

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6868

EVALUACIÓN GEODINÁMICA DEL SECTOR DE PURUAY

Región y Provincia Cajamarca
Distrito Baños del Inca
Paraje Puruay



SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
ESTIBENE VÁSQUEZ CHOQUE

FEBRERO
2019

INDICE

RESUMEN	2
1. ANTECEDENTES	3
2. ESTUDIOS ANTERIORES	3
3. ASPECTOS GENERALES	3
3.1 Ubicación	3
3.2 Objetivos	5
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS	5
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	6
5.1 Deslizamiento	7
5.2 Deslizamiento de Puruay	7
5.3 Condiciones de estabilidad del sector de Puruay	12
6. OTROS DESLIZAMIENTOS IDENTIFICADOS	12
7. MEDIDAS CORRECTIVAS	13
8. ZONA DE REUBICACIÓN	13
CONCLUSIONES	16
RECOMENDACIONES	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

EVALUACIÓN GEODINÁMICA EN EL SECTOR DE PURUAY

(Distrito Baños del Inca, provincia y región Cajamarca)

RESUMEN

El sector de Puruay, está ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia y región Cajamarca. El 02 de diciembre 2018 se presentó un deslizamiento que afectó terrenos de cultivo, postes de tendido eléctrico y vías de acceso; de seguir el movimiento afectaría viviendas, vías de acceso y nuevos terrenos de cultivo.

En el sector se tienen afloramientos de rocas volcánicas denominadas Tual-Puruay, conformadas por tobas y aglomerados. Estas secuencias volcánicas son rocas de mala calidad y se consideran muy susceptibles a la generación de movimientos en masa como deslizamientos como el originado recientemente en el sector de Puruay.

El deslizamiento evaluado es de tipo rotacional con avance progresivo, es decir pendiente abajo. Presenta una corona de tipo rotacional con una longitud de 50 m y altura de 2,5m a 3,5m, los escarpes laterales tienen alturas entre 1 a 2,5 m. Pero en el lado derecho, se puede presentar un avance retrogresivo, por presentar agrietamientos en la parte posterior del escarpe lateral.

Los factores condicionantes para la generación de este evento son: a) roca altamente meteorizada, que genera suelos de fácil remoción; b) suelo y roca saturadas; c) antiguos canales de irrigación sin revestimiento, esto a través de los años ayudo con la saturación del terreno y el aumento de peso de la masa inestable; d) pendiente del terreno, menor de 15° que originó que la masa inestable se deslice cuesta abajo, por la saturación del terreno.

Este movimiento en masa, no está estabilizado, aún sigue en movimiento, porque se han presentado nuevos agrietamientos en el terreno, tanto en los lados laterales como en el cuerpo del deslizamiento.

Por medidas preventivas es necesario reubicar las viviendas que se encuentran cercanas al cuerpo del deslizamiento.

También, de forma inmediata trasladar o modificar la ubicación de los postes de tendido eléctrico que cruzan el cuerpo del deslizamiento, para evitar la rotura de los cables.

La zona asignada para la reubicación (zona1), a la fecha de la inspección no muestra evidencias de movimientos en masa. Se encuentra en la cima de una colina y presenta una pendiente menor a 2°.

La zona para la reubicación de las viviendas ubicadas en la corona del deslizamiento (zona 2), no muestra estabilidad, en el terreno se aprecian movimientos en masa antiguos.

1. ANTECEDENTES

El Ministerio de Energía y Minas, solicitó al Ingemmet realizar una evaluación geológica del sector de Puruay, zona afectada por deslizamiento.

El Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, asignó a los Ings. Segundo Núñez Juárez, Estibene Vásquez Choque y Doreen Carruyo Ruíz para que ejecuten dicha inspección.

Se efectuaron coordinaciones con el Ing. Luis León Ordáz, representante de Defensa Civil de Cajamarca, para realizar la inspección insitu de la zona afectada. Los trabajos de campo se realizaron los días 14, 15 y 16 de febrero del 2019.

2. ESTUDIOS ANTERIORES

Se tienen los siguientes estudios desde el punto de vista geológico:

- a) Boletín Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba, realizado por Reyes (1980), donde menciona que el sector de Puruay, se tiene afloramientos de la secuencia volcánica Tual-Puruay, compuesta por secuencias de tobas, lavas y aglomerados.
- b) Estudio de Riesgo Geológico de la Región Cajamarca, realizado por Zavala y Rosado (2011), informan que en la región Cajamarca se tienen 171 zonas críticas por peligro geológico, dentro de los cuales se encuentra la zona de Puruay. Por otra parte en el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa el área en mención se encuentra en alta, zona propensa a generación de deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos.
- c) Estudio Evaluación Geológica-Geotécnica del Deslizamiento Puruay, realizado por Alcántara (2019), menciona que la zona del deslizamiento no presenta un factor de seguridad necesario para ser considerado estable para actividades humanas, el material podría fallar si llegase a acumularse lluvias intensas continuas u ocurriese un evento sísmico fuerte.

3. ASPECTOS GENERALES

3.1 Ubicación

La zona de Puruay se encuentra ubicada a unos 5,6 kilómetros del desvío “El Callejón” (Carretera a Bambamarca Km. 4), pertenece a la jurisdicción del distrito Baños del Inca, provincia y región Cajamarca (figura 1)

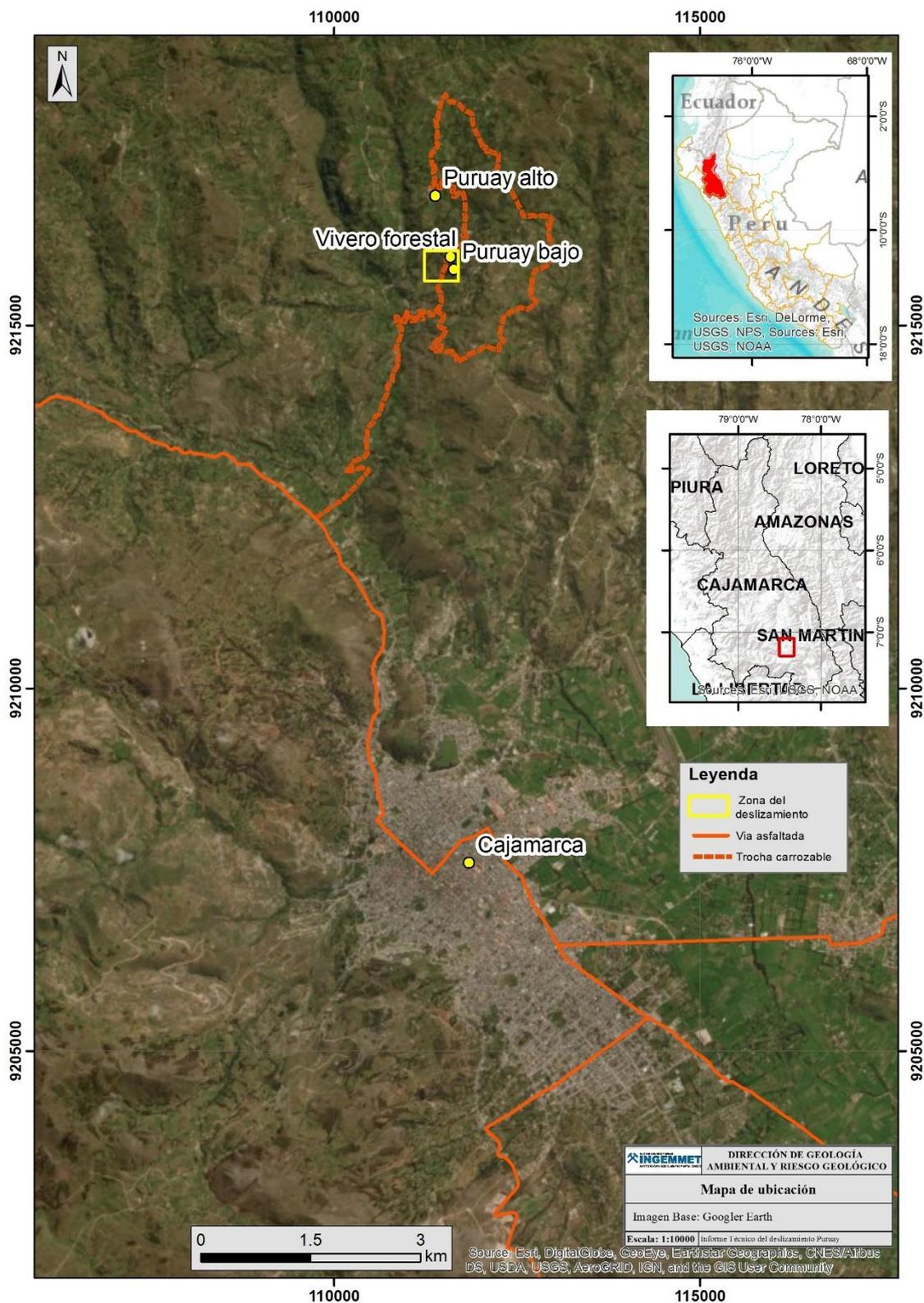


Figura 1

Las coordenadas UTM en la zona inspeccionada son:

- a) 774000 E, 9216400 N
- b) 774000 E, 9218000 N
- c) 776000 E, 9218000 N
- d) 776000 E, 9216400 N

La población involucrada, se dedica a la agricultura y ganadería.

3.2 Objetivos

- Evaluar geológicamente el deslizamiento Puruay.
- Determinar las causas y factores detonantes del deslizamiento.
- Dar soluciones pertinentes para atenuar los efectos del deslizamiento.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS

Geomorfológicamente la zona se encuentra ubicada en la ladera de una colina en roca volcánica, cubierta por terrenos de cultivo y pastizales. Las laderas presentan pendientes comprendidas entre 40° - 25° (que corresponde a aglomerados volcánicos) y $<15^{\circ}$ (que corresponde a tobas volcánicas. Ver foto 1.

La cima de la colina se caracteriza por presentar ondulaciones suaves hasta planas.

Tomando como referencia la información de Reyes (1980) y lo observado en campo; en el sector se identificó secuencias volcánicas, como tobas y aglomerados andesíticos (fotos 2 y 3). Las primeras son de mala calidad, se encuentran altamente meteorizadas (foto 2), no se aprecia su estructura original. Son muy susceptibles a la generación de movimientos en masa.

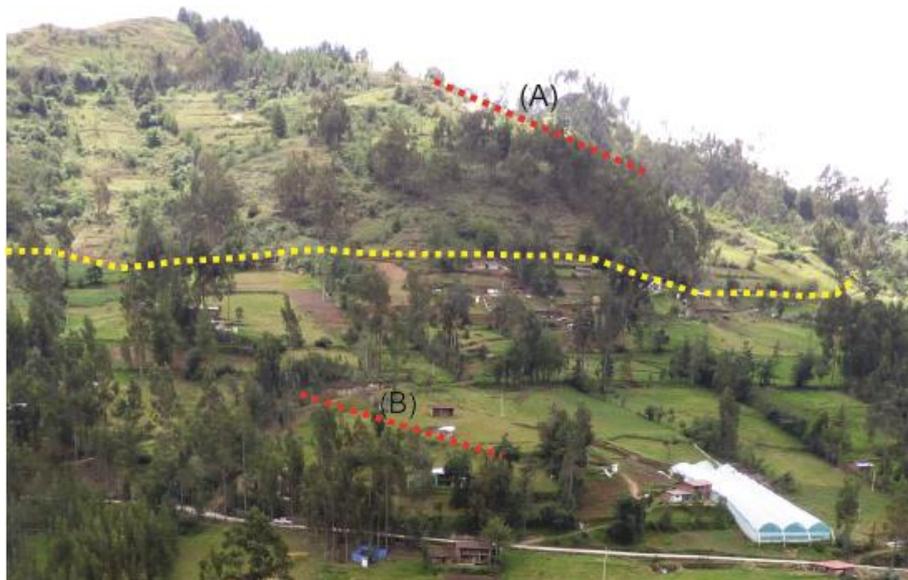


Foto 1. En las laderas se aprecia cambio de pendiente,
(A) Ladera con pendiente de 30° , corresponde a afloramiento de aglomerados.
(B) Ladera con pendiente menor a 15° , concierne a secuencias de tobas.



Foto 2. Afloramiento de tobas, se encuentran muy meteorizadas, no se aprecia su estructura original.



Foto 3. Secuencia de aglomerado volcánico.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Zavala y Rosado (2011), mencionan en el Estudio de Riesgo Geológico en la región Cajamarca, que el área de Puruay, se encuentra en una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa, donde se pueden presentar deslizamientos y flujos de detritos. Además mencionan que es un área crítica por peligro geológico, es decir, zona recurrente a procesos de deslizamientos.

5.1 Deslizamiento

Está definido como movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según la clasificación de Varnes (1978), estos se pueden clasificar por la forma de la superficie de la escarpa, en la cual se desplaza el material, en dos tipos: 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 2, se representa las partes principales de un deslizamiento. Las causas para la ocurrencia de estos procesos, se relacionan con la litología del substrato, la pendiente del terreno, la presencia de agua entre otros. Es frecuente que deslizamientos antiguos aparentemente ya estabilizados, se vuelvan a reactivar ya sea por factores naturales o antrópicos.

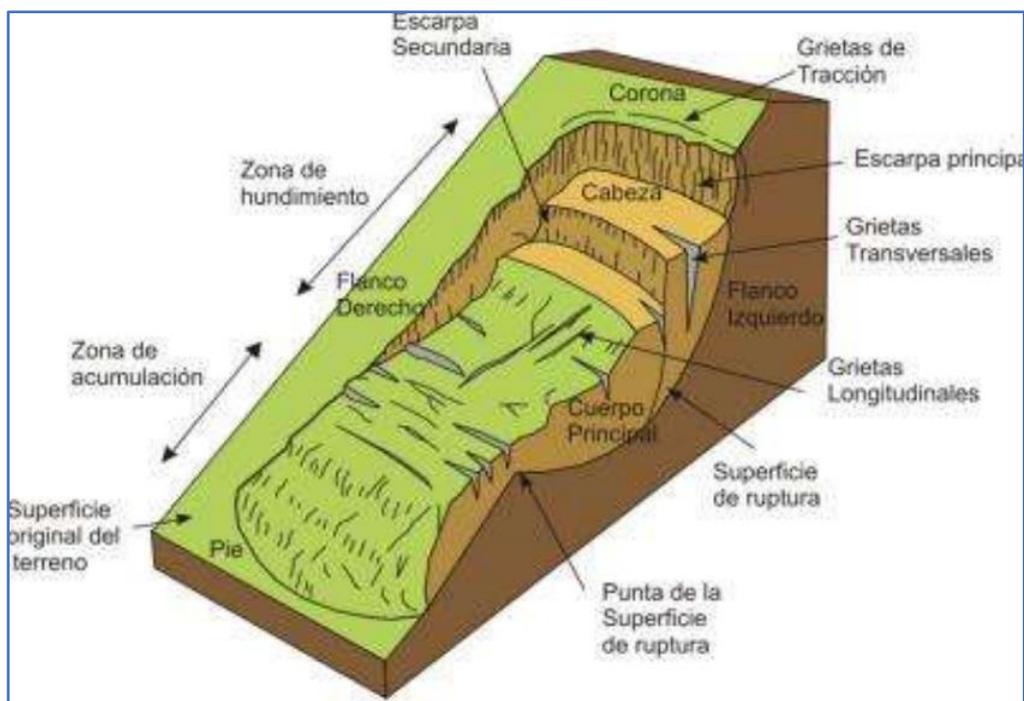


Figura 2. Esquema de un deslizamiento con sus partes principales. (Cruden y Varnes, 1996)

5.2 Deslizamiento de Puruay

Torres (2019), menciona que en el sector Puruay, se presentó un deslizamiento rotacional que se inició el 03 diciembre de 2018 (figura 3).

Este deslizamiento presenta las siguientes características:

- a) Escarpe principal y único de tipo rotacional (foto 4) con longitud de 50m y altura que varía entre 2,5m a 3,5m, presenta una inclinación de 67° al noroeste, con dirección N65°E. En la cara de escarpa principal se aprecian las estrias, formadas por la fricción del desplazamiento de la masa desplazada. (fotos 4 y 5).
- b) Escarpes laterales tienen alturas entre 1 a 2,5 m.
- c) El avance principal del deslizamiento es de tipo progresivo. Hacia los lados, especialmente en el derecho se apreció agrietamientos por la parte posterior del escarpe lateral, lo que evidencia en este sector un avance retrogesivo.
- d) El deslizamiento tiene una forma ovalada y alargada (figura 4). Con una longitud máxima de 200 m y un ancho máximo de 115 m, abarca un área de 17,950 m²

- e) Se presentan agrietamientos transversales y longitudinales a lo largo del cuerpo del deslizamiento (foto 6), con aperturas que varían entre 20 a 50 cm y profundidades visibles hasta de 1,5 m, con longitudes que varían entre 10 a 30 m.
- f) La masa deslizada, se movilizó hasta el vivero de rosales (figura 5); a la fecha de inspección, no se observó movilidad reciente. De seguir las precipitaciones pluviales, seguirá su avance progresivo, esto afectaría áreas de terrenos de cultivo y vía de acceso.
- g) La distancia desde de la corona del deslizamiento a su pie, es de 220 m.
- h) El desnivel entre el escarpe principal y el pie del deslizamiento es de 20 m.



Foto 4. Escarpe principal, con altura variable, entre 2,5 a 3,5 m.



Foto 5. Se aprecian las estrías formadas por el desplazamiento de la masa.

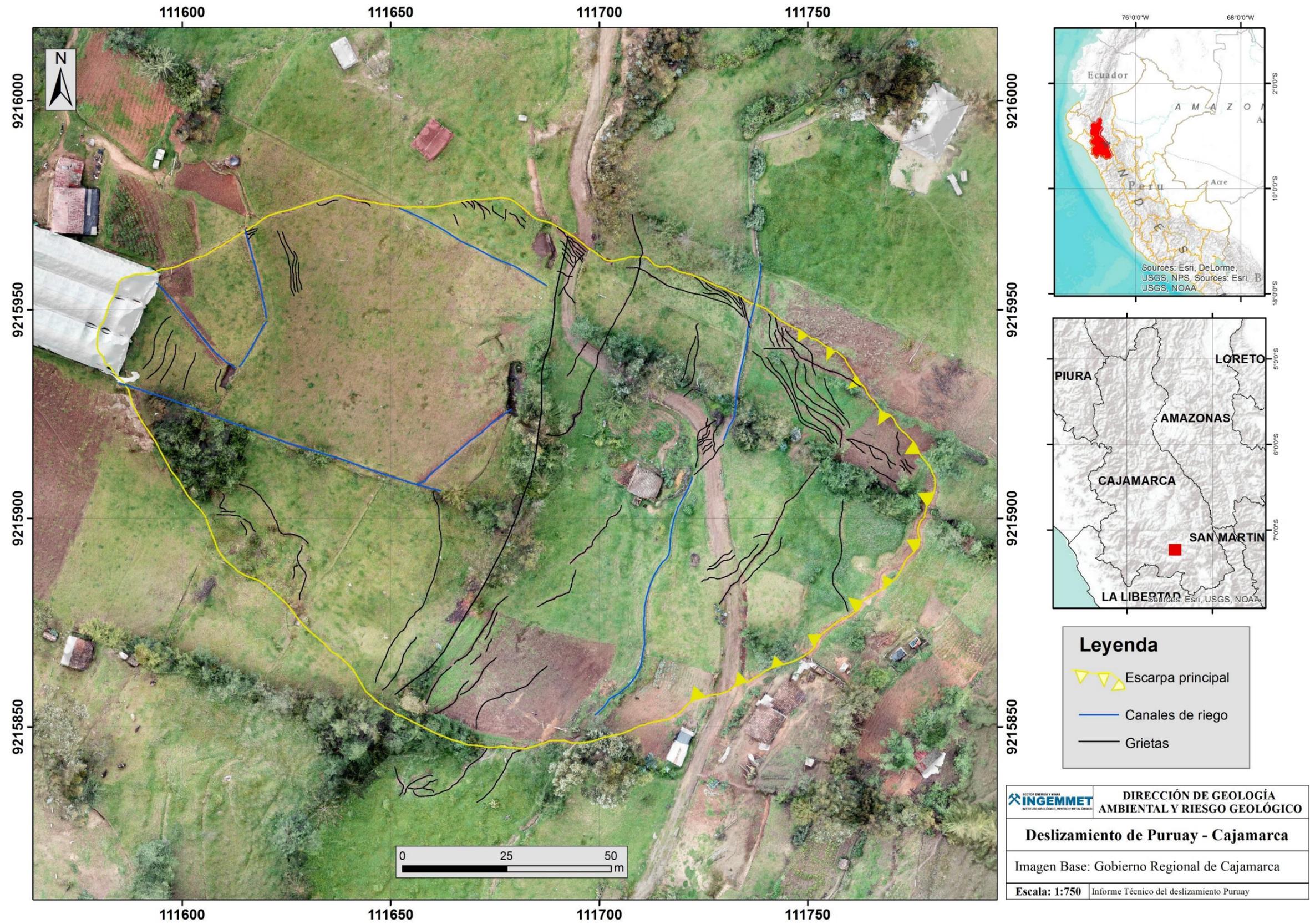


Figura 3.



Figura 4. Zona afectada por el deslizamiento del año 2018, tiene forma alargada.



Foto 6. En el terreno se aprecian agrietamientos longitudinales, paralelos al escarpe lateral.



Figura 5. Zona del vivero, afectada por el deslizamiento.

Causas del deslizamiento:

- a) Tobas altamente meteorizadas (foto 7 y figura 6), que originan material de fácil remoción.
- b) Suelo y roca impermeable, esto permite la saturación del terreno.
- c) Antiguos canales de irrigación sin revestimiento que, a través de los años, ayudó que agua se infiltre al terreno y saturé el terreno.
- d) Aumento de peso de la masa inestable, que se encontraba en la ladera, por la saturación del terreno.
- e) Filtraciones de agua provenientes de puquiales.
- f) Pendiente del terreno menor a 15° , por ello la masa inestable que se encontraba sobre la superficie se deslizó cuesta abajo (foto 8)., e n forma lenta

El factor detonante son las precipitaciones pluviales.



Foto 7. Se aprecia la toba (color beige) altamente meteorizada, sobre ella parte del suelo (color plomo).



Figura 6. Se aprecian hasta tres secuencias de tobas.



Foto 8. Se aprecia la pendiente del terreno menor a 15°.

5.3 Condiciones de estabilidad del sector de Puruay

Las condiciones de estabilidad son precarias, se tiene:

- Terreno inestable saturado se agua.
- Pendiente de la ladera favorable para el desplazamiento de la masa inestable.
- Agrietamiento del terreno, que favorece la infiltración de agua al subsuelo.
- De seguir saturándose la masa inestable de agua, por la presencia de lluvias, es favorable que el deslizamiento siga movilizándose pendiente abajo.

Según lo manifestado por los moradores del sector, desde que se inició el deslizamiento, los agrietamientos, conforme pasa el tiempo sus longitudes y aperturas se han incrementado del terreno se han incrementado, hay aumento en su longitud y apertura.

6. OTROS DESLIZAMIENTOS IDENTIFICADOS

Hacia el lado derecho, aguas arriba del río Grande, se identificó otro deslizamiento rotacional que se originó en el año 2010.

En el cuerpo del deslizamiento se presentan agrietamientos del terreno, como también escarpes en proceso de formación, saltos entre 20 cm hasta 1 m.

Las causas son similares a las encontradas en el sector de Puruay

En el cuerpo del deslizamiento se observan agrietamientos del terreno, con saltos comprendidos entre 5 a 10 cm.

El terreno presenta una pendiente menor de 15°, material susceptible a ser removido.



Figura 7. Se aprecian los escarpes (líneas de color amarillo) y los agrietamientos del terreno

7. MEDIDAS CORRECTIVAS

- Reubicar las viviendas aledañas al deslizamiento.
- Drenar el cuerpo del deslizamiento mediante zanjas. Estas zanjas, el fondo debe estar cubierto con tubería de PVC, para coleccionar las aguas.
- Rellenar los agrietamientos del cuerpo del deslizamiento, con arcilla plástica.
- Reubicar de forma inmediata los postes de tendido eléctrico.

8. ZONA DE REUBICACIÓN

a) **Sector 1.** La zona considerada se encuentra en la siguiente coordenada 775084 E, 9217744 N, altitud 3275 m s.n.m. (Figura 6).

Este sector se encuentra en la cima de una colina (foto 9), la cual presenta una pendiente muy suave, menor a 2°. Hacia el noreste se aprecia una lomada estable con laderas de pendiente menores a 10°.

El terreno evaluado se caracteriza por presentar un suelo arcilloso, con una potencia promedio menor a 50 cm. La roca del substrato son tobas con aglomerados.

Para acondicionarlo se requiere realizar un drenaje pluvial, para evacuar las aguas de lluvia.



Foto 9. Sector propuesto para la reubicación.

- b) Sector 2. Se ubica en las siguientes coordenadas:
9217141 N, 112041 E altitud 3198 m s.n.m. (Figura 6)

Esta zona no es apta para la reubicación, por estar ubicada sobre una ladera que es parte de un deslizamiento antiguo; la evidencia de ello son los escarpes secundarios encontrados con alturas comprendidas entre 1 a 1.5 m (foto 10).



Foto 10. Se aprecian parte de un deslizamiento antiguo. Se aprecian saltos secundarios.

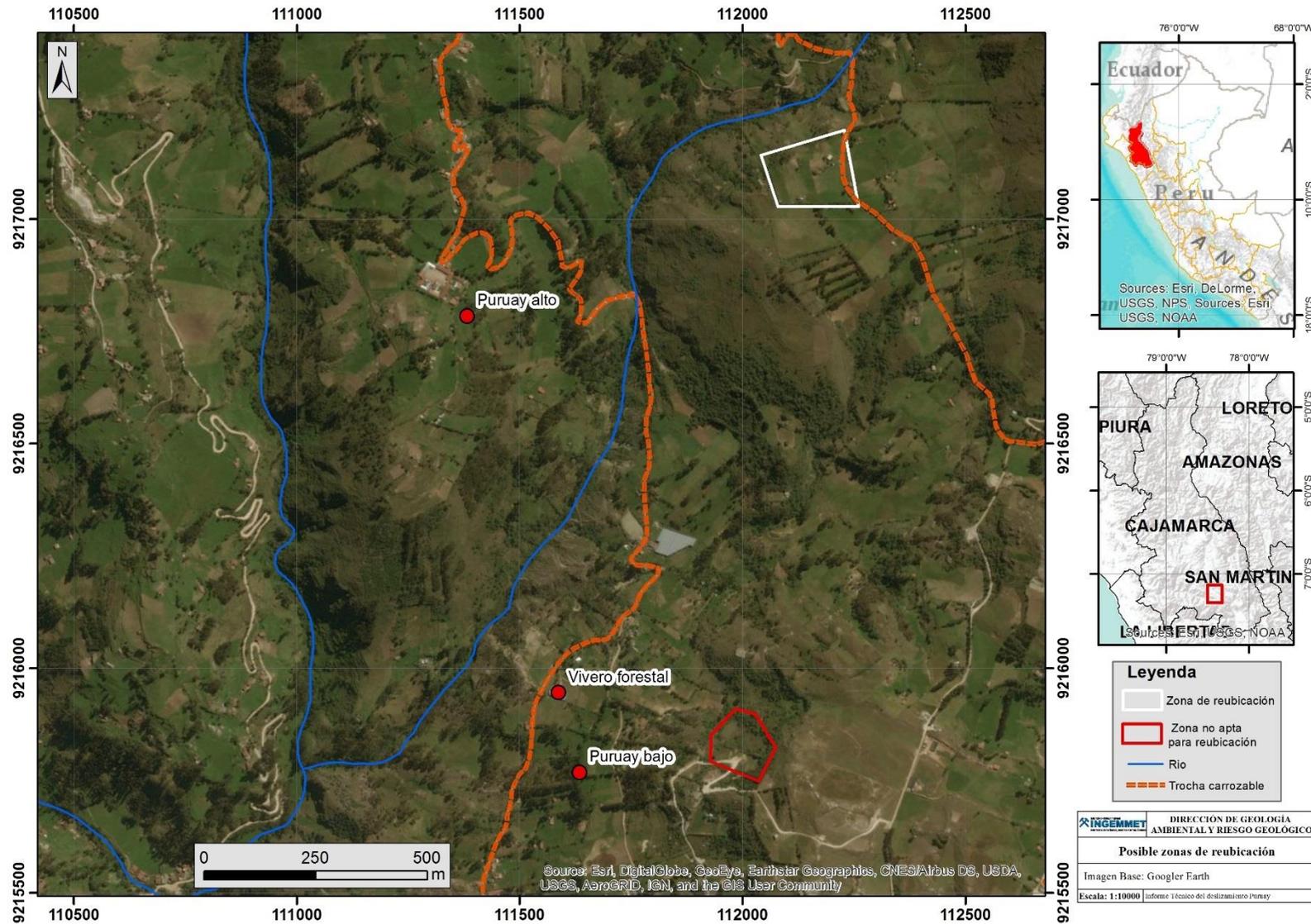


Figura 6. Zona de reubicación

CONCLUSIONES

- a) El deslizamiento de Puruay evaluado se inició el 02 de diciembre 2018.
- b) Por las condiciones geológicas encontradas este sector se considera inestable; de presentarse lluvias intensas, seguirá presentando un avance en la masa mueve deslizamiento cuesta abajo.
- c) La zona se considera como zona crítica por peligro de deslizamiento,
- d) En el 2010 se generó un deslizamiento en un sector colindante al lado derecho del sector afectado el 02 de diciembre del 2018; presenta las mismas condiciones geológicas (roca de mala calidad, terrenos saturados de agua y pendiente del terreno menor a 15°). Además, se encontraron evidencias de movimientos en masa antiguos que pueden ser reactivados. Por todas estas características se considera como una **“zona crítica y de peligro inminente ante intensas lluvias”**.
- e) Las causas que originaron el presente deslizamiento son:
 - Litología, roca altamente meteorizada, no se aprecia su estructura original, es de fácil remoción.
 - Roca y suelo impermeables, que permite retención del agua de lluvia y de regadío.
 - Antiguo canal de regadío que pasaba por el cuerpo del deslizamiento, contribuyó con la saturación del terreno.
 - Pendiente del terreno, menor a 15°, por ello se formó un deslizamiento con movimiento lento.
- f) El deslizamiento es de tipo rotacional, con una corona de 50 m de longitud, un salto comprendido entre 2,5m a 3,5 m; de avance progresivo, la forma del deslizamiento es forma ovalada y longitudinal. Cubre un área aproximada de 17950 m².
- g) La cartografía en el cuerpo del deslizamiento de agrietamientos longitudinales y transversales, con longitudes de hasta 30 m, con aperturas de 50 cm, profundidades visibles entre 1 a 1,5 m.
- h) El deslizamiento afectó severamente terrenos de cultivo, vía de acceso a Puruay y postes de tendido eléctrico.

RECOMENDACIONES

- a) Reubicar inmediatamente las viviendas aledañas al deslizamiento.
El lugar asignado para su reubicación se encuentra al noroeste del sector de Puruay, en las coordenadas:
 - 1) 112041 E, 9217141 N
 - 2) 112220 E, 9217198 N
 - 3) 112060 E, 9217028 N
 - 4) 112079 E, 9217028 N
- b) Realizar un canal de coronación que bordeé la escarpa principal de deslizamiento; ello permitirá que el agua del proveniente de la ladera no se infiltre al cuerpo del deslizamiento. El diseño del canal lo deberá realizar un especialista.

- c) Sellar los agrietamientos existentes con arcilla, para evitar la infiltración de agua por las grietas.
- d) Realizar un sistema de drenaje para evacuar las aguas del cuerpo del deslizamiento, mediante tuberías de PVC. Con ello se colectará el agua del cuerpo del deslizamiento. Podrá usarse un drenaje tipo “espina de pez”.
- e) Una vez estabilizado el terreno, se podrá usar nuevamente como terrenos de cultivo, la irrigación del terreno será mediante un sistema de goteo.
- f) En el área señalada para reubicación, se debe realizar un drenaje pluvial con la finalidad de evitar la infiltración de agua al subsuelo y evitar la saturación del terreno
- g) Reforestar la zona aledaña al área de reubicación.
- h) Reubicar de forma inmediata los postes de tendido eléctrico, que se encuentran dentro del cuerpo del deslizamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) Alcántara, R. (2018). Evaluación geológica-geotécnica del deslizamiento Puruay. Gobierno Regional de Cajamarca. Oficina de Defensa Nacional. 27 p.
- b) Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36–75.
- c) Reyes, L. (1980) Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 31, 75p.
- d) Zavala, B., Rosado, M. (2007). Zonas críticas por peligro geológico y geohidrológicos en la región Cajamarca. Informe Técnico. Primer Reporte. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. 28 p.
- e) Zavala, B., Rosado, M. (2011). Riesgo Geológico en la Región Cajamarca. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. 394 p.