

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7073

EVALUACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DE SUELOS EN SAN PEDRO DE CUMBAZA

Región San Martín
Provincia San Martín
Distrito San Antonio



RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de la reactivación del deslizamiento de suelos acontecido el 02 de junio del 2020. Dicho evento se localiza a 700 m al suroeste del área urbana de la localidad de San Pedro de Cumbaza, perteneciente al distrito de San Antonio, provincia y región de San Martín. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología y peligros geológicos.

El objetivo del informe es evaluar la fenomenología del deslizamiento de suelos, determinar su magnitud (área y volumen deslizado) y el nivel de peligrosidad que representa para la infraestructura urbana, vial y seguridad física de la población de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

La geología está marcada por la presencia de depósitos cuaternarios deluviales de composición arcillosa, que cubren el basamento rocoso de lutitas y margas de elevado grado de alteración y fracturamiento. Estas rocas corresponden a la Formación Chonta.

La configuración morfológica está dominada por montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria.

El evento corresponde a la reactivación de un deslizamiento acontecido el día 14 de abril del 2020 a las 11.00 am, como consecuencia de las lluvias, en una ladera ubicada a 700 m al suroeste de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

Dicho movimiento en masa se activó el 02 de junio del 2020, en horas de la madrugada, constatándose por la mañana que una gran masa de suelos se había deslizado ladera abajo, obturando el cauce de la quebrada Trancayacu, dando origen a un estancamiento de agua.

La masa deslizada muestra una amplitud promedio de 150 m, una longitud de 330 m, ocupa un área de $47,263 \text{ m}^2$ equivalente a 4.73 ha e involucra un volumen de aproximadamente $180,000 \text{ m}^3$.

El embalse formado por la obturación de la quebrada Trancayacu abarca un espejo de agua de 460 m^2 , una profundidad de 1.50 m, conteniendo un volumen aproximado de agua de 690 m^3 . Este volumen de agua se encuentra drenando lentamente a través de maleza y de los escombros de suelos y rocas, pero es necesario su desembalse mediante la apertura de una zanja de drenaje.

Puede calificarse como un deslizamiento activo, progresivo, tipo traslacional, puesto que el plano de deslizamiento se alinea al plano de estratificación del basamento rocoso, siendo el contacto entre este y depósitos deluviales la superficie de movimiento.

1.0 INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), dentro de sus distintas funciones brinda asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, que permite identificar, caracterizar, evaluar y diagnosticar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por fenómenos geológicos que pudiera desencadenar en desastres. Estos estudios, concebidos principalmente como herramientas de apoyo a la planificación territorial y la gestión del riesgo (planes de emergencia), son publicados en boletines y reportes técnicos. Esta labor es desarrollada, principalmente, por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico a través de la ACT.7: Evaluación de peligros geológicos y consideraciones geotécnicas a nivel nacional.

La Dirección de Regional de Transportes y Comunicaciones de San Martín, solicita mediante Oficio N°0068-2020-GRSM/ORSDENA de fecha 05 de junio del 2020 la evaluación geológica – geodinámica por movimientos en masa en la localidad de San Pedro de Cumbaza.

Para la evaluación de los peligros geohidrológicos el INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, dispuso una brigada especializada para que evalúe las zonas afectadas. La brigada estuvo conformada por el especialista Ing. Abraham Gamonal Sánchez quien realizó la inspección técnica. Los trabajos de campo se efectuaron el día 9 de junio del 2020.

La evaluación técnica, se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET y otras instituciones competentes, la interpretación de imágenes satelitales de la zona de estudio, preparación de mapas temáticos preliminares para trabajos de campo, toma de datos en campo (fotografías y puntos de control con GPS), cartografiado geológico y geodinámico en campo, y finalmente la redacción del informe técnico.

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 DEL ESTUDIO

- Evaluar y caracterizar el deslizamiento de suelos, reactivado el 02 de junio del 2020 en la localidad de San Pedro de Cumbaza.
- Implementar medidas correctivas en forma puntual e integral, esto servirá para que las autoridades competentes actúen adecuadamente, en la prevención y reducción del riesgo de desastres en la zona evaluada.

1.2 ANTECEDENTES

- **Riesgo Geológico den la Región San Martín. Boletín N°42 Serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica (2010):** Indica que la zona de San Martín corresponde a una zona de muy alta susceptibilidad a los movimientos en masa, debido a las condiciones del terreno favorables para la generación de estos eventos.
- **Reporte Preliminar N°802-15/4/2020/COEN/INDECI/19:30 Horas:** Reporta la ocurrencia de un deslizamiento de suelos, acontecido el día 14 de abril del 2020 a las 11.00 am, como consecuencia de las precipitaciones pluviales, en la localidad de San Pedro de Cumbaza.
- **Reporte Complementario N°1731-30/4/2020/COEN/INDECI/11:00 Horas:** Refiere las acciones tomadas ante la ocurrencia del deslizamiento de suelos del día 14 de abril del 2020, tales como: entrega de calaminas y bobinas de plástico, a las dos personas damnificadas por el evento.
- **Oficio N°0068-2020-GRSM/ORS DENA:** El Gobierno Regional de San Martín, por intermedio de la Oficina Regional de Seguridad y Defensa Nacional, solicitan al INGEMMET, la evaluación técnica con carácter de urgencia, de la reactivación de un deslizamiento en la localidad de San Pedro de Cumbaza, distrito de San Antonio, provincia y región de San Martín.

1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada a 700 m al suroeste de la zona urbana de la localidad de San Pedro de Cumbaza, distrito de San Antonio, provincia y región de San Martín (figuras 1 y 2 y cuadro 1).

La localidad de San Pedro de Cumbaza se ubica a 15 km, al norte de Tarapoto.

Cuadro 1: Coordenadas de ubicación de la zona evaluada

Deslizamiento de San Pedro de Cumbaza	Coordenadas UTM, Datum WGS 84 - Zona 18S		
	Este (m)	Norte (m)	Cota (msnm)
Escarpa Principal	344157	9289554	493
Base del deslizamiento	344409	9289375	446



Figura 1: Ubicación del deslizamiento respecto a la zona urbana de San Pedro de Cumbaza.

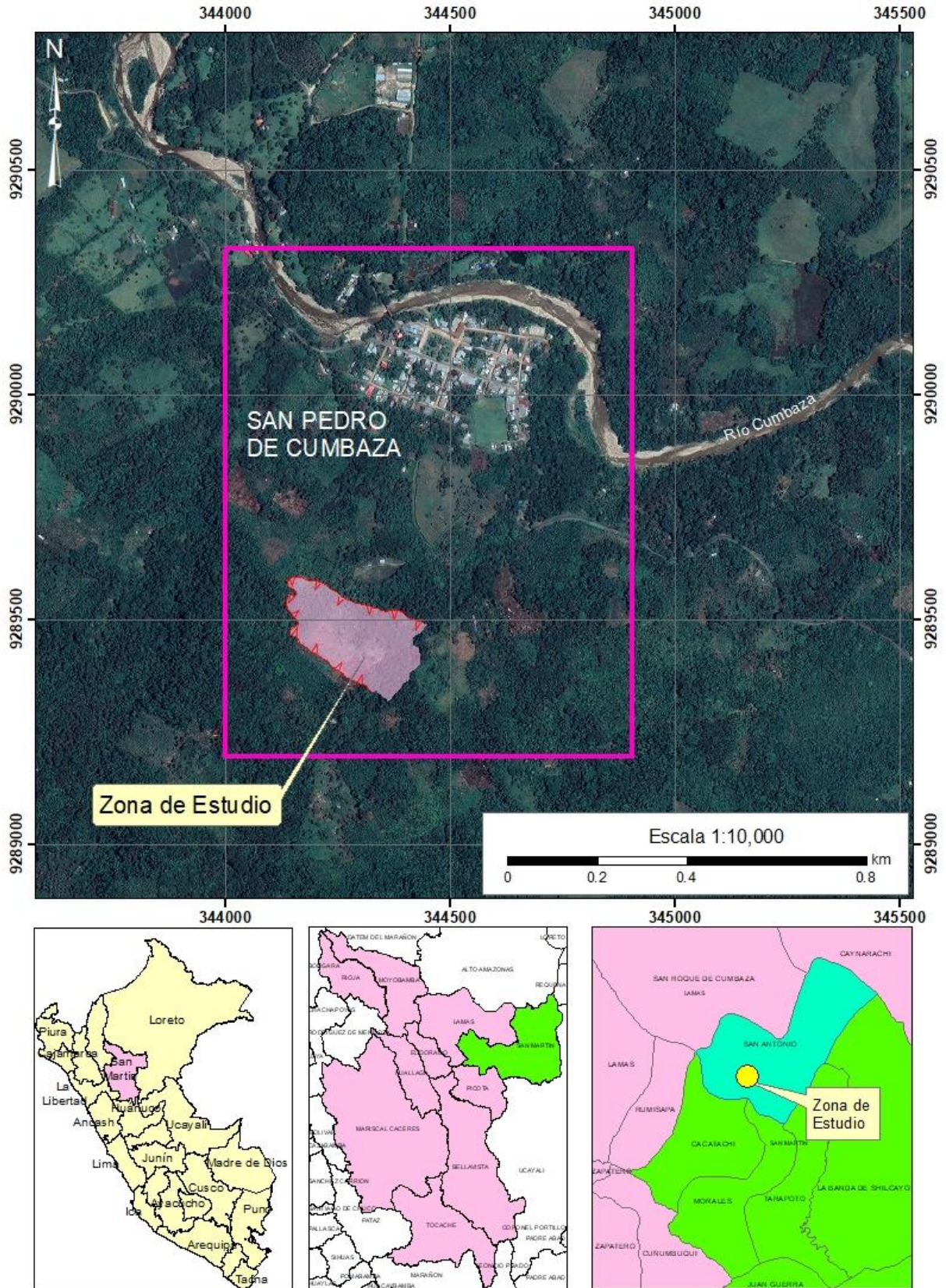


Figura 2: Ubicación de la zona de estudio.

1.4 ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de evaluación se realiza a través de la vía asfaltada Tarapoto – San Pedro de Cumbaza, siguiendo el itinerario indicado en el cuadro 2, partiendo de la ciudad de Tarapoto (figura 3); en un trayecto que demora aproximadamente 45 minutos.

Cuadro 2: Ruta de acceso a la zona de evaluación.

Tramo	Distancia	Tiempo	Tipo de Acceso
Tarapoto - San Pedro de Cumbaza	15.0 km	30 min	Carretera Asfaltada
San Pedro de Cumbaza - Zona de deslizamiento	700 m	15 min	Trocha Carrozable

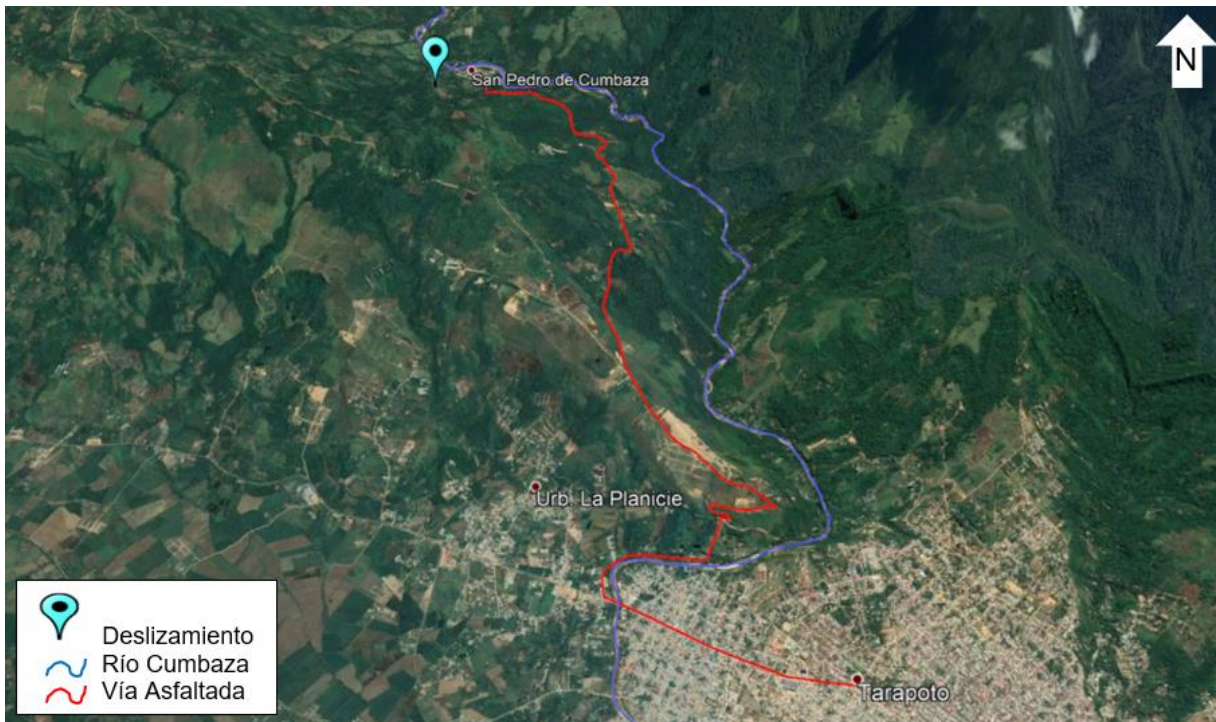


Figura 3: Ruta de acceso desde Tarapoto a San Pedro de Cumbaza.

1.5 CLIMA

El clima templado-cálido en la zona de estudio. La temperatura baja promedio anual es de 22.7°C a 22.9°C y la temperatura alta promedio anual es de 26.2°C a 26.5°C. El periodo lluvioso se presente entre los meses de setiembre a mayo. La precipitación varía en toda la región San Martín, con mínimos de 500 mm a máximos de 3000 mm (figura 4).

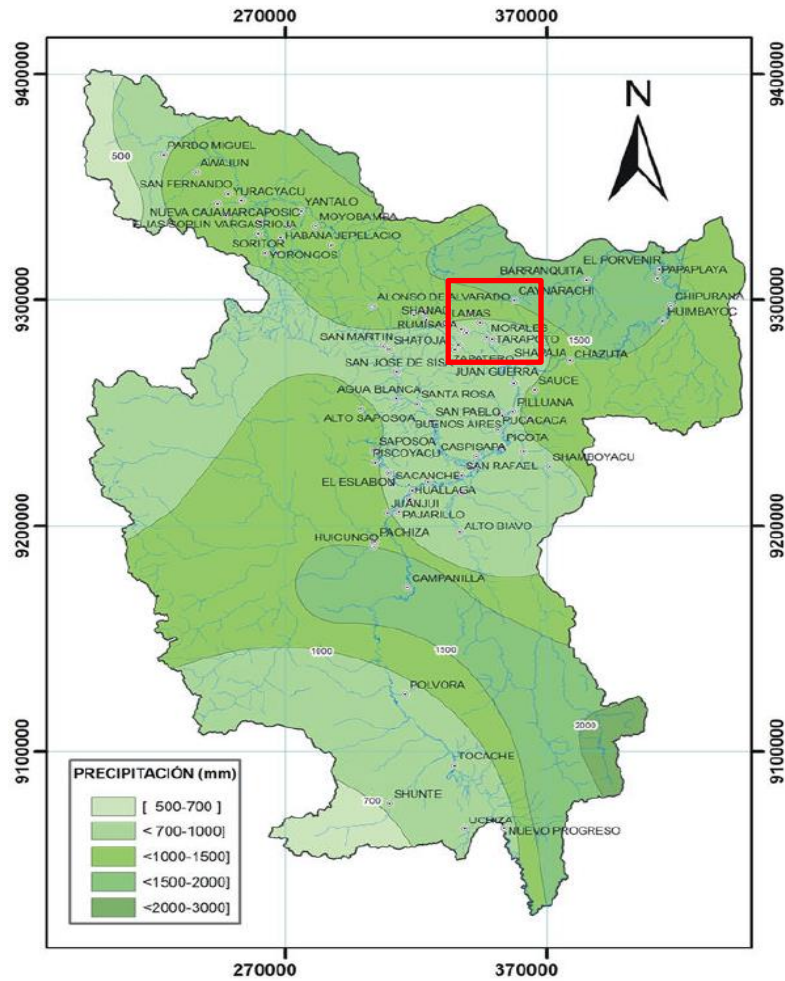


Figura 4: Mapa de precipitación anual, en el periodo lluvioso normal setiembre a mayo. Fuente: Atlas de Peligros Naturales del Perú – INDECI, 2003. Recuadro rojo indica la zona de evaluación.

1.6 HIDROGRAFÍA

La zona de estudio se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del río Cumbaza, el cual es alimentado por quebradas estacionales que se activan en temporada de lluvias, como es el caso de la quebrada Trancayacu, que discurre por la base del deslizamiento, con dirección suroeste-noreste.

2.0 METODOLOGÍA

El presente estudio, ha sido desarrollado en tres etapas principales, las que se indican a continuación:

2.1 GABINETE I

Consintió en la revisión de la información existente relacionado a las características geológicas regionales de la zona de estudio, disponibles en el Geoservidor del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), correspondiente al Cuadrángulo Geológico de Tarapoto, hoja 13-k, a escala 1:100,000. Se realizó la revisión de la información existente como: aspectos geológicos locales, geomorfológicos y reportes de peligros

geológicos anteriores, entre otros.

2.2 INVESTIGACIONES DE CAMPO

Las actividades que se desarrollaron en esta etapa consistieron en:

- Entrevista con los pobladores respecto a la ocurrencia del evento.
- Reconocimiento en campo del deslizamiento
- Mapeo geológico de las unidades lito-estratigráficas aflorantes en la zona de influencia del evento.
- Evaluación morfológica de la zona de estudio.
- Cartografiado de la escarpa principal en la zona de arranque.
- Ubicación de grietas de tensión en la zona de corona.
- Referenciación de afloramientos de agua.
- Delimitación de la masa deslizada e inestable.
- Levantamiento aero fotogramétrico del deslizamiento.
- Identificación de zonas expuestas al peligro de deslizamiento de suelos.

2.3 GABINETE II

Esta etapa consistió en una primera instancia en el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales para la obtención de la ortofoto, procesamiento de nube de puntos y modelos digitales y generación de curvas de nivel.

Posteriormente, juntamente con la información resultante de la etapa de campo, se procedió a elaborar las coberturas temáticas en formato SIG: Ubicación, geología regional, geología local y especialmente geodinámica del evento evaluado. Se estimaron dimensiones del evento, áreas movilizadas, zonas afectadas y volumen deslizado. Finalmente se redactó el presente informe.

3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS

En la zona de evaluación se reconocieron dos unidades lito-estratigráficas

3.1 UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS

Se han identificado afloramientos de la Formación Chonta cubiertos por depósitos del cuaternario reciente.

3.1.1 Formación Chonta

Está conformada por la intercalación de estratos de lutitas grises con calizas y margas fosilíferas. Se han observado estas rocas en la zona del deslizamiento, como escombros entremezclado con la masa de suelos deslizada. Bloques rocosos de margas se aprecian en la parte alta, en la zona de arranque del evento; mientras que lutitas fisibles se observan en la base del deslizamiento. Ambas rocas presentan un elevado grado de alteración y fracturamiento y constituyen el basamento rocoso para la zona evaluada (figuras 5 y 6).

Cubriendo la Formación Chonta, se han desarrollado depósitos deluviales, cuyo origen está asociado a la meteorización de las rocas preexistentes. Su composición está constituida por suelos finos, de composición arcillosa, con nula o escasa presencia de clastos o bloques rocosos. El espesor de estos materiales cuaternarios deluviales se estima entre 10 y 15 m aproximadamente. En dichos suelos se ha desarrollado la flora característica de la región.

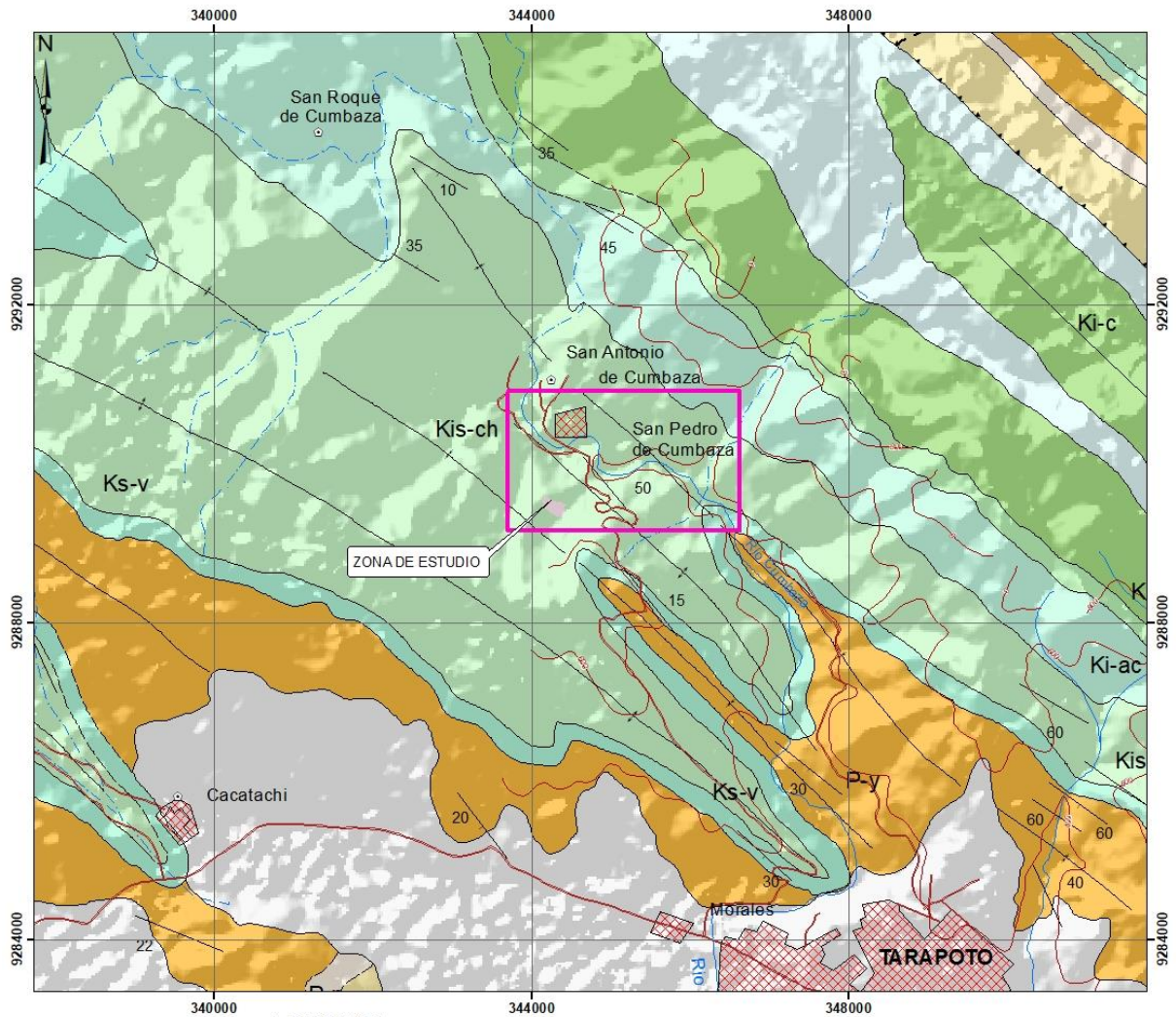
El deslizamiento evaluado se ubica en el flanco suroeste de un anticlinal que ha deformado las rocas de la Formación Chonta y que presenta una charnela con dirección andina y ángulo de buzamientos alrededor de los 15° de inclinación hacia ambos flancos (figura 7).



Figura 5: Escombros de margas, observados en la zona de arranque del deslizamiento.

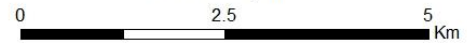


Figura 6: Lutitas grises fisibles ubicadas en la base del deslizamiento.



LEYENDA

Escala 1:50,000



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos Fluviales (Qh-ft)	
		PLEISTOCENA	Depósito Aluviales Recientes (Qh-al)	
			Depósitos Aluviales Pleistocénicos (Qp-l-al)	
	NEOGENO	PLIOCENA	Formación Ucayali (NQ-u)	
		MIOCENA	Formación Ipururo (N-i)	
	PALEOGENO	OLIGOCENA	Formación Chambira (PN-ch)	
			EOCENA	Formación Pozo (P-p)
		PALEOCENA	Formación Yahuarango (P-y)	
			CRETACEO SUPERIOR	Formaciones Cachiya-cu-Huchpayacu-Casa Blanca (Ks-ca-h-cb)
				Formación Vivian (Ks-vi)
Formación Chonta (Kis-ch)				
CRETACEO INFERIOR	Formación Agua Caliente (Ki-ac)			
	Formación Esperanza (Ki-e)			
	Formación Cushabatay (Ki-c)			
	JURASICO SUPERIOR	Formación Sarayaquillo (Js-sa)		

Símbolos	
	Carretera Asfaltada
	Carretera afirmada
	Quebradas
	Contacto geológico inferido
	Contacto geológico
	Falla inversa
	Falla inversa inferida
	Anticinal
	Sinclinal
	Rumbo y buzamiento de estratos

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

MAPA GEOLÓGICO DE SAN PEDRO DE CUMBAZA

Departamento de San Martín -
 Prov. San Martín - Dist. San Antonio de Cumbaza

Fuente: Sánchez, J. & Otros (1997)

Figura 7: Geología regional de la zona de estudio.

4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1 UNIDAD DE MONTAÑAS

4.1.1 Sub-unidad de Montañas y Colinas Estructurales en Roca Sedimentaria (RMCE-rs)

Constituye la unidad geomorfológica de mayor predominancia en la región San Martín y se encuentra distribuida entre alineamientos montañosos de secuencias sedimentarias con buzamientos de estratos que controlan la pendiente de las laderas (figura 8). Se caracteriza por seguir un patrón estructural, es decir siguen una serie de anticlinales y sinclinales bordeando las zonas de montañas. Las rocas involucradas son de tipo sedimentario como calizas, margas, lutitas y areniscas (figura 9).



Figura 8: Morfología de la zona de estudio. Predominan montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria.

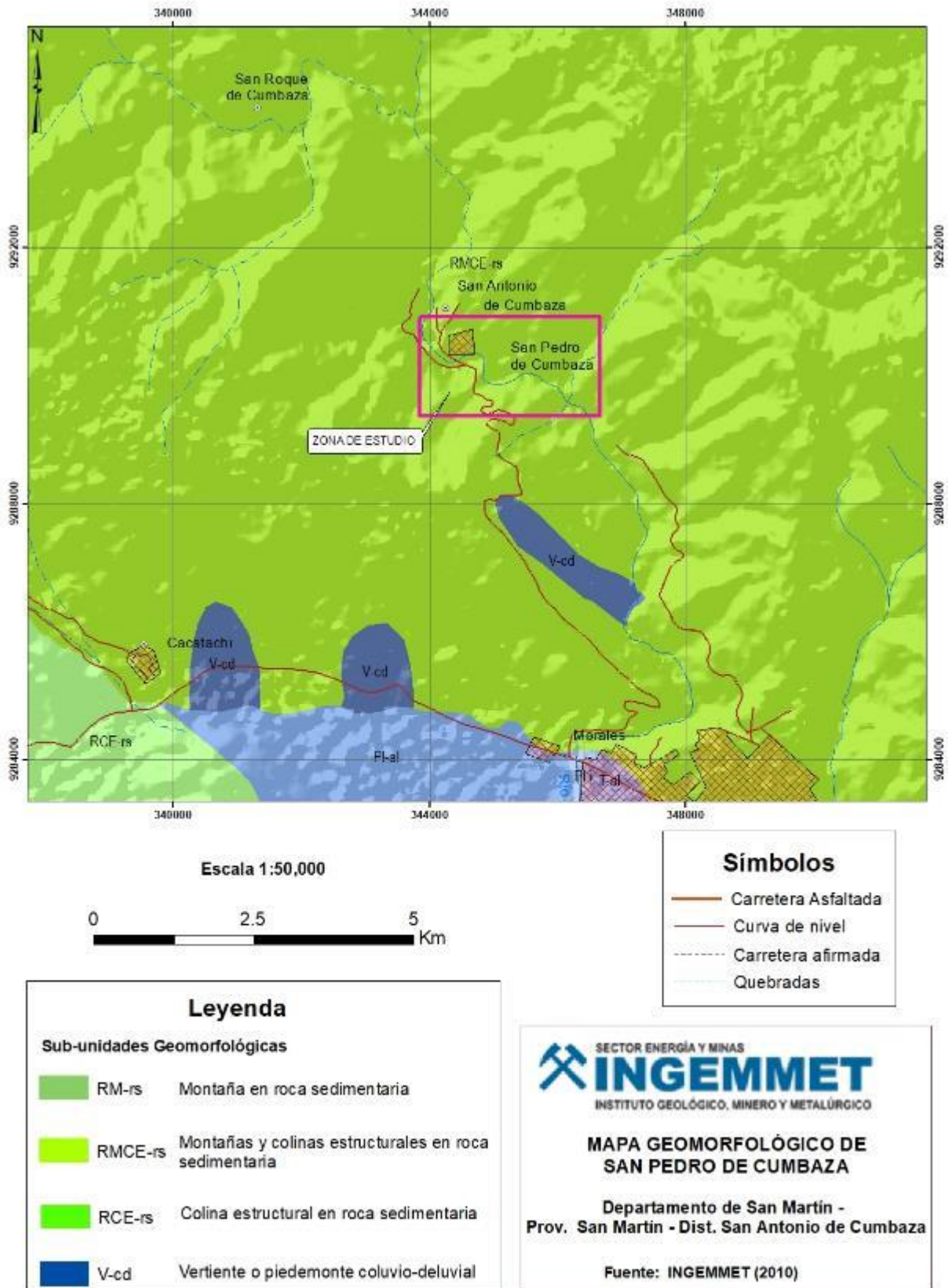


Figura 9: Unidades morfológicas de la zona de estudio.

5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS

En el marco del análisis regional acerca de la predisposición de la zona ante la ocurrencia de movimientos en masa, el área evaluada es calificada como de **MEDIA SUSCEPTIBILIDAD** (figura 10). Esta condición se reafirma con la ocurrencia del deslizamiento de suelos evaluado en el presente informe.

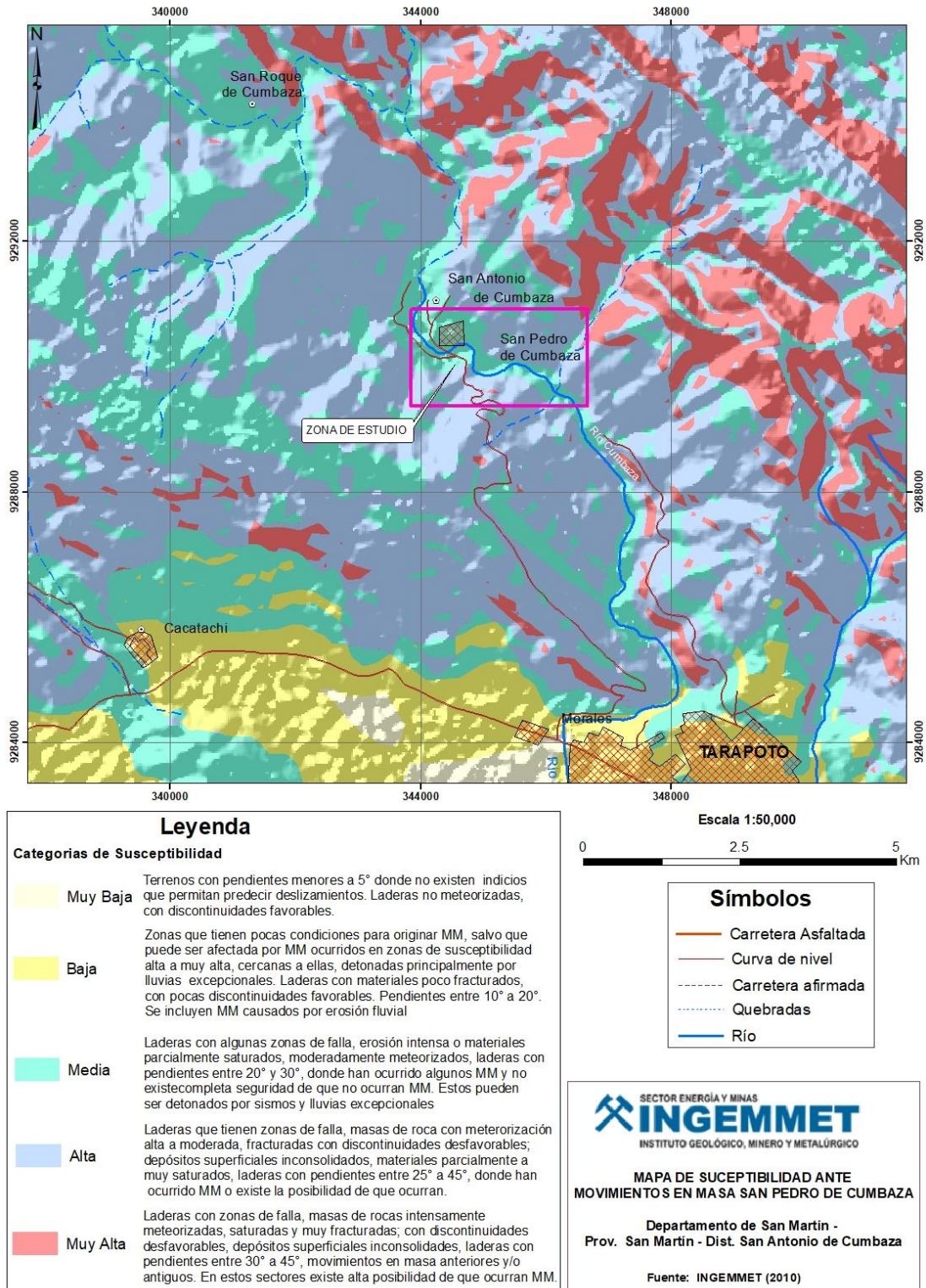


Figura 10: Susceptibilidad a movimientos en masa en el área de estudio. Fuente: INGGEMMET, 2010.

5.1 DESLIZAMIENTO DE SUELOS

Corresponde a la reactivación de un deslizamiento cuya activación ocurrió el día 14 de abril del 2020 a las 11.00 am, como consecuencia de las lluvias, en una ladera ubicada a 700 m al suroeste de la localidad de San Pedro de Cumbaza. Se observaron grietas tensionales en a lo largo de la ladera, la cual se encontraba cubierta anteriormente por bosques locales, que fueron deforestados para dar paso a plantaciones agrícolas como cacao, bananos y cítricos.

Este movimiento en masa se activó el 02 de junio del 2020, en horas de la madrugada, constatándose por la mañana que una gran masa de suelos se había deslizado ladera abajo, obturando el cauce de la quebrada Trancayacu, dando origen a un estancamiento de agua.

La masa deslizada muestra una amplitud promedio de 150 m, una longitud de 330 m, ocupa un área de $47,263 m^2$ equivalente a 4.73 ha e involucra un volumen de aproximadamente $180,000 m^3$.

El embalse formado por la obturación de la quebrada Trancayacu abarca un espejo de agua de $460 m^2$, una profundidad de 1.50 m, conteniendo un volumen aproximado de agua de $690 m^3$. Este volumen se encuentra drenando lentamente a través de maleza y de los escombros de suelos y rocas, pero es necesario su desembalse mediante la apertura de una zanja de drenaje.

La ladera donde de desencadenó el evento presenta una pendiente promedio de 8° de inclinación, considerada como de bajo ángulo o pendiente. Estaba cubierta por cultivos de cacao, bananos, cítricos y tallos de flora primaria deforestada. En la zona media baja se localizaba un tambo, lo cual consiste en una vivienda de madera, usada como almacén en épocas de cosecha. Esta se vio severamente afectada, pues el movimiento de suelos genero la inclinación de las columnas de madera, dejándola no habitable.

En la zona de arranque, ubicada en la parte alta de la ladera, se observan escombros de margas alteradas. La escarpa principal tiene un salto variable entre 10 a 15 m, mientras que las escarpas laterales izquierda y derecha varían entre 10 a 12 m. En la corona aún son visibles grietas de tensión debido a la descompresión del terreno al moverse ladera abajo. En la escarpa lateral izquierda son visibles las estrías del movimiento del deslizamiento. Estas han quedado marcadas en el suelo arcilloso que predomina en la ladera. La masa deslizada presenta grietas tensionales, de hasta 1.0 m de abertura que facilitan la infiltración de aguas pluviales hacia la masa deslizante e inestable.

Por tanto, su ocurrencia está asociada a la combinación de factores condicionantes y detonantes:

5.1.1 Factores Condicionantes

- Deforestación de la ladera donde ocurrió el deslizamiento (figura 11). Las raíces de la flora primaria y secundaria confieren al terreno una resistencia adicional a la resistencia al corte del suelo. El follaje impide que las gotas de lluvia se infiltren fácilmente sobre el suelo arcilloso y permite que discurra superficialmente, drenando rápidamente hacia la quebrada Trancayacu.
- Saturación del suelo arcilloso de la ladera (figura 12). La resistencia al corte de arcillas de mediana y alta plasticidad son inferiores comparadas con suelos arenosos o gravosos. En condiciones saturadas disminuye considerablemente esta resistencia

respecto a condiciones secas, fallando por efecto de la gravedad ladera abajo (figuras 13 y 14).

- Elevado grado de alteración de las rocas del basamento rocoso, como margas y lutitas (figuras 15 y 16).
- Elevado grado de humedad dentro de la masa deslizada, producto de la infiltración de aguas de lluvia desde la parte alta de la ladera.
- La pendiente no podría considerarse un factor preponderante para el desencadenamiento del evento, puesto que esta es menor a 10%.

5.1.2 Factores Desencadenantes

- Lluvias intensas, las cuales son intensas y de larga duración.
- Los sismos también podrían ser considerados, aunque en menor recurrencia. Sin embargo, para el deslizamiento en cuestión, al momento de su ocurrencia no se registraron eventos sísmicos de ninguna magnitud.



Figura 11: Ladera deforestada, colindante a la escarpa lateral derecha del deslizamiento.



Figura 12: Vista frontal del deslizamiento de suelos activado el 02 de junio del 2020.



Figura 13: Estrías de movimiento ubicadas en la escarpa lateral izquierda.



Figura 14: Vista de la zona media y base del deslizamiento. El terreno deslizado se encuentra altamente deformado.

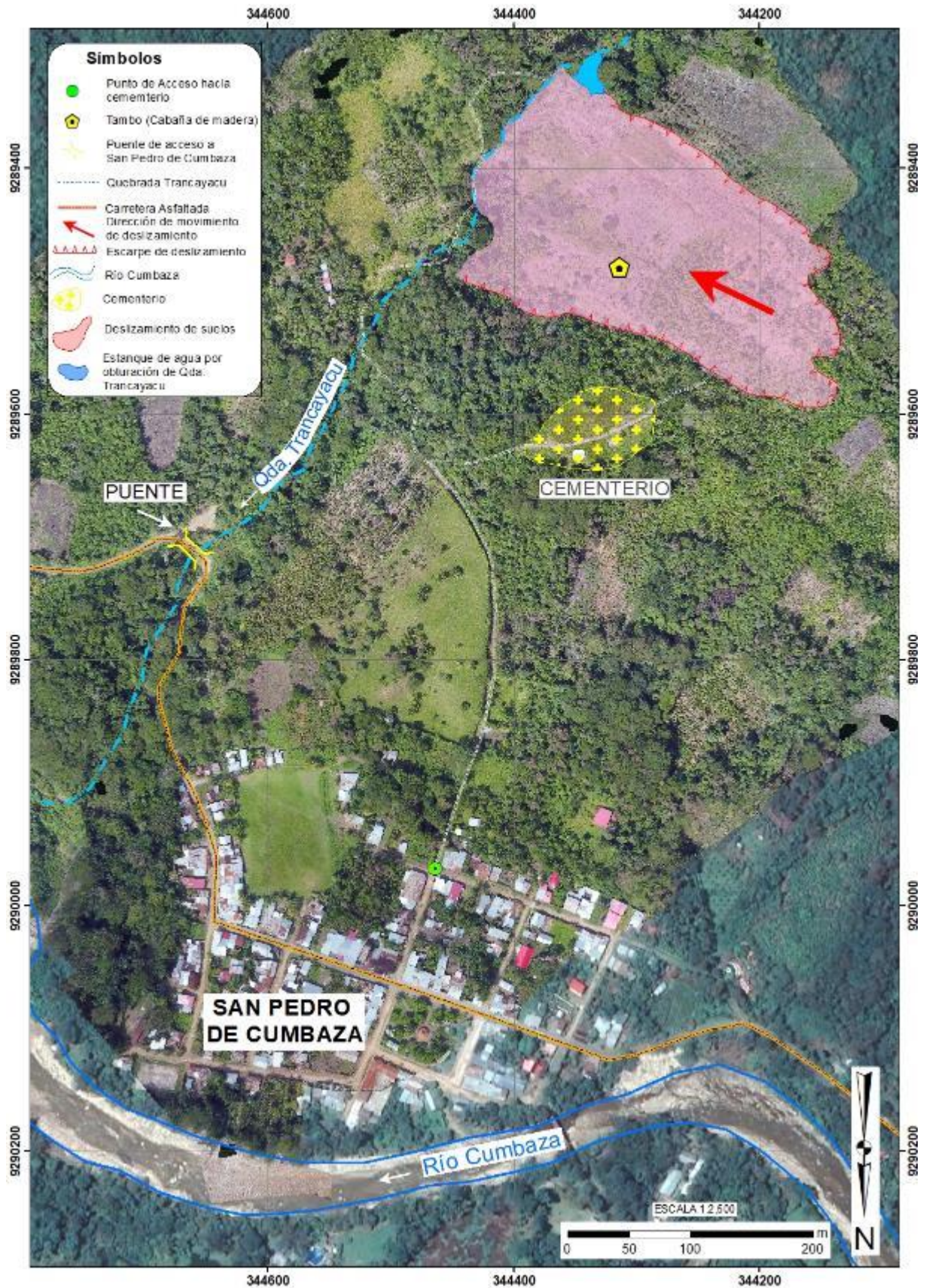


Figura 15: Deslizamiento ocurrido el 03 de junio de 2,020 en la localidad de San Pedro de Cumbaza.

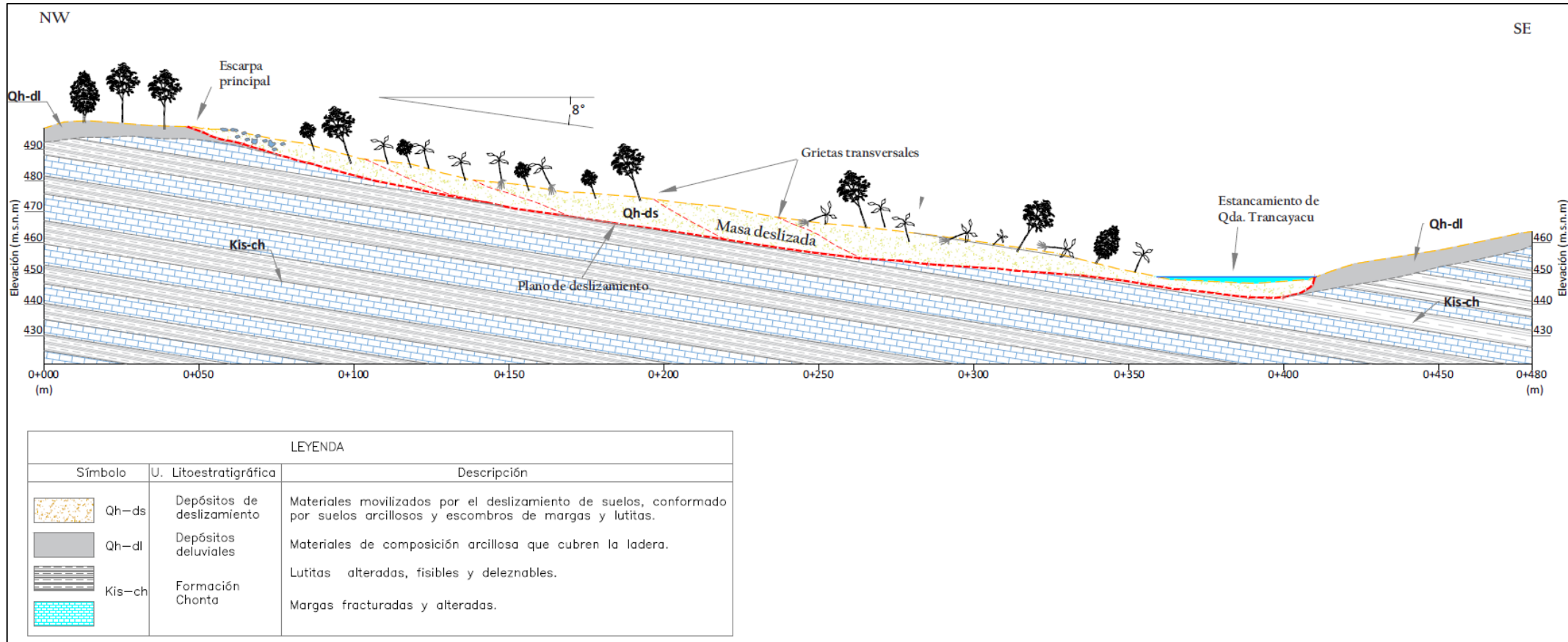


Figura 16: Perfil geológico del deslizamiento de San Pedro de Cumbaza. El material deslizado alcanzó el cauce activo de la quebrada Trancayacu, obturándolo y dando paso a un pequeño embalse de agua.



Figura 17: Vista en perspectiva del deslizamiento, la trayectoria de la quebrada Trancayacu, la ubicación del puente, cementerio y área urbana de la localidad de San Pedro de Cumbaza.

6.0 MEDIDAS CORRECTIVAS

Ante la magnitud del deslizamiento de suelos evaluado se deberán implementar las medidas de mitigación que se indican a continuación:

- Retirar la palizada y maleza acumulada en la base del deslizamiento. Estos materiales pueden ser movilizados por la quebrada hasta alcanzar el puente de acceso a la zona urbana de San Pedro de Cumbaza. Esto generaría la obstrucción del puente y por ende el desborde de la quebrada y generar condiciones para el socavamiento de los estribos del puente (figuras 18 y 19).
- Desaguar el estanque formado por la obturación de la quebrada Trancayacu.
- Apertura del cauce obturado por la masa deslizada, para impedir la saturación del terreno.
- Apertura de drenes superficiales, de 1.0 m de ancho por 1.50 m de profundidad. Se ubicarán a una equidistancia de 50 m entre ellos. Drenarán las lluvias desde la parte media del deslizamiento hacia el nuevo cauce de la quebrada Trancayacu. Su excavación será de forma manual, en tierra, con 100% de material suelto (figura 20).
- Conformar una cuadrilla de vigilancia local, que se encargue del monitoreo de la zona inestable ante la probabilidad de que en lluvias intensas se pueda generar un flujo de lodo que pueda obstruir la vía asfaltada de acceso a la localidad de San Pedro de Cumbaza.
- Impedir la deforestación de laderas, específicamente 500 m a la redonda, contabilizada desde el perímetro del evento, esto comprende el cementerio y corona del deslizamiento. Las zonas aledañas cuentan con características condicionantes similares al área deslizada.



Figura 18: Puente de acceso a San Pedro de Cumbaza, sobre cauce de la quebrada Trancayacu.

-



Figura 19: Lecho activo de la quebrada. Trancayacu.

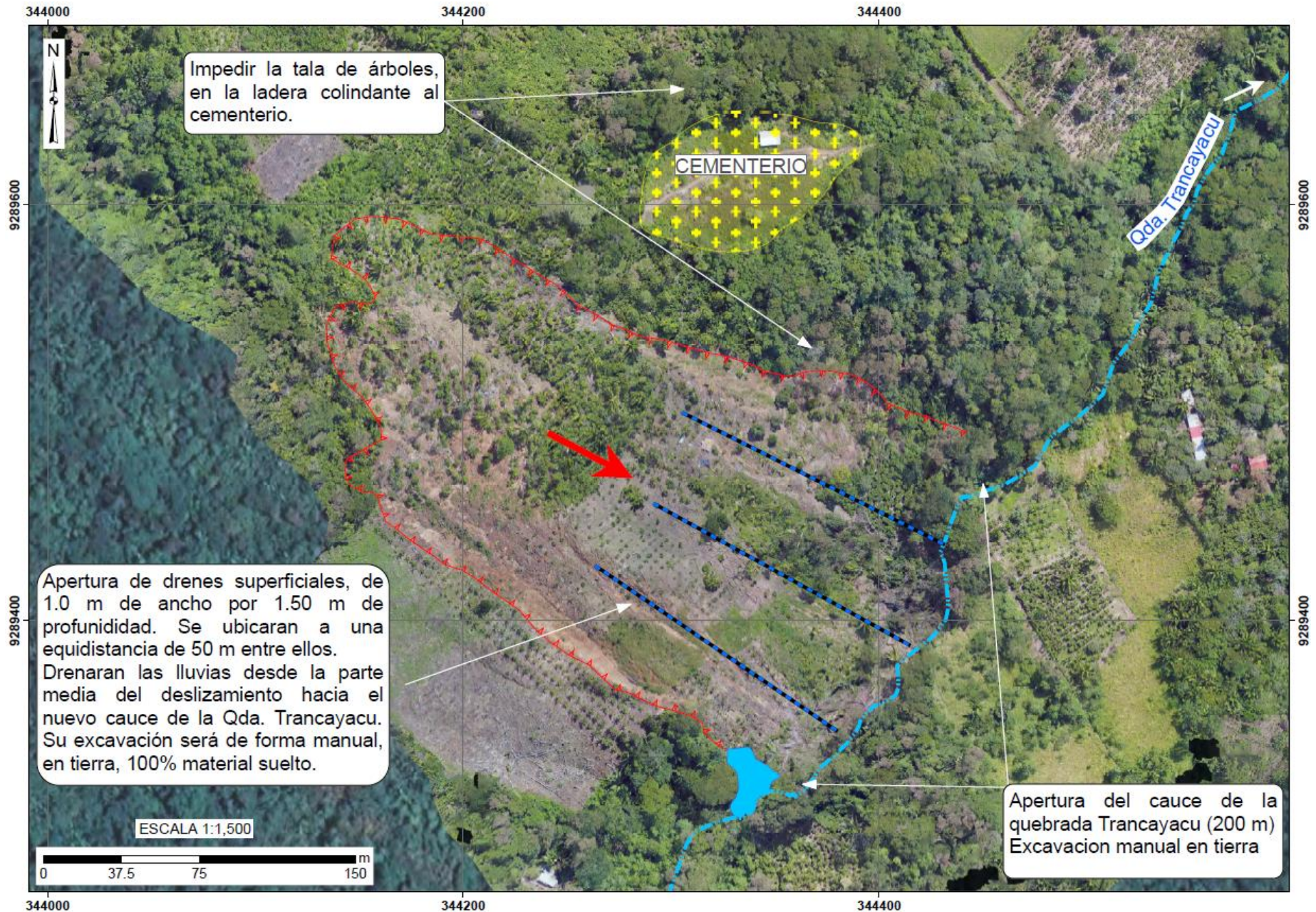


Figura 20: Propuesta de medidas de mitigación del deslizamiento de San Pedro de Cumbaza.

CONCLUSIONES

- a) El evento corresponde a un deslizamiento de suelos tipo traslacional.
- b) La deforestación a la que ha sido sometida la ladera donde ocurrió el deslizamiento ha sido el principal agente condicionante para la ocurrencia de este movimiento en masa.
- c) Como segundo factor condicionante corresponde a la saturación del suelo arcilloso, por infiltración de aguas pluviales y que como consecuencia elevan la presión de poros, disminuyendo la resistencia al corte del suelo.
- d) El contacto entre los depósitos deluviales superficiales y el basamento rocoso formado por estratos de margas y lutitas, ha definido el plano de deslizamiento, el cual se muestra paralelo a la pendiente de la ladera (8° de inclinación).
- e) El único desencadenante de evento corresponde a las precipitaciones pluviales que precedieron el deslizamiento.

RECOMENDACIONES

- a) Se deberá remover la masa de suelos del cauce activo de la quebrada Trancayacu, a fin de permitir el desagüe del pequeño embalse formado y facilitar el drenado de la microcuenca Trancayacu en época de lluvia.
- b) No se deberá permitir la construcción de viviendas en la masa deslizada, pues esta se moverá lentamente hasta alcanzar su equilibrio natural, el cual puede tardar varios años.
- c) Impedir la deforestación de las laderas colindantes al evento, pues presentan similares condiciones para la ocurrencia de un nuevo evento de tipo deslizamiento.
- d) Apertura de drenes superficiales, de 1.0 m de ancho por 1.50 m de profundidad. Se ubicarán a una equidistancia de 50 m entre ellos. Drenarán las lluvias desde la parte media del deslizamiento hacia el nuevo cauce de la quebrada Trancayacu. Su excavación será de forma manual, en tierra, con 100% de material suelto.
- e) Conformar una brigada de vigilancia a fin de alertar la probable movilización de lodos a través del cauce activo de la quebrada Trancayacu.



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

BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M., & Varnes, D.J. (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.
- Núñez, S. & Otros (2010) Peligro Geológico en la Región San Martín. Boletín N°42 Serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica – Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGENMET).
- 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. Publicación geológica multinacional N° 4, 404 p., Canadá.
- Sánchez, J. & Otros (1997): "Geología del Cuadrángulo de Tarapoto, hoja 13-k, a escala 1:100 000 – Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGENMET).