SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico Nº A7028

MOVIMIENTOS EN MASA EN LA LOCALIDAD DE SAN ANTONIO

Región San Martín
Provincia Picota
Distrito Tingo de Ponasa

MAYO
2020

VERSIÓN N° 001 CARÁTULA DE INFORME TÉCNICO - INGEMMET / 06.03.20

INDICE

RESUMEN **1**

1.0 INTRODUCCIÓN **2**
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO 2
1.2 ANTECEDENTES 3
1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 3
1.4 ACCESIBILIDAD 5
1.5 CLIMA 6
1.6 HIDROGRAFÍA 6

2.0 METODOLOGÍA **6**
2.1 GABINETE I 6
2.2 INVESTIGACIONES DE CAMPO 7
2.3 GABINETE II 7

3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS **7**
3.1 UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS 7

4.0 ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS **9**
4.1 UNIDAD DE MONTAÑAS Y COLINAS 9
4.2 UNIDAD DE PLANICIES 9

5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS **10**
5.1 EROSIÓN FLUVIAL 10
5.2 DERRUMBES DE SUELOS – SECTOR SAN ANTONIO 12
5.3 DESLIZAMIENTO DE SUELOS – SECTOR CANAL PONASA 16

6.0 MEDIDAS CORRECTIVAS **22**
6.1 SECTOR SAN ANTONIO 22
6.1.1 Muro Gavión y Enrocado 22
6.1.2 Descarga de Drenaje Pluvial 22
6.2 SECTOR CANAL PONASA 24
6.2.1 Enrocado en la base del talud 24
6.2.2 Conformación de Talud 24
6.2.3 Muro Terramesh 24
6.2.4 Control de Drenaje Pluvial 24

CONCLUSIONES **25**

RECOMENDACIONES **26**

BIBLIOGRAFÍA **27**

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de los eventos geodinámicos que afectan el área urbana de la localidad de San Antonio, ubicada en el distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota, región 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.

El objetivo del informe es evaluar los procesos geodinámicos que afectan la localidad de San Antonio e infraestructura hidráulica del sistema de irrigación Ponasa. En este contexto, en la etapa de campo se identificó 01 derrumbe y 01 deslizamiento, ambos condicionados por el efecto erosivo del río Ponasa hacia la ribera derecha de esta.

El derrumbe de suelos se ubica a 50.0 m del extremo oeste de la zona urbana de San Antonio y de no controlarse la erosión en la base, puede desencadenar en un futuro deslizamiento de suelos, se lo considera como de **PELIGRO ALTO**.

El deslizamiento de suelos es de tipo rotacional, ha generado el colapso de 30 m de la caja de concreto del canal Ponasa, esto ha comprometido la estabilidad de la obra hidráulica en un tramo de 100 m. Su ocurrencia está directamente relacionada a la erosión de la base de la ribera derecha por el flujo de agua del río Ponasa, la pendiente alta de la ribera, cercana a la verticalidad y la composición arcillosa de la ribera. Por la magnitud del evento se considera como de **PELIGRO ALTO** para la infraestructura del sistema hidráulico Ponasa.

Por tanto, para la zona urbana de San Antonio, recomienda conformar un muro gavión anclado y cimentado en la base de la ribera a lo largo de 150 m, de 5.00 m de altura, sobre un enrocado cuya profundidad deberá estar por debajo del nivel máximo de socavación.

Para el caso del canal Ponasa, se recomienda construir un enrocado en la base del talud involucrado en una longitud de 150 m, con rocas de 1.20 m de diámetro mínimo, 2.45 gr/cm^3 de peso específico y porcentaje de resistencia a la abrasión menor a 35%. Esto se deberá complementar con retirar la masa deslizada (36,540 m^3), reconformar el talud H:V de 2:1 y reforzamiento del talud inestable mediante muros tipo Terramesh, de forma escalonada hasta la cota rasante del canal Ponasa.

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.

El alcalde de la Municipalidad Distrital de Tingo de Ponasa, mediante Oficio N°270-2019–MDTP/A de fecha 06 de agosto del 2019, remite al INGEMET la solicitud de evaluación de peligro geológico por movimientos de masas que afectan la localidad de San Antonio, ubicada en el distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota, región San Martín.

Para la evaluación de los peligros geológicos en la localidad de San Antonio, 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, para realizar la inspección técnica. Los trabajos de campo se realizaron el día 25 de setiembre del 2019.

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 los procesos geodinámicos en el área urbana de la localidad de San Antonio, donde se han observado peligros geohidrológicos de erosión fluvial, deslizamientos y derrumbes de suelos, generados por la dinámica fluvial del río Ponasa.
- 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

- **Oficio N°270-2019-MDTP/A**: Documento en el cual se solicita al INGEMMET, la evaluación de peligro por movimientos de masas, en la localidad de San Antonio, distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota, región San Martín.
- **Oficio N°0330-2018-MDTP/A:** Documento dirigido a la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento de San Martín, en el cual se remite la autorización de ejecución de obras menores (ficha técnica. Esto consiste en la conformación de dique semi-compactado con material de préstamo del río Ponasa y encauzamiento del río Ponasa entre las progresivas 0+000 al 0+180, en el caserío San Antonio, distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota, región San Martín.

1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica en la localidad de San Antonio (figura 1 y cuadro 1), perteneciente al distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota, región San Martín. Dicha localidad se asienta en la margen derecha del río Ponasa.

El acceso desde la ciudad de Tarapoto, se realiza siguiendo la vía asfaltada Fernando Belaunde Terry, tramo Tarapoto – Picota, con una duración de 1.00 hora. A partir de la ciudad de Picota, se puede acceder siguiendo la vía asfaltada Picota – Shamboyacu, arribando en el trayecto a la localidad de San Antonio, con una duración de 30 minutos, ver figuras 1 - 3.

Cuadro 1: Coordenadas de ubicación de la zona evaluada

Localidad	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM Zona 18 S - Datum 1984	
	Latitud	Longitud	Norte	Este
San Antonio	6°59'56.05"S	76°12'42.69"O	9226200	366139

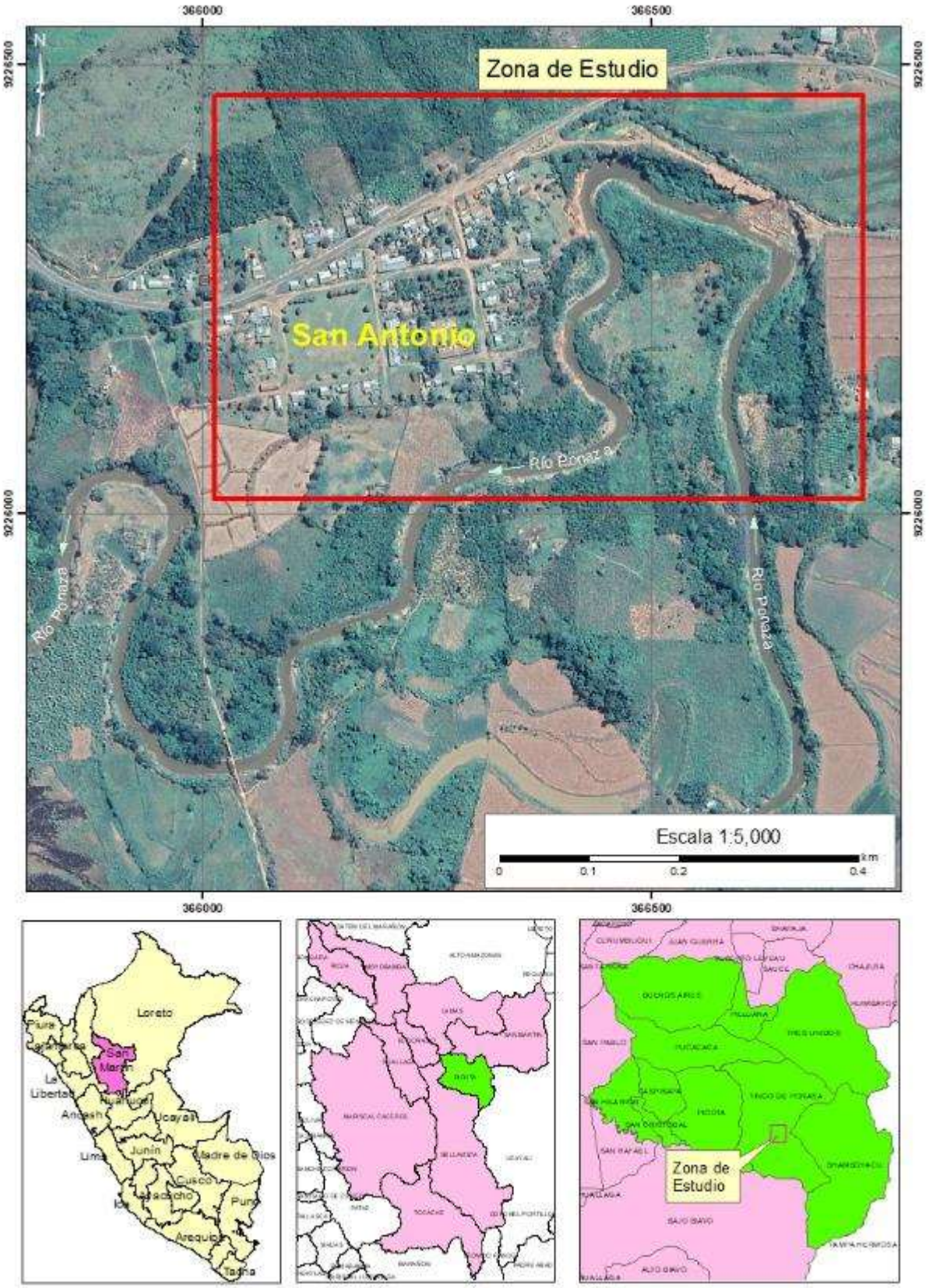

Figura 1: Ubicación de zona de estudio.

Figura 2: Localidad de San Antonio.

Figura 3: Localidad de Shucushyacu, vista hacia aguas abajo del río Ponasa.

1.4 ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de evaluación se realiza siguiendo el itinerario indicado en el cuadro 2.

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

Tramo	Tipo de Acceso	Tipo de Via	Longitud (km)	Duración (horas)
Tarapoto - Picota	Terrestre	Asfaltada	62.00	1.00
Picota -Tingo de Ponasa - San Antonio	Terrestre	Asfaltada/Afirmada	31.00	0.50

1.5 CLIMA

El clima en la zona de estudio, según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2019), es cálido húmedo tropical, con temperaturas altas, con una media anual superior a 25°C. Las precipitaciones pluviales alcanzan los 2827 mm/año, siendo el julio el mes de menor precipitación con 162 mm.

1.6 HIDROGRAFÍA

En río Ponasa es la principal unidad hidrográfica de la zona de estudio. Muestra un flujo divagante y meándrico con dirección preponderante de oeste-este. Presenta un ancho promedio actual de 20 a 25 m, Figura 4.

Figura 4: Vista del curso del río Ponasa en la zona de estudio, localidad de San Antonio.

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 geo servidor del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), correspondiente al Cuadrángulo Geológico de Utcurarca, hoja 14-k, a escala 1:100,000. Se realizó la revisión de la información existente como: aspectos geológicos locales, geomorfológicos y geodinámicos, entre otros.

2.2 INVESTIGACIONES DE CAMPO

Las actividades que se desarrollaron en esta etapa consistieron en el reconocimiento en campo de la zona urbana de la localidad de San Antonio, específicamente el sector ribereño afectado por deslizamientos y derrumbes de suelos producto de la socavación constante de la ribera derecha del río Ponasa. Complementario a la evaluación geológica, se realizó el levantamiento aerofotogramétrico que cubrió la totalidad de los eventos geodinámicos y parte del área urbana de San Antonio.

2.3 GABINETE II

A partir de información recopilada en las etapas antes descritas, se procedió a elaborar las coberturas temáticas en formato SIG: Ubicación, geología regional, geología local y geodinámica. Asimismo, se procesó la información obtenida y redactó el presente informe técnico.

3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS

En la zona de evaluación se reconocen hasta 02 unidades lito-estratigráficas, las cuales corresponden a la Formación Chambira y a depósitos cuaternarios aluviales, ver figura 5.

3.1 UNIDADES LITO-ESTRATIGRÁFICAS

La Formación Chambira (PN-ch) aflora a 300 al norte de la localidad de San Antonio y está conformada por una secuencia de lodolitas rojas intercalada con capas de areniscas gris a marrones, que pueden presentar estratificación sesgada y de grano fino mayormente.

Rellenando el valle del río Ponasa, en ambas márgenes del río mencionado se observan depósitos cuaternarios aluviales (Qh-al), que están conformadas por arcillas de mediana a baja plasticidad bien compactas y materiales más recientes conformados por arenas de grano medio, de baja compacidad, ver Figuras 5 y 6.

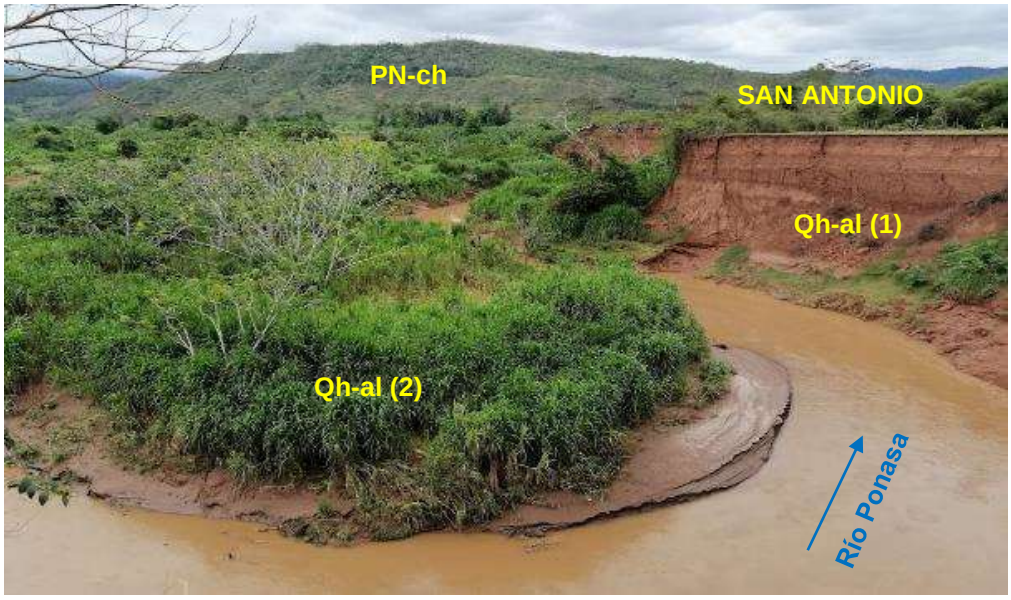

Figura 5: Unidades lito-estratigráficas en la zona de estudio. PN-ch = Formación Chambira, Qh-al (1) = Depósitos aluviales arcillosos y Qh (2) = Depósitos aluviales arenosos.

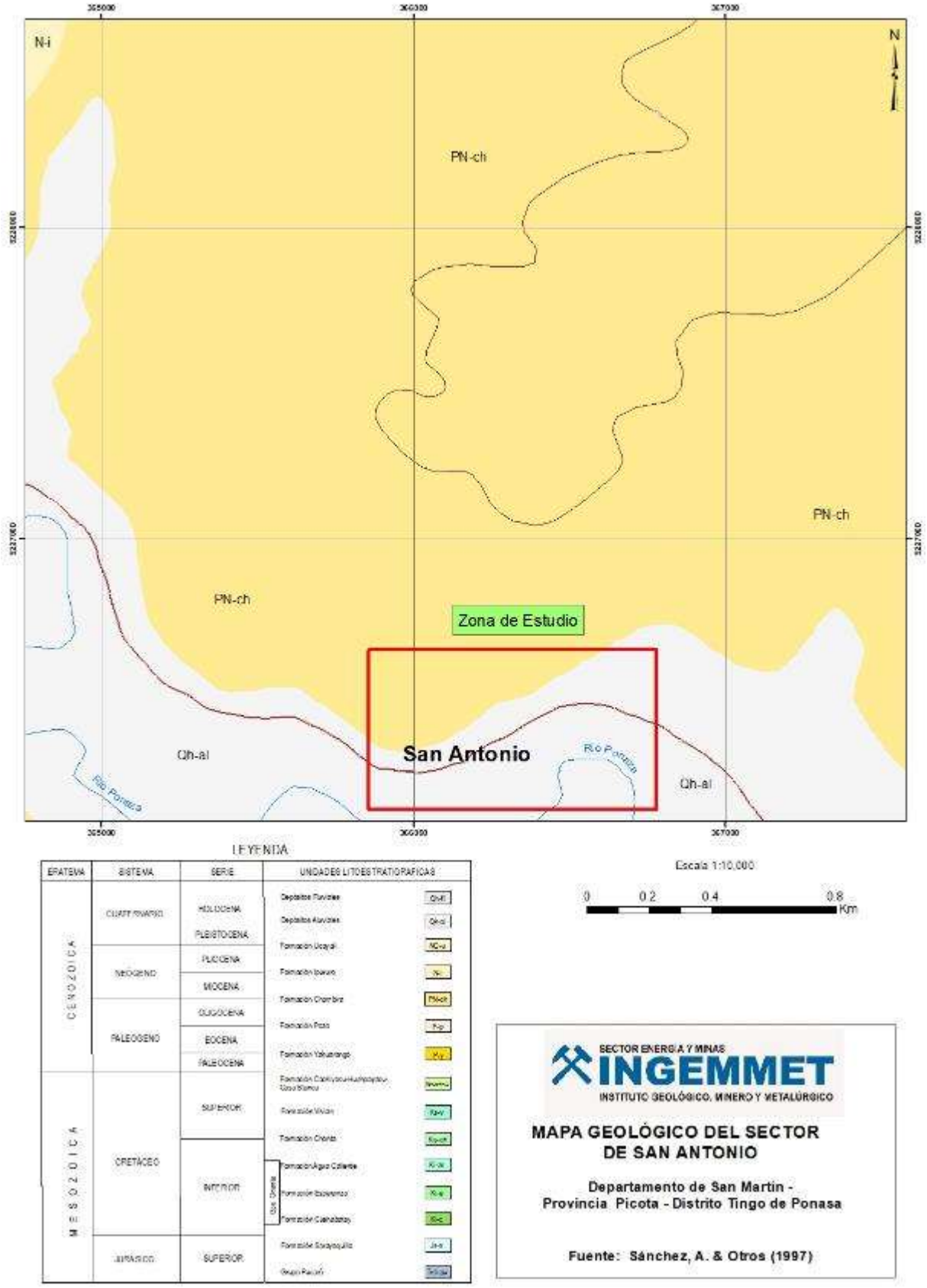

Figura 6: Unidades geológicas en la localidad de San Antonio.

4.0 ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

La zona de estudio se localiza dentro de lo que podríamos denominar el valle formado por el río Ponasa, el cual presenta terrazas aluviales limitadas por montañas y colinas en rocas sedimentaria. A continuación, se describen cada una de ellas.

4.1 UNIDAD DE MONTAÑAS Y COLINAS

Esta unidad corresponde a alineamientos alargados, constituidos por rocas de tipo sedimentario, con moderado a fuerte estado de meteorización superficial por erosión.

Subunidad de Colinas Estructurales en Roca Sedimentaria (RCE-rs), ver figuras 7 y 8.

Corresponden a alineamientos de colinas modelados en rocas sedimentarias de la Formación Chambira, y que siguen un patrón estructural (anticlinales y sinclinales) con dirección andina. Se observan limitando el valle del río Ponasa.

4.2 UNIDAD DE PLANICIES

Comprenden superficies planas, disectadas y no inundables por los principales cursos de los ríos de la región. Sus desniveles con respecto al nivel de estiaje de los ríos sobrepasan los 20 m de altura, constituidos por materiales provenientes de denudación de las superficies montañosas o colinosas.

Subunidad de Terraza aluvial (T-al), ver figuras 7 y 8.

Corresponde a superficies de morfología plana de origen aluvial, con pendientes de 0° a 5° de inclinación. Sobre esta unidad morfológica se asienta la totalidad del área urbana de San Antonio y de desarrollan las actividades agrícolas y pecuarias.

Figura 7: Morfología de la zona de estudio. Se reconocen dos terrazas aluviales (T-0 y T-1), ambas disectadas por el río Ponasa y limitadas por colinas estructurales en rocas sedimentarias.

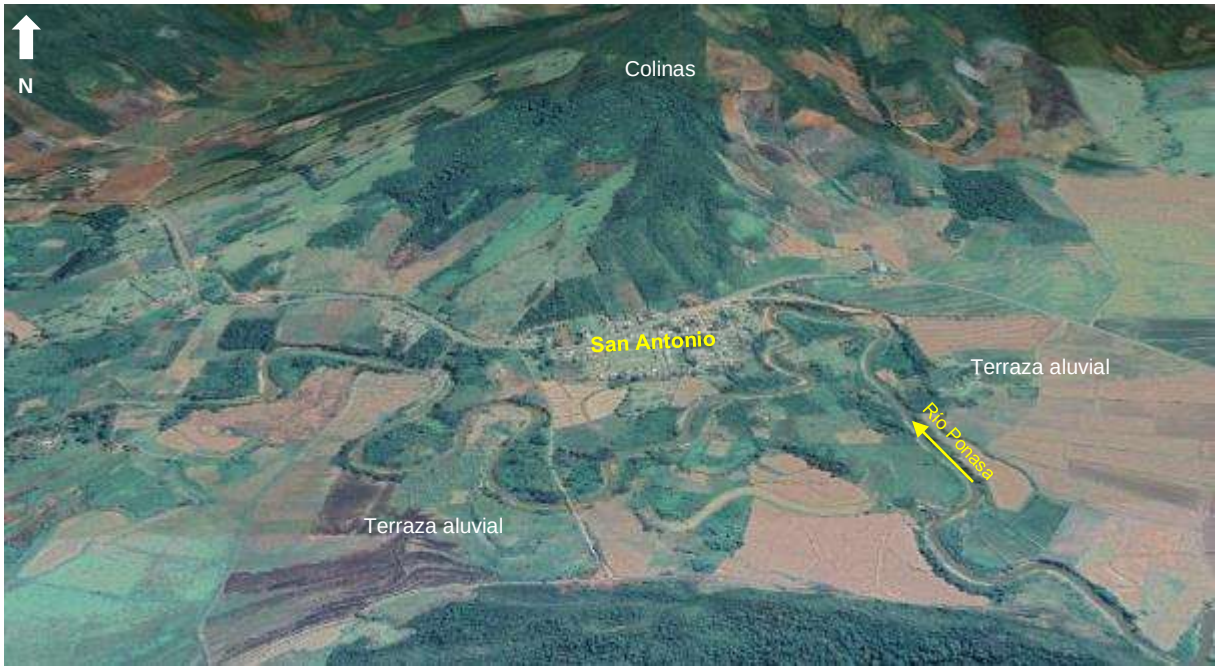

Figura 8: Vista satelital de la morfología de la zona de estudio. Fuente: Google Earth, 2020.

5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS

En base al reconocimiento de campo se identificó 03 peligros, los cuales corresponden a erosión fluvial, deslizamiento rotacional de suelos y derrumbe de suelos. Estos peligros tienen como condicionantes factores intrínsecos, la composición arcillosa del terreno, baja resistencia de los materiales que conforman la ribera y la elevada pendiente entre el cauce y la terraza aluvial donde se asienta la localidad de San Antonio y el canal Ponasa. Se tiene como desencadenantes de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona.

En la presente evaluación se hace el análisis para 02 zonas expuestas. La primera es el área urbana de San Antonio; mientras que la segunda es el canal Ponasa. Por tanto, las apreciaciones y conclusiones serán vinculantes individualmente para cada una de ellas.

5.1 EROSIÓN FLUVIAL

Corresponde al principal evento geodinámico y es generada por el flujo constante de agua del río Ponasa, que socava recurrentemente la base de la ribera derecha, donde se asienta el área urbana de la localidad de San Antonio y por donde transcurre el canal Ponasa, inestabilizando la parte alta de la ribera, produciendo, por efectos de la gravedad deslizamientos rotacionales y derrumbes ambos de suelos (figura 9).

El punto de coincidencia entre las 02 zonas expuestas (San Antonio y canal Ponasa), es que ambas se ubican en la ribera derecha del río Ponasa, sobre una terraza aluvial conformada por suelos netamente arcillosos, los cuales muestras un elevado grado de compactación. Sin embargo, el constante humedecimiento y socavamiento de la base de la ribera, por el flujo de agua del río Ponasa, desencadenó 01 deslizamiento rotacional de avance retrogresivo que afectó severamente el canal Ponasa. Para la zona de San Antonio, el mismo evento erosivo, generó 01 derrumbe el cual se ubica a aproximadamente 50 m de la vivienda más cercana.

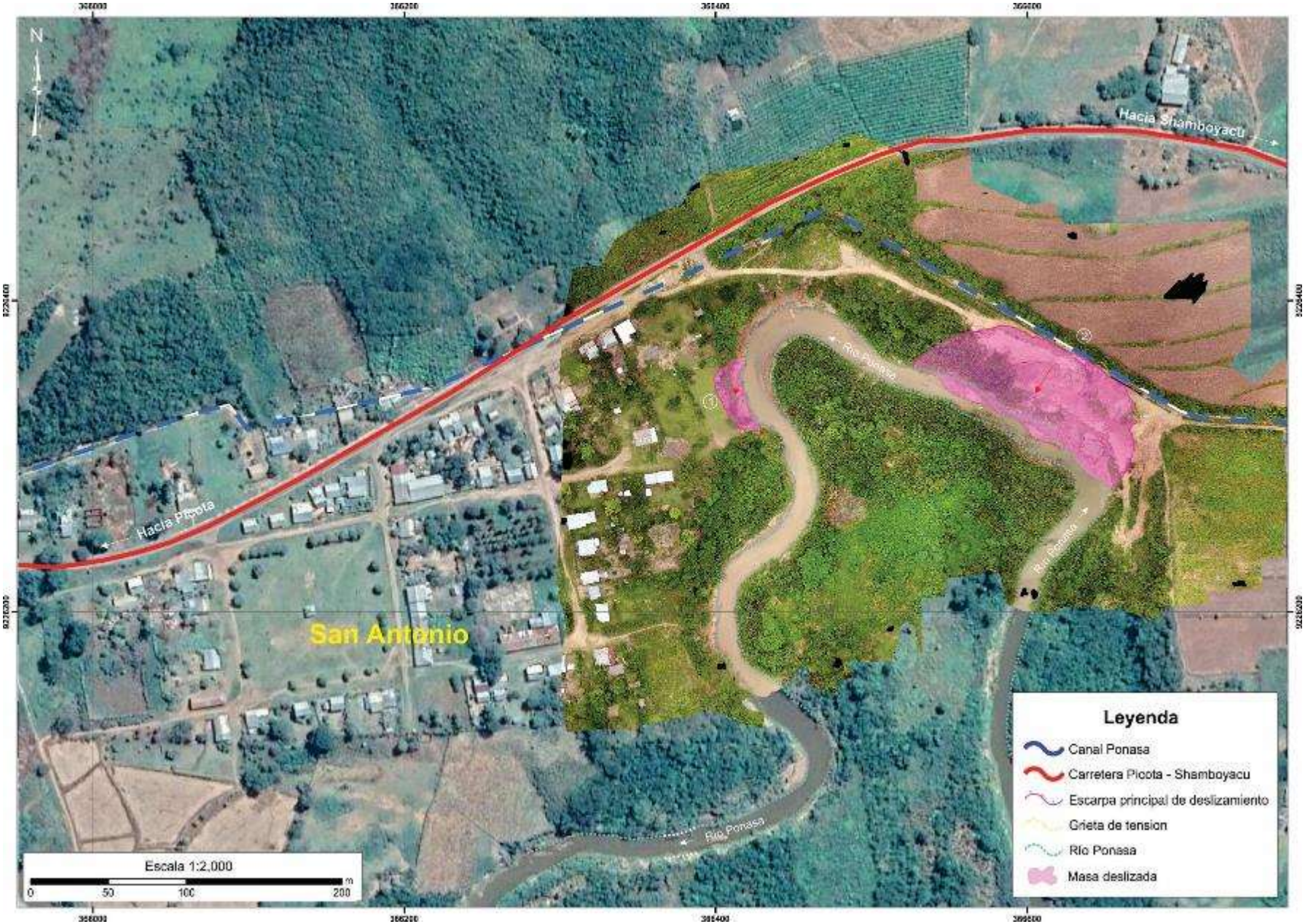

Figura 9: Vista en planta de eventos geodinámicos observados: (1) Derrumbe de suelos y (2) Deslizamiento rotacional de suelos.

5.2 DERRUMBES DE SUELOS – SECTOR SAN ANTONIO

Este evento se ha observado en la coordenada Norte: 9226332, Este: 366406, a 50 m de la vivienda más cercana del extremo oeste de la zona urbana de San Antonio. En este sector la ribera presenta una altura de 15.00 m y una pendiente cercana a la verticalidad.

La erosión de la base del talud ha desencadenado la ocurrencia de derrumbes parciales de la ribera, la cual está constituida por arcillas de mediana plasticidad y consistencia media a alta, ver figuras 10 – 11.

Este evento geodinámico si bien a la actualidad únicamente ha desencadenado derrumbes parciales, puede originar a futuro un deslizamiento rotacional similar al ocurrido aguas arriba y que ha afectado el canal Ponasa. En este escenario, el extremo este de la zona urbana de San Antonio califica como una zona de **ALTO PELIGRO.**

Figura 10: Vista de la parte superior del derrumbe de suelos. Se observan grietas de tensión.

Figura 11: Ribera derecha donde se ha producido derrumbes recurrentes.

Figura 12: Vista de la zona de derrumbes y el extremo oeste de la zona urbana de San Antonio.

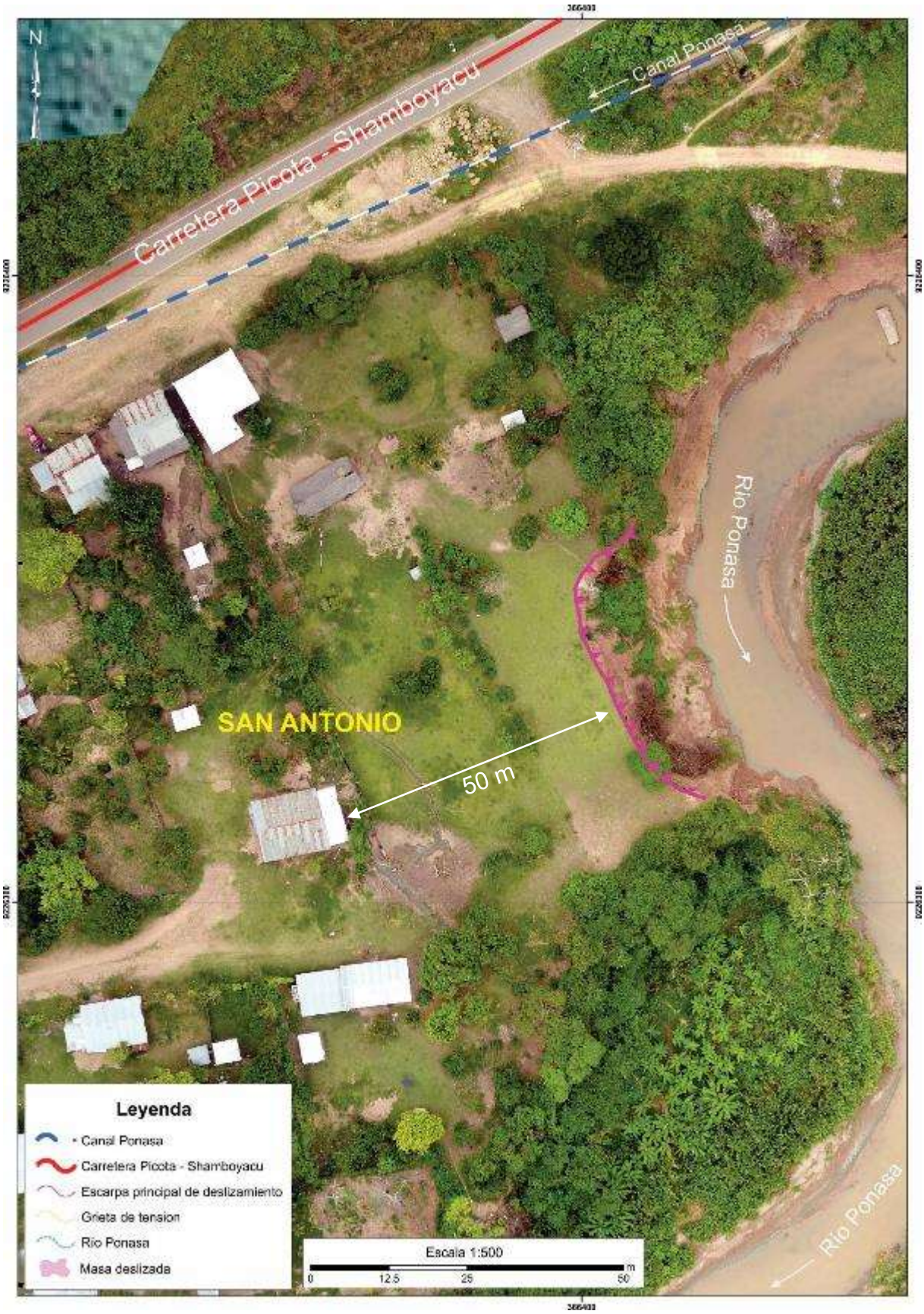

Figura 13: Vista en planta del derrumbe de suelos generado por la erosión de la base de la ribera. La casa de mayor cercanía al evento se encuentra a 50 m aproximadamente.

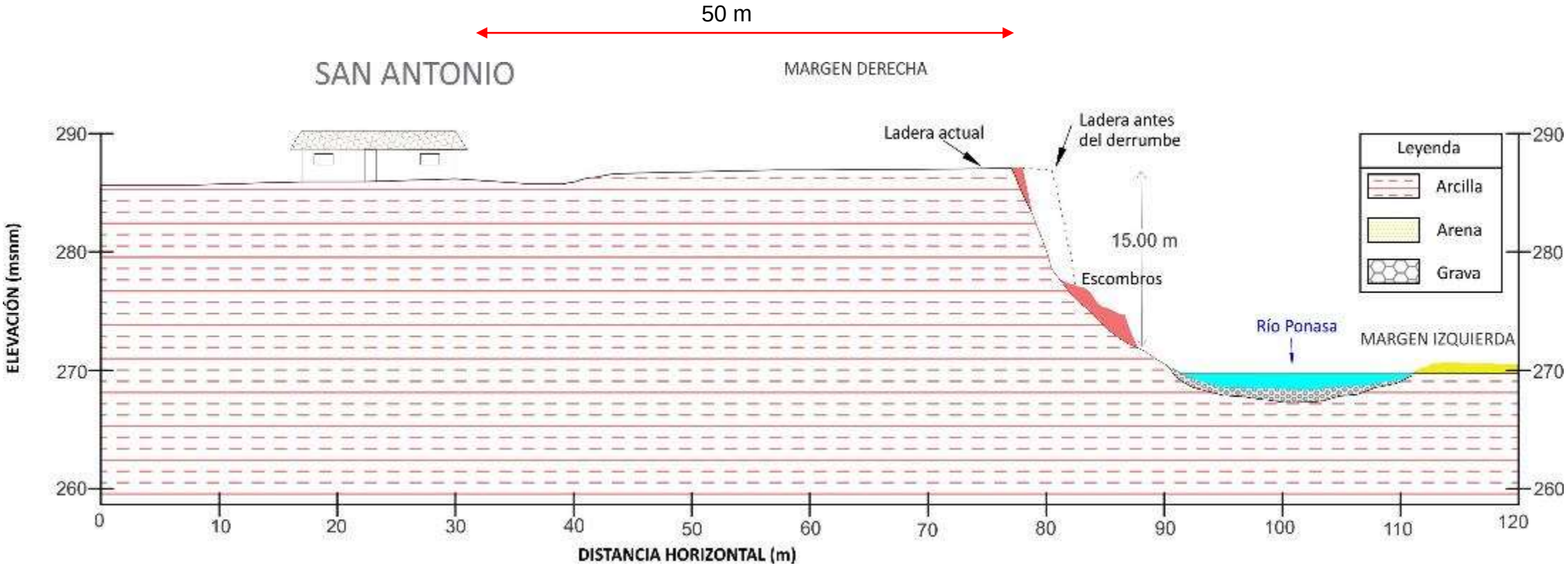

Figura 14: Perfil geológico del derrumbe de suelos ubicado en el extremo oeste de la zona urbana de San Antonio.

5.3 DESLIZAMIENTO DE SUELOS – SECTOR CANAL PONASA

Tal como se indicó en el ítem anterior, se observa un deslizamiento rotacional de suelos, en la coordenada Norte: 9226349, Este: 366642, que ha desencadenado el colapso de 30 m de la caja de concreto del canal Ponasa y comprometido la seguridad física de un total de 100 m de dicha estructura.

El deslizamiento presenta un salto de escarpa de 3.00 m, una altura de 13.50 m, una longitud de 23.30 m y una amplitud de 120 m. Ma masa deslizada ocupa un área de 7,308 m^2 (0.73 ha) y se ha estimado un volumen de 36,540 m^3.

Anterior al evento (13 de febrero del 2020), la zona mostraba ya una evidente inestabilidad, por lo que las autoridades regionales habían trabajado desarrollando actividades de reconformar el talud y conformar un enrocado en la base, a manera de contener la masa inestable y evitar el proceso erosivo generado por el río Ponasa. El enrocado tenía una longitud de 50.00 m y un ancho de 2.00 m aproximadamente, y estaba conformado por bloques de hasta 1.20 m de diámetro de roca arenisca, cuyas características físico-mecánicas y peso específico no eran las adecuadas, puesto que la roca no presentaba la resistencia requerida, siendo visible la debilidad de esta al ser expuesta al contacto con el agua, por lo que no cumplía la función de contención a cabalidad. La U.S. Army Corps of Engineers (USACE) emplea para sus trabajos en ríos, rocas en el rango de 2400 kg/m^3 a 2800 kg/m^3 de peso unitario, al igual que el U.S. Bureau of Reclamation (USBR), ambas entidades de reconocida trayectoria en el campo de obras hidráulicas. Esta última entidad solo descarta las rocas con un peso unitario inferior a 2300 kg/m3.

Asimismo, como medida de emergencia y para permitir la funcionalidad del sistema hidráulico Ponasa, el tramo de concreto agrietado había sido reemplazado por tubería metálica y protegida con geomembrana. Sin embargo, el movimiento lento del terreno generó la separación del acople de la tubería, permitiendo la infiltración de agua focalizada en la parte superior del evento, condicionando negativamente la estabilidad, (ver figuras 15 – 22).

Debido a la magnitud del deslizamiento, la zona de influencia califica como de **PELGRO ALTO.**

Figura 15: Vista de la zona de arranque del deslizamiento rotacional de suelos, fecha 25 de setiembre del 2019.

Figura 16: Vista de la zona media y baja del deslizamiento rotacional de suelos, fecha 25 de setiembre del 2019.

Figura 17: Vista del deslizamiento rotacional de suelos, fecha 13 de febrero del 2020.

Figura 18: Escarpa principal del deslizamiento, fecha 13 de febrero del 2020.

Figura 19: Canal Ponasa colapsado en 30 m de conducción, fecha 13 de febrero del 2020.

Figura 20: Descarga de agua del canal Ponasa hacia el cuerpo del deslizamiento, condición desfavorable para la estabilidad.

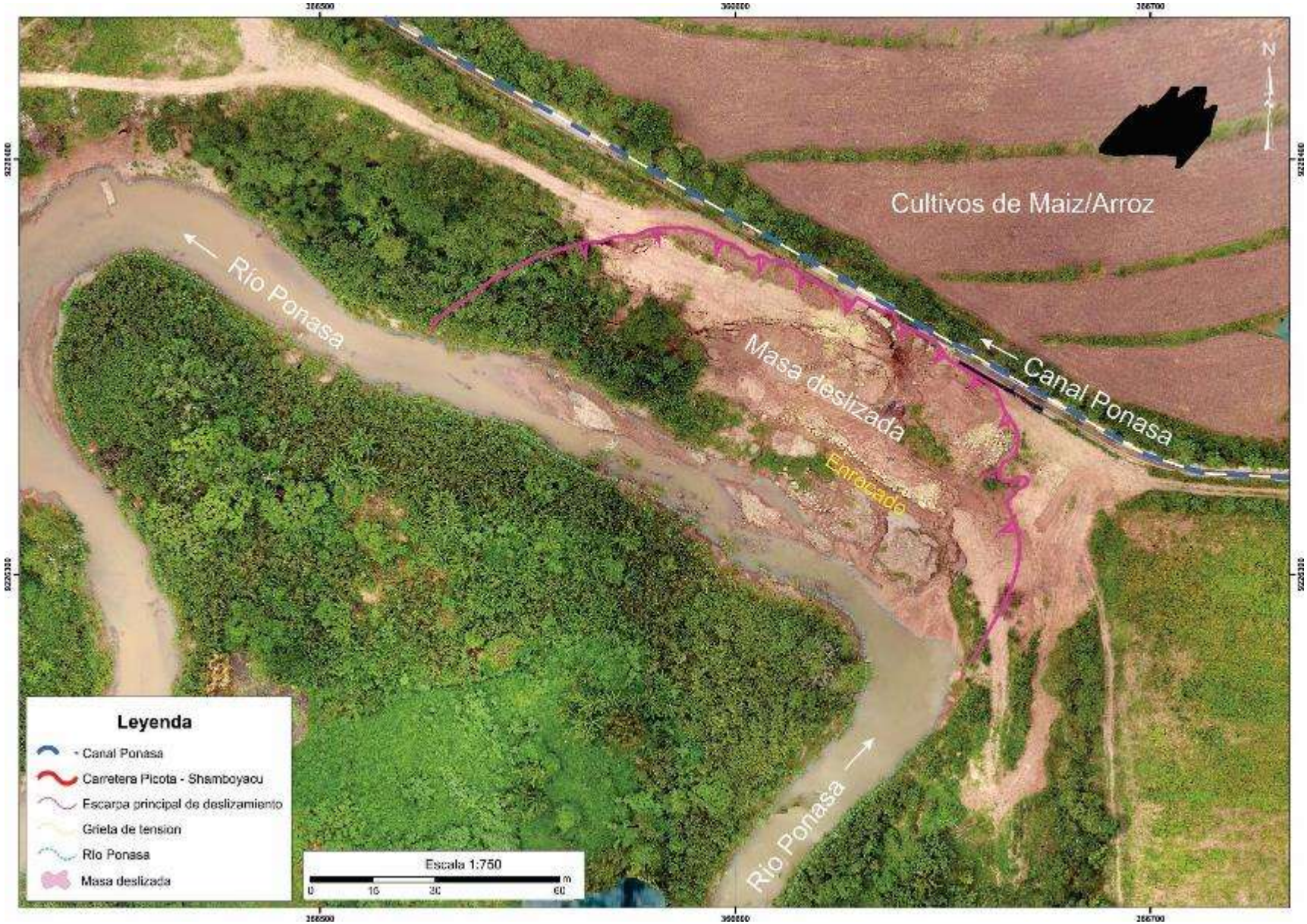

Figura 21: Deslizamiento rotacional de suelos. Ha generado el colapso de 30 m del canal Ponaza y comprometido la estabilidad de 100 m.

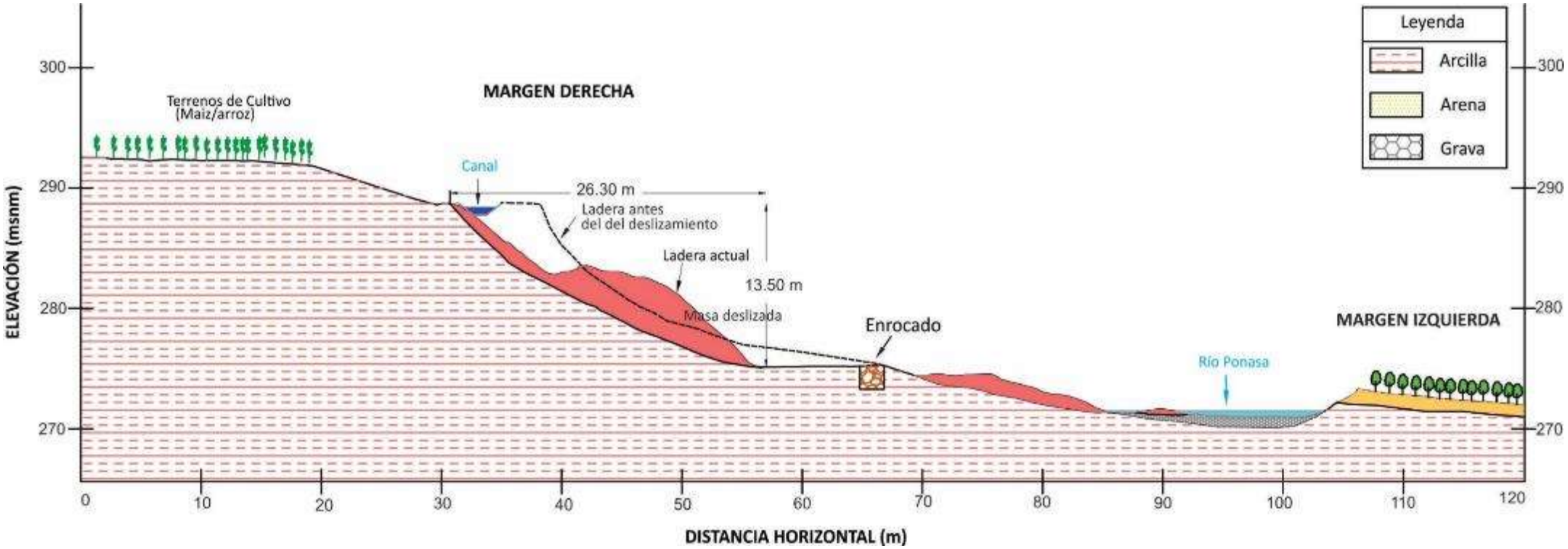

Figura 22: Perfil geológico del deslizamiento rotacional de suelos que afecta el canal Ponasa.

6.0 MEDIDAS CORRECTIVAS

Una vez evaluado el peligro por erosión fluvial y sus efectos como derrumbe de suelos y deslizamientos de suelos, se recomiendan las siguientes medidas correctivas a tener en cuenta.

6.1 SECTOR SAN ANTONIO

6.1.1 Muro Gavión y Enrocado

Como medida de mitigación se recomienda conformar un muro gavión anclado y cimentado en la base de la ribera a lo largo de 150 m, de 5.00 m de altura, sobre un enrocado cuya profundidad deberá estar por debajo del nivel máximo de socavación.

- Inicio de Muro Gavión (Norte: 9226391 - Este: 366485)
- Fin de Muro Gavión (Norte: 9226313 - Este: 366435)

La finalidad de esta estructura es impedir la erosión de la base de la ladera, que en un futuro pueda desencadenar en un deslizamiento de grandes proporciones como el que afecta el canal Ponasa.

Para estimar el nivel de socavación se recomienda realizar un análisis granulométrico del material arrastrado por el cauce, determinar del D50 (diámetro medio). Esto deberá obedecer a un estudio de hidrología e hidráulica fluvial, a fin de que se dimensionen adecuadamente las estructuras recomendadas.

Debido a la presencia de nivel freático en la margen derecha donde se proyectan las obras de mitigación, la ejecución de calicatas se verá restringida; por tanto, se recomienda realizar exploraciones geotécnicas mediante ensayos de penetración estándar (SPT), la cual permite estimar la resistencia del terreno y la recuperación de muestra inalterada.

La finalidad de estas actividades es determinar la capacidad portante del terreno y la profundidad de desplante de las estructuras recomendadas.

6.1.2 Descarga de Drenaje Pluvial

La descarga de las aguas pluviales no deberá ser realizada directamente hacia el talud de la ribera derecha, debido a que está conformada únicamente por suelos arcillosos. La descarga directa genera la aparición de surcos que luego profundizan dando paso a la formación de cárcavas que aceleran el proceso de inestabilidad de la ribera. Por tanto, las aguas pluviales deberán ser descargadas mediante tubería PVC y/o HDPE fuera del alcance del talud. No se recomienda que los emboquilles de descarga sean de concreto.

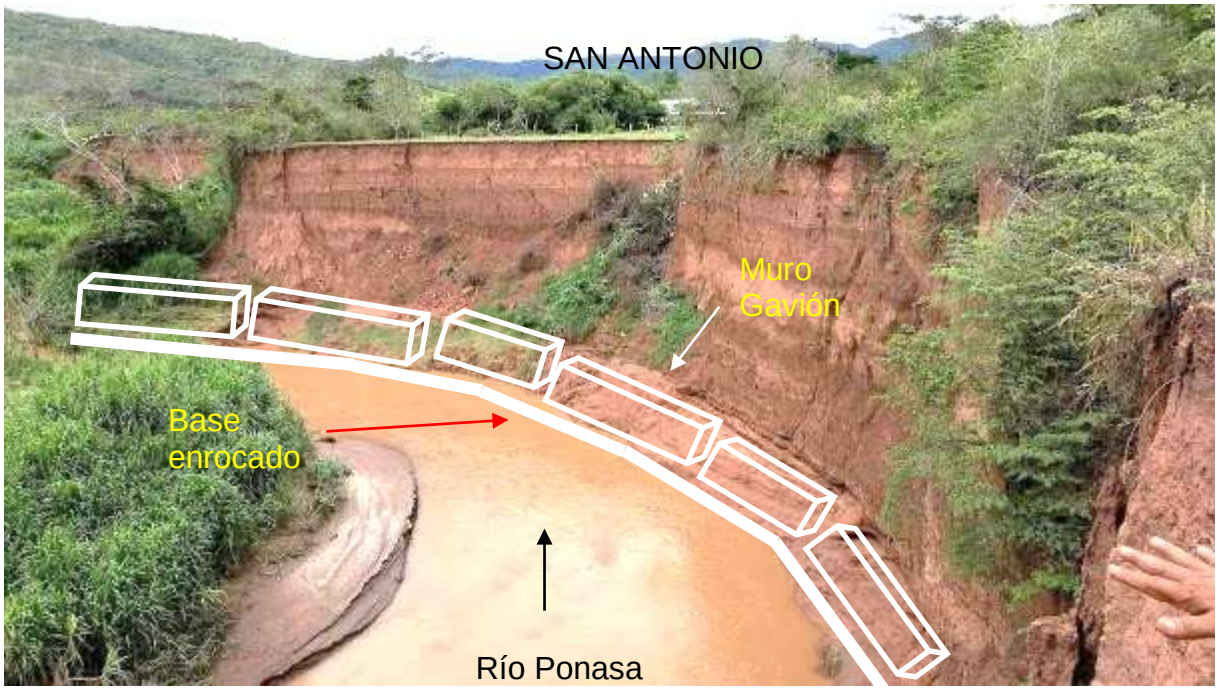

Figura 23: Vista proyectada hacia aguas abajo de ubicación de muro gavión anclado y cimentado sobre enrocado.

Figura 24: Vista proyectada hacia aguas arriba de ubicación de muro gavión, cimentado sobre enrocado.

6.2 SECTOR CANAL PONASA

Para la estabilización del deslizamiento que afecta el canal Ponasa se recomienda una serie de actividades, que se describen a continuación:

6.2.1 Enrocado en la base del talud

- Proyectar un enrocado en la base del talud en una longitud de 150 m (Inicio: N9226280 – E366653; Final: N9226358 – E366525).
- La roca deberá cumplir con las siguientes características físico-mecánicas: Porcentaje de resistencia a la abrasión menor a 35%, peso específico no menor de 2.45 gr/cm3 y diámetro mínimo de 1.20 m.
- Impedir la descarga de agua del canal Ponasa hacia la masa deslizada.

6.2.2 Conformación de Talud

- La masa deslizada deberá ser retirada (36,540 m^3) y reconformada con un talud H:V de 2:1
- Impedir la descarga de agua del canal Ponasa hacia la masa deslizada.

6.2.3 Muro Terramesh

- Reforzamiento del talud inestable mediante muros tipo Terramesh, de forma escalonada hasta la cota rasante del canal Ponasa.

6.2.4 Control de Drenaje Pluvial

- Zanjas de coronación en el talud superior del canal, donde se observan zonas agrícolas de arroz, cuya forma de regadío es por inundación.

CONCLUSIONES

a) La morfología local corresponde a una terraza aluvial de composición arcillosa, limitada por colinas sedimentarias, modeladas por los procesos erosivos asociados a las precipitaciones pluviales, sobre materiales la Formación Chambira, la cual conformada por lodolitas rojas con estratificaciones de areniscas gris a marrones.

b) Los peligros geológicos identificados están condicionantes por la composición arcillosa del terreno, baja resistencia de los materiales de la ribera y la elevada pendiente entre el cauce y la terraza aluvial donde se asientan San Antonio y el canal Ponasa.

c) Los factores condicionantes de las inestabilidades son las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona.

d) Se han identificado 03 peligros, que corresponden a erosión fluvial, deslizamiento rotacional y derrumbe los dos últimos de suelos. El deslizamiento ha generado el colapso de 30 m de la caja de concreto del canal Ponasa y ha compromete la estabilidad en un tramo de 100 m.

e) El proceso de erosión fluvial es generado por el flujo constante de agua del río Ponasa, que socava recurrentemente la base de la ribera derecha, donde se asientan San Antonio y el canal Ponasa, inestabilizando la parte alta de la ribera, produciendo, por efectos de la gravedad deslizamientos rotacionales y derrumbes ambos de suelos.

f) El derrumbe de suelos se ubica a 50.0 m de la vivienda más cercana del extremo oeste de San Antonio. En este sector la ribera presenta una altura de 15.00 m y una pendiente cercana a la verticalidad. Este derrumbe, de seguir el proceso erosivo, puede dar paso a un deslizamiento rotacional similar al ocurrido aguas arriba, y que afectó al canal Ponasa. En este escenario, la franja de 50 m entre el extremo este de San Antonio y la zona ribereña califica como una zona de **PELIGRO ALTO.**

g) El deslizamiento presenta un salto de escarpa de 3.00 m, una altura de 13.50 m, una longitud de 23.30 m y una amplitud de 120 m. La masa deslizada ocupa un área de 7,308 m^2 (0.73 ha) y se ha estimado un volumen de 36,540 m^3. Debido a las condiciones geológicas se le considera como una zona inestable de **PELGRO ALTO**.

RECOMENDACIONES

SECTOR SAN ANTONIO

a) Como medida de mitigación se recomienda conformar un muro gavión anclado y cimentado en la base de la ribera a lo largo de 150 m, de 5.00 m de altura, sobre un enrocado cuya profundidad deberá estar por debajo del nivel máximo de socavación.

- Inicio de Muro Gavión (Norte: 9226391 - Este: 366485)
- Fin de Muro Gavión (Norte: 9226313 - Este: 366435)

b) Proyectar la descarga de las aguas pluviales mediante tubería PVC y/o HDPE fuera del alcance del talud de composición arcilloso. No se recomienda que los emboquilles de descarga sean de concreto.

SECTOR CANAL PONASA

c) Proyectar un enrocado en la base del talud en una longitud de 150 m.

- Inicio de Muro Gavión (Norte: 9226280 - Este: 366485)
- Fin de Muro Gavión (Norte: 9226358 - Este: 366525)

d) La roca deberá cumplir con las siguientes características físico-mecánicas:

- Porcentaje de resistencia a la abrasión menor a 35%
- Peso específico no menor de 2.45 gr/cm3.
- Diámetro mínimo de 1.20 m.

e) La masa deslizada deberá ser retirada (36,540 m^3) y reconformada con un talud H:V de 2:1.

f) Impedir la descarga de agua del canal Ponasa hacia la masa deslizada.

g) Reforzamiento del talud inestable mediante muros tipo Terramesh, de forma escalonada hasta la cota rasante del canal Ponasa.

h) Proyectar zanjas de coronación en el talud superior del canal, donde se observan zonas agrícolas de arroz, cuya forma de regadío es por inundación.

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.
- 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, A. & Otros (1997): “Geología del Cuadrángulo de Utcurarca, hoja 14-k, a escala 1:100 000 – Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGENMET).
- Stephen T. Maynord, U.S. Army Corps of Engineers (1993). U.S. Army Corps of Engineers Riprap Design for Flood Channels. Transportation Research Record No.1420, Hydrology, Hydraulics, and Water Quality.
- U.S. Army Corps of Engineers (1994). Hydraulic Design of Flood Control Channels. Engineer Manual EM-1110-2-1601.
- U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation (2001). Engineering Geology Field Manual, Second Edition, Volume II, Chapter 18 Riprap