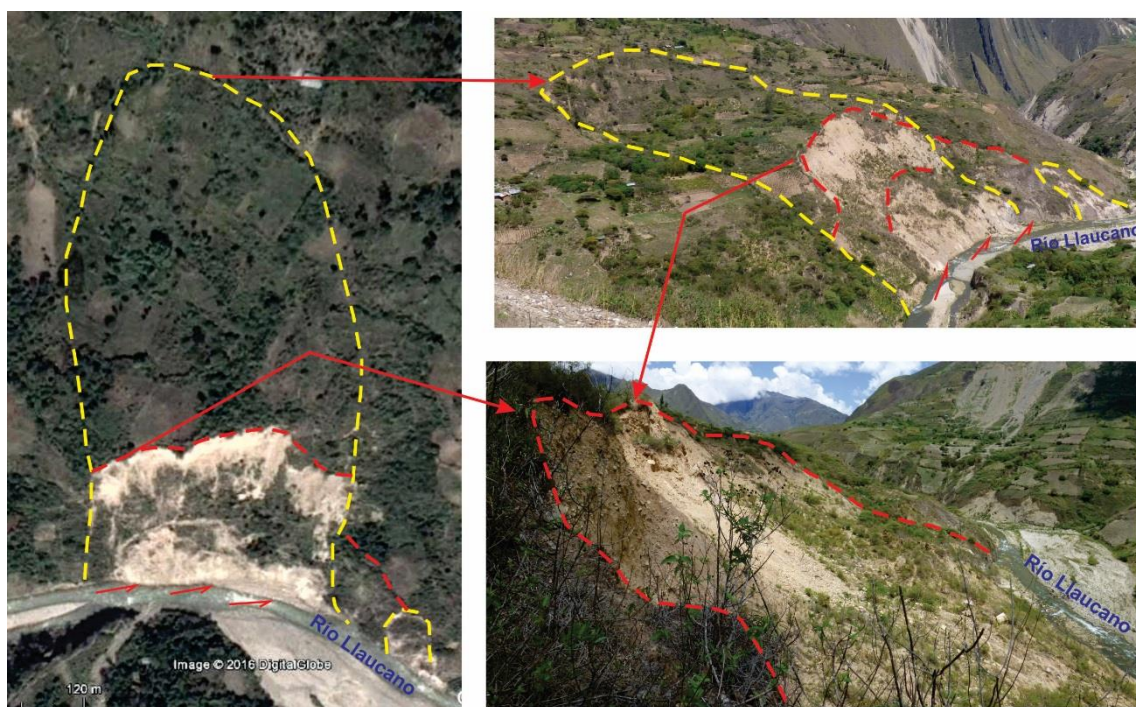


Figura 14 Zona reactivada posterior al año 1994. Las líneas roja punteada muestra la zona del derrumbe, las líneas amarillas la del deslizamiento, las flechas rojas indican la acción erosiva del río.



Foto 12. Parte de la escarpa del área reactivada (A), demarcada con línea amarilla.

Causas de la reactivación

- a) Erosión fluvial en la margen izquierda, por parte del río Llaucano. Esto socaba el pie del deslizamiento y hace que pierda estabilidad.
- b) Malas técnicas de regadío (riego por inundación), el cual consiste en dejar correr el agua sobre la superficie del terreno sin control del agua, esto satura al terreno y le da mayor peso.
- c) Material del depósito del deslizamiento conformado por bloques y gravas englobados con limo, este tipo de matriz retiene el agua.
- d) Pendiente del terreno que permite que la masa inestable ubicada en la superficie se desplace cuesta abajo.
- e) Cuando se formó la laguna, durante el embalse, el espejo de agua subió de nivel, humedeció los lados laterales. La margen izquierda por estar compuesto por un material proveniente de un deslizamiento antiguo, se saturó, al bajar el nivel de agua, perdió cohesión, generando una mayor desestabilización.

- Sector (B)

Este lugar se reactivó en forma de deslizamiento rotacional y en su pie se tiene un derrumbe (figura15). El evento afectó terrenos de cultivo.

Presenta una corona con una longitud de 300 m, con un salto entre 10 a 15 m. la longitud de la escarpa principal al pie del deslizamiento es 370 m, el área afectada es 13.8 hectáreas.

La principal causa de este evento es la erosión fluvial del río Llaucano, que incide sobre la margen izquierda, el cauce del río se encuentra estrecho.

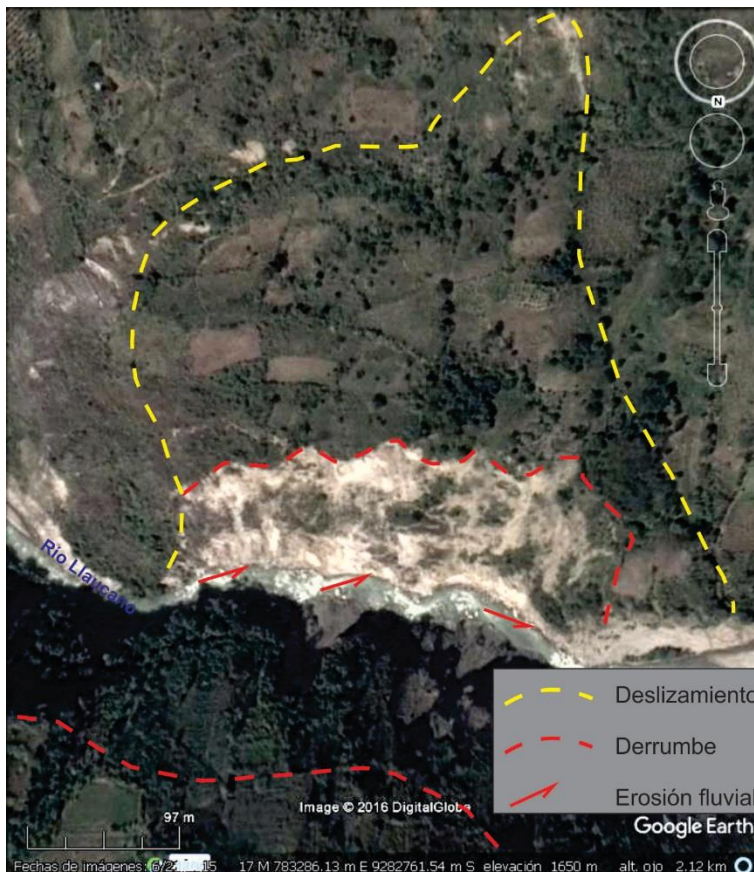


Figura 15. Se aprecian derrumbes en ambas márgenes del río Llaucano.

5.2 DERRUMBES

A parte de los derrumbes colindantes al cuerpo del deslizamiento, también se apreciaron en la margen derecha (figura 15) los cuales tienen alturas hasta de 50 m, con longitudes hasta de 600 m.

Causas:

- Erosión fluvial.
- Estrechamiento del cauce del río Llaucano.
- Roca de mala calidad, susceptible a ser erosionado por la acción hídrica del río Llaucano.

Además, se identificaron otros procesos de movimientos en masa como una avalancha de roca, flujos de detritos y erosiones de ladera (cárcavas), que no influyen en importancia directa al sector de Huangamarquilla. También se identificó un sector con caída de rocas, en las inmediaciones de El Potrero.

VI. CONDICIONES GEODINÁMICAS EN EL SECTOR LA PAMPA

El sector La Pampa presenta las siguientes características y procesos:

- Antecedentes de reactivaciones del deslizamiento antiguo.
- Canales de regadío sin revestimiento (foto 13)
- Pendiente del terreno, promedio de 16°.
- Material del depósito conformado por bloques, gravas, englobados en matriz limo-arcilloso, inconsolidado y mueble en presencia de agua y/o saturación.
- Regadío por gravedad de los terrenos de cultivo.
- El sector no presenta un drenaje pluvial.

Estos condicionantes, generan inestabilidad en la ladera, en este caso nuevamente se puede reactivar el deslizamiento, los factores desencadenantes puede ser intensas lluvias o movimientos sísmicos.



Foto 13. Canal de regadío sin revestimiento.

Por medidas preventivas, la población que se ubica sobre el cuerpo del deslizamiento debe ser reubicada. Este sector debe ser declarado intangible no apto para vivienda, solamente se puede desarrollar actividad agrícola, con restricciones, deben realizar cultivos que necesiten poca agua y reforestación con árboles locales.

VII. EVALUACIÓN DEL ÁREA DE REUBICACIÓN (POTRERO)

El área de reubicación propuesta por los lugareños (Ronda Campesina), es el sector Potrero, este lugar puede servir también como área de expansión urbana.

Geomorfológicamente se encuentra sobre una ladera con pendiente menor a 15° (foto 14), presenta un suelo limoso. Hacia el sur-oeste se aprecian cerros con pendiente hasta de 65° (figura 16).



Foto 14. Sector Potrero.



Figura 16. Zona propuesta para reubicación del sector La Pampa-Huangamarquilla.

Se presentan afloramientos de la Formación Chulec, constituida por calizas, en bancos masivos, con intercalaciones de brechas piroclásticas andesíticas así como lavas de esta misma composición.

En el pie del cerro Gavilanushco, se localizó una caída de rocas (bloques). Esta no afectó al sector propuesto para la reubicación.

7.1 MEDIDAS A CONSIDERAR EN LA ZONA DE REUBICACIÓN

Antes de ser habilitado el terreno de reubicación, se debe realizar lo siguiente:

- Forestar toda la zona aledaña al área, con la finalidad de darle una mejor estabilidad al terreno (figura 17).
- Construir drenaje pluvial para evitar el humedecimiento del terreno destinado para la reubicación.
- Por ningún motivo el área destinada a viviendas se debe orientar hacia los bordes de las quebradas, estas deben quedar como áreas verdes.
- En las inmediaciones de la ladera del cerro Gavilanushco, realizar forestación, con árboles locales, con la finalidad de prevenir algún evento que se pueda suscitar en la ladera (caída de rocas).

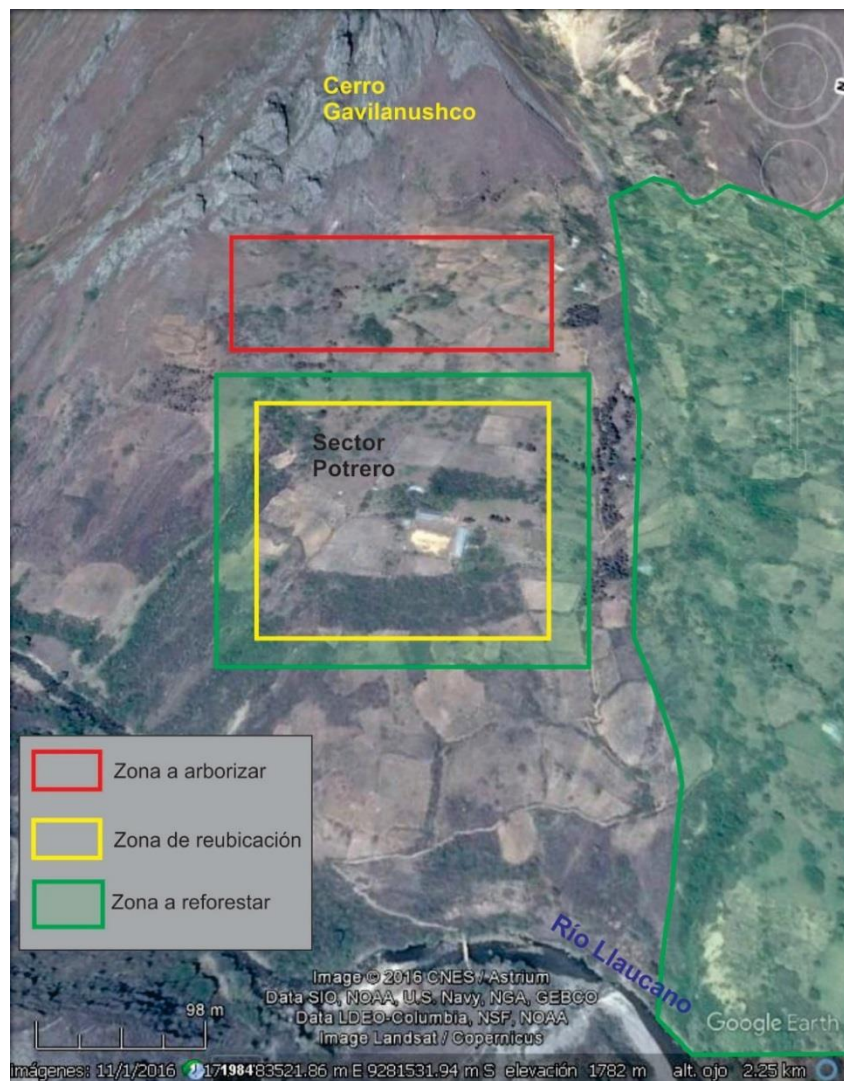


Figura 17. Medidas correctivas para la zona de reubicación

VIII. MEDIDAS CORRECTIVAS

Con la finalidad de atenuar las reactivaciones del deslizamiento, se tiene que realizar lo siguiente:

- La población que se encuentra dentro del cuerpo del deslizamiento, debe ser reubicada.
- Los afloramientos de agua deben ser drenados y transportarlos con tuberías de PVC, para evitar la saturación del suelo (*).
- Construir canal de coronación, para evitar la infiltración de agua proveniente de la superior (*).
- En el cuerpo del deslizamiento realizar drenaje de tipo “espina de pez” para evacuar y evitar la infiltración de agua (figura 18). (*).
- Realizar un sellado de grietas en forma técnica, con ello se evitará la infiltración de agua pluvial al subsuelo (*).
- Monitorear permanentemente el deslizamiento utilizando métodos topográficos o geodésicos. En lo posible implementar el método instrumental.
- Reforestar con plantas nativas toda el área.
- Se recomienda cambiar el método de regadío a aspersión o goteo.

(*) Labores que debe ser realizada por un especialista.

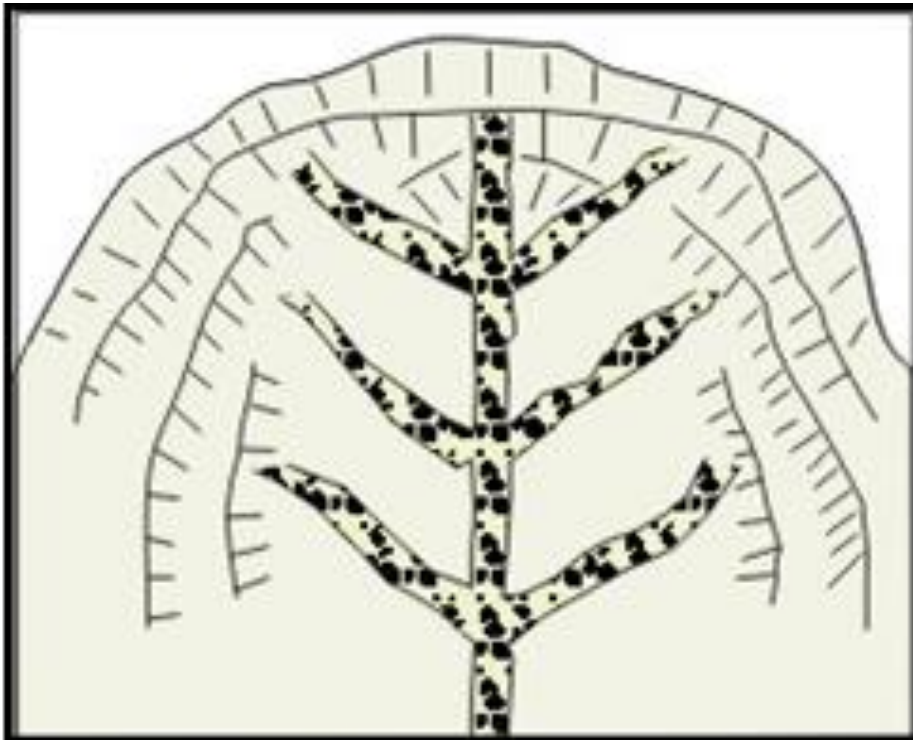


Figura 18: Esquema de drenaje en tipo espina de pez (medida aplicada solo para deslizamiento) (Guzmán *et al* 2000)

CONCLUSIONES

- a) En el sector Huangamarquilla se identificó un antiguo deslizamiento-flujo, que ha presentado reactivaciones en el tiempo, siendo la más importante la del año 1994, porque destruyó al poblado de Huangamarquilla-La Pampa, terrenos de cultivo y llegó a represar al río Llaucano.
- b) Las principales causas fueron:
- Canal de regadío sin revestimiento que permitió la filtración agua por mucho tiempo.
 - Suelo conformado por material de antiguo deslizamiento de mala calidad geomecánica y de fácil remoción.
El factor desencadenante las precipitaciones pluviales periodo 1993-94.
- c) Por las condiciones geológicas del sector Huangamarquilla-La Pampa como:
- Pendiente del terreno, menor de 16°, permite que la masa inestable de la superficie pueda ser movilizada cuesta abajo ante cualquier agente externo.
 - Material suelto proveniente de un deslizamiento antiguo, conformado por gravas y bloques englobados en matriz limosa, de fácil remoción.
 - Canales de regadío sin revestimiento, que permite que el agua se infiltre al subsuelo, lo cual satura e incrementa el peso del suelo.
 - Puquiales no canalizados.
 - Erosión fluvial en el pie del deslizamiento, acción que desestabiliza la ladera, dando origen a las reactivaciones del fenómeno como deslizamientos y derrumbes.

Este sector se considera como **zona crítica**, de muy alto peligro por movimiento en masa, así como **peligro inminente** ante la presencia de intensas precipitaciones o sismos de gran magnitud.

RECOMENDACIONES.

- 1) Las viviendas y centro educativo que se encuentran en el cuerpo del deslizamiento, deben ser reubicadas.
- 2) El área **propuesta para la reubicación del sector La Pampa-Huangamarquilla se encuentra estable**, reúne las condiciones de seguridad física requerida. Se deben tener en cuenta las recomendaciones señaladas en el ítem 7.1. Además, no permitir el crecimiento urbano hacia los bordes de la quebrada.
- 3) Para el canal de regadío, se debe revestir con tubería de PVC.
- 4) Forestar la zona, con plantas autóctonas, con la finalidad de darle una mayor estabilidad al terreno.
- 5) Drenar los puquiales, para que no saturen al terreno.
- 6) Las obras que se plantean deben ser supervisadas por especialistas.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Avalancha de detritos

Movimiento en masa tipo Flujo, muy rápido a extremadamente rápido, que se caracteriza porque el material se desplaza libremente ladera abajo, es decir que no se canaliza a lo largo, por ejemplo, del cauce de un río (Hungry et al., 2001).

Flujo no canalizado de detritos saturados o parcialmente saturados, poco profundo. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma el carácter de tipo flujo. Relacionado con la ausencia de canalización de estos movimientos, está el hecho de que estos movimientos presentan un menor grado de saturación que los flujos de detritos y que no tienen un ordenamiento de la granulometría del material en sentido longitudinal, ni tampoco un frente de material grueso (Hungry et al., 2001).

Deslizamientos

Son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según la clasificación de Varnes (1978), se puede clasificar a los deslizamientos por la forma de la superficie de la escarpa, 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).

Deslizamiento rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava (Figura 19 y 20). Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un eskarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el eskarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. 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.

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s. (PMA: GCA, 2007).

En la figura 20, se representa las partes principales de un deslizamiento.

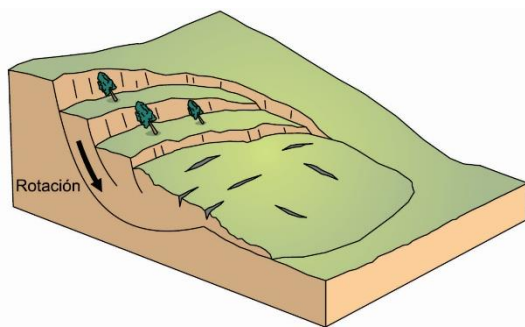


Figura 19. Deslizamiento rotacional (tomado del Proyecto Multinacional Andino, (2007).

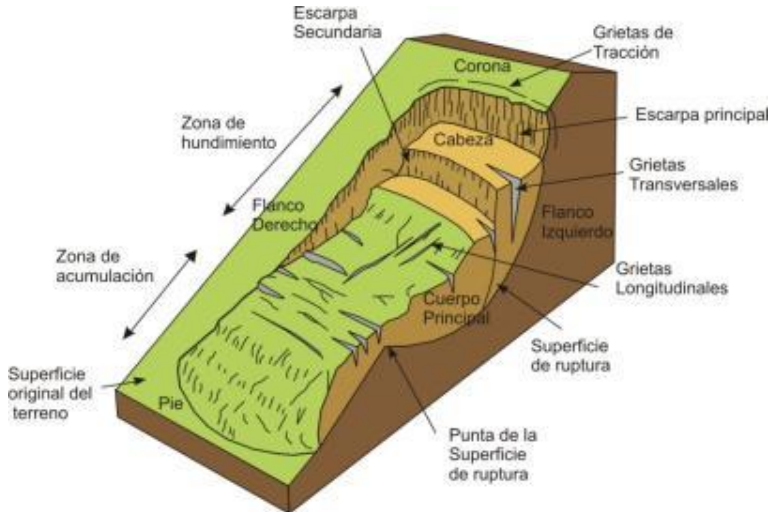
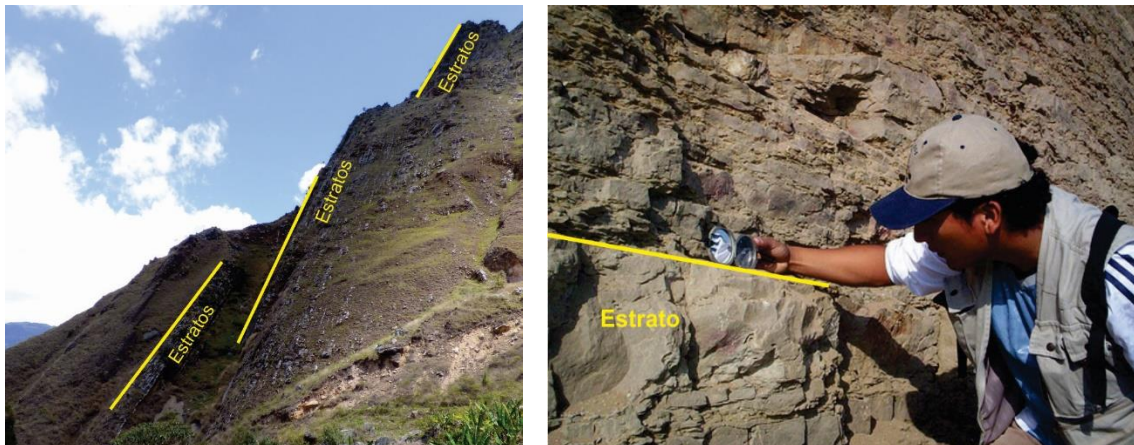


Figura 20. Esquema de un deslizamiento rotacional muestra sus partes principales.

Buzamiento

Es ángulo de inclinación, es la línea de máxima pendiente de un estrato (Dávila 1999). Angulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90° (PMA: GCA, 2007). (Fotos 15 y 16).



Fotos 15 y 16. Buzamiento de los estratos (líneas amarillas indican la inclinación).

Caída de rocas

Desprendimiento. Tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de la superficie de un talud, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire, pero con algunos golpes, rebotes y rodamiento (figura 21). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. Algunos autores, como Corominas y Yague (1997) denominan colapso a los casos en que el material cae de manera eminentemente vertical.

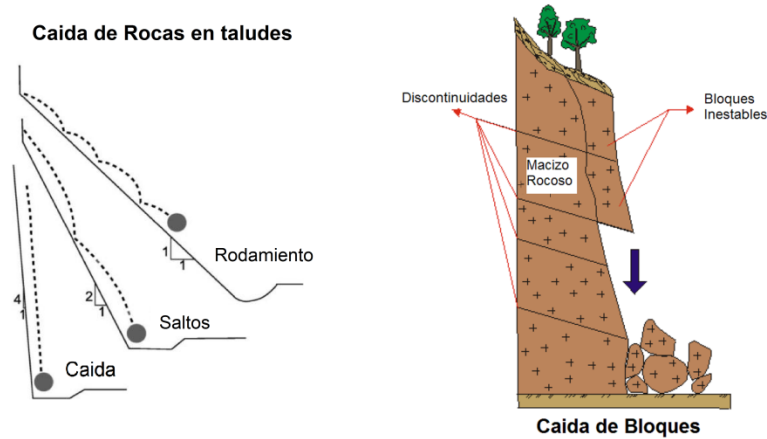


Figura 21. Esquemas de los tipos de movimientos de los bloques realizan sobre el talud dependiendo de su pendiente y su origen (Fuente: Modificado Pimentel, 2011).

Erosión

Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glacial, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar. (PMA: GCA, 2007).

Erosión fluvial

Las aguas continentales son un agente erosivo de primera magnitud. En forma de ríos que discurren sobre la superficie, o de corrientes subterráneas, el agua desgasta los materiales que hay por donde pasa y arrastra los restos en dirección al mar, dejándolos depositados en diversos lugares, formando nuevos suelos y, en definitiva, modelando el paisaje.

La acción erosiva de un río se debe a la energía del agua. Es capaz de arrancar trozos de roca que se encuentran en las márgenes del río y ser arrastrados por la corriente.

Escarpe principal

En un deslizamiento se refiere a la parte superior vertical o semi-vertical del plano de falla que queda expuesta en superficie por el movimiento lateral abajo del cuerpo principal. (PMA: GCA, 2007). Figura 20

Flujos de detritos

Es un movimiento muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos, que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido y transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce empinado (flujos canalizados) Figura 22. (PMA: GCA, 2007).

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

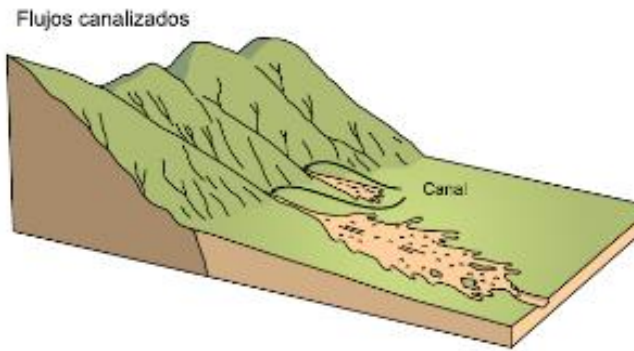


Figura 22. Esquema de flujos canalizados y no canalizados, según Cruden y Varnes (1996).

Movimiento en masa

Fenómeno de remoción en masa, se llama también movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

Represamiento del río

Bloqueo parcial o total de una corriente de agua debido a un movimiento en masa. Es estancar el caudal de una corriente de agua, de un río o de una quebrada. Se tiene los siguientes casos. (Figura 23).

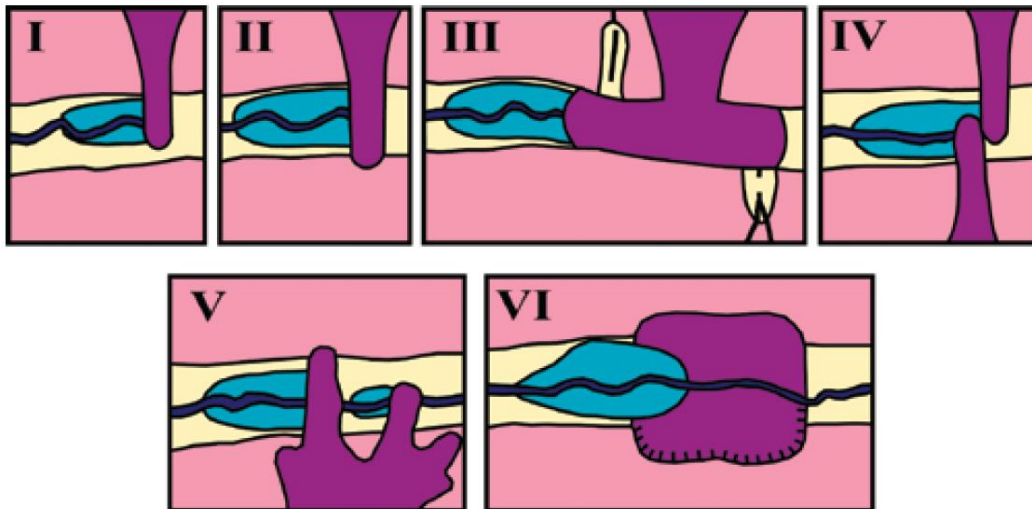


Figura 23. Tipos de represamiento según la clasificación de Costa y Schuster (1988).

BIBLIOGRAFÍA

- Benavente, C. (2007). *Evaluación de Peligro Geológico en el sector de Challa*. Provincia Tarata-Tacna. INGEMMET. Informe Técnico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. 12 Págs.
- Corominas, J., & García, A. (1997). *Terminología de los movimientos de laderas*, en Memorias, IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables, Granada, España, p. 1051-1072.
- Costa, J., y Schuster, R., 1988, *The formation and failure of natural dams*: Geological Society of America, Washington D.C., v. 100, p. 1054-1068.
- Dávila, J (1999). *Diccionario Geológico*. INGEMMET. Tercera Edición. Lima Perú.
- Cruden, D., & Varnes, D. (1996). *Landslide Types and Processes*. En: "Landslides. Investigation and Mitigation", Eds Turner, A.K. and Schuster, R.L. Special Report 247, Transport Research Board, National Research Council, Washington D.C. pp. 36-75.
- Cruden, D., 1991, *A Simple definition of a landslide*: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, v. 43, p. 27-29.
- Guzman, A. Fidel, L., Zavala, B., Valenzuela, G., Núñez, S. & Pari, W. (2000). *Estudios de Riesgos Geológicos del Perú. Franja N°1*. INGEMMET. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 341 Págs.
- Hungr, O., 2005, Classification and terminology, en Jakob, M., y Hungr, O., ed., Debris flow hazard and related phenomena: Chichester, Springer-Praxis, p. 9-23.
- Hungr, O., Evans, S. G., Bovis, M., y Hutchinson, J. N., 2001, Review of the Classification of landslides of the flow type: Environmental and Engineering Geoscience, v. 7, p. 221-238.
- Lezana, J. (2016). *Estudio de Mecánica de Suelos*. Actividad: Estimación de riesgo en la localidad de Huangamarquilla. Provincia de Chota-Cajamarca. Gobierno Regional Cajamarca. 22 Págs.
- Pimentel, F. (2011). *Retroanálisis para la determinación de los coeficientes de restitución de gneis y depósitos de talud*. Instituto de geociencias de la Universidad federal de Rio de Janeiro. 48p.
- PMA: GCA. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). *Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas*. Canadá. Publicación Geológica Multinacional N° 4, 404 p.
- Rodriguez, R. & Torres, W. (2004). *Evaluación de Riesgo Deslizamiento. La Pampa Potrero. Comunidad de Huangamarquilla*. Distrito Chalarmarca. Provincia de Chota. Gobierno Regional Cajamarca. Dirección Regional Defensa Civil. Gerencia Subregional. 23 Págs.
- Sánchez, A. (1995). *Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar*. INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 56. 473 Págs.

Tafur, W. (2016). **Informe Geológico de la Localidad de Huangamarquilla-Sector La Pampa**. Provincia de Chota. Cajamarca. Gobierno Regional Cajamarca. Oficina de Defensa Civil. 16 Págs.

Varnes, D.J. (1978) - **Slope movement types and processes**. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., Landslides, analysis, and control. Washington, DC: National Research Council, Transportation Research Special Report 176, p. 11-33.

Zavala, B. y Rosado, M. (2011) "**Riesgo Geológico en la Región Cajamarca**". INGEMMET. INGEMMET. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 44. 394 Págs.