

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7080

PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO LA CURVA SANTA CRUZ

Región Amazonas
Provincia Utcubamba
Distrito Cajaruro



CONTENIDO

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
1.2 METODOLOGÍA.....	2
1.3 ANTECEDENTES	3
2. GENERALIDADES	3
2.1 UBICACIÓN.....	3
2.2 ACCESIBILIDAD.....	4
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	6
3.1 GEOLOGÍA LOCAL	6
4. GEOMORFOLOGÍA.....	7
4.1 UNIDAD DE LOMADAS	7
4.2 UNIDAD DE PIEDEMONTE.....	7
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	10
5.1 CONCEPTOS BÁSICOS	10
5.2 PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO CURVA SANTA CRUZ	11
6. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	20
CONCLUSIONES	22
RECOMENDACIONES	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de los peligros geológicos en el caserío La Curva Santa Cruz, el cual tiene la finalidad de determinar los tipos de peligros geológicos que afectan la zona con mayor asentamiento poblacional, además determinar las zonas susceptibles a la ocurrencia de nuevos procesos que pueden ser activados por lluvias intensas o sismos.

La zona de estudio pertenece al distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Amazonas y se ubica al este de la ciudad de Bagua Grande. Desde el año 2015 se han registrado movimientos en masa, que se reactivaron con el sismo del 26 de mayo del 2019, los deslizamientos han afectado la vía asfaltada y viviendas del caserío La Curva Santa Cruz.

Litológicamente, está conformado por arcillitas y limolitas pardo rojizas pertenecientes a la Formación Sambimera, las cuales se muestran meteorizadas; además encontramos depósitos Cuaternarios conformados por gravas y clastos angulosos a subredondeados constituidos principalmente de calizas.

El área poblada del caserío La Curva Santa Cruz se asienta sobre una lomada y un pie de monte aluvial con pendiente moderadamente inclinada modelada por antiguos procesos de remoción en masa y escorrentía superficial, en la parte más baja encontramos los abanicos aluviales que se encuentran al suroeste.

Los factores condicionantes, como los tipos de suelos susceptibles a procesos de remoción en masa, que pueden reactivarse en presencia de lluvias intensas o sismos, los cuales podrían afectar carreteras, infraestructura y viviendas poniendo en riesgo la integridad física de los pobladores, siendo necesario tomar medidas correctivas.

Se recomienda realizar trabajos de estabilización de laderas en los escarpes próximos al área urbana a través del cambio de cultivos los cuales actualmente necesitan de riego por inundación y permanente, saturando los terrenos; la construcción de banquetas, y la reubicación de viviendas que se encuentran muy cerca de los taludes con procesos de erosión.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora, dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), y de su actividad de asistencia técnica, la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional, a fin de contribuir en el proceso de gestión de riesgos de desastres y planificación territorial.

La Municipalidad Distrital de Cajaruro, mediante oficio N° 326-2019-MDC, de fecha 28 de octubre del 2019, solicita al INGEMMET la asistencia y evaluación técnica del peligro geológico en el caserío la Curva Santa Cruz, distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Amazonas. Para lo cual, se designa a los ingenieros Luis León y Cristhian Chiroque.

La evaluación se basa en la recopilación y análisis de antecedentes, obtención e interpretación de imágenes satelitales, elaboración de mapas para trabajos de campo, toma de datos (puntos de control GPS, fotografías y llenado de formatos de identificación de peligros), cartografía geológica y geodinámica, análisis y procesamiento de información y redacción del informe final.

El presente informe se pone a disposición de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, el Gobierno Regional de Amazonas, Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades locales y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, plasmadas en este informe.

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

a) **Objetivo General**

- Evaluar los peligros geológicos en el caserío la Curva Santa Cruz, distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba y región Amazonas.

b) **Objetivos Específicos**

- Cartografiar la geodinámica externa de la zona afectada.
- Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la inestabilidad.
- Formular recomendaciones y acciones de prevención y/o mitigación de los peligros identificados.

1.2 METODOLOGÍA

El presente estudio, ha sido desarrollado en tres etapas, indicadas a continuación:

a. **Gabinete I**

Se realizó la revisión de la información existente relacionada con la zona de estudio, disponibles en la página web del INGEMMET, correspondiente al Cuadrángulo Geológico de Bagua Grande hoja 12-g, a escala 1:100 000, y bibliografía de la zona de estudio.

b. Investigación en campo

En esta etapa se realizó el reconocimiento en campo de la zona evaluada, afectada por movimientos en masa en el caserío de La Curva Santa Cruz, cartografía de peligros geológicos y toma de datos geológicos-geotécnicos, estos trabajos se realizaron el 19 de febrero del 2020.

c. Gabinete II

Con la información tomada en campo, se realiza el procesamiento en formato SIG y se redacta el presente informe.

1.3 ANTECEDENTES

A escala local, no se dispone de trabajos relacionados con el presente estudio; sin embargo, hay algunos trabajos a nivel nacional ejecutados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) que se mencionan a continuación:

- Chacaltana *et al.*(2011) en el estudio denominado “Geología del Cuadrángulos de Aramango y Bagua Grande, hojas 11-g y 12-g”, mencionan que durante el Paleógeno se formó una gruesa sucesión de material detrítico de ambiente continental fluvial, constituidos por la Formación Fundo El Triunfo, distinguida por sus niveles de capas rojas finas, y sobre éstas, los sedimentos conglomerádicos de la Formación Rentema. Entre el Eoceno se tiene la Formación Sambimera (que aflora en la zona de estudio), caracterizada por niveles detríticos y tobáceos diferenciado por depósitos continentales fluviales y lacustres.
- Medina *et al.* (2009) en el estudio denominado “Riesgo Geológico en la Región Amazonas”, indican que la frecuencia de peligros en la región Amazonas caracterizada por variedad de climas, complejidad geológico-geomorfológica y sismicidad moderada está marcada por la ocurrencia de inundaciones, erosiones fluviales, movimientos en masa (huaycos, deslizamientos, derrumbes y aluviones) y sismos.

2. GENERALIDADES

2.1 Ubicación

Geográficamente, el caserío la curva Santa Cruz se localiza al sureste del distrito de Cajaruro, en la margen izquierda de la quebrada Ushun (tributario del río Utcubamba). A una altitud promedio de 550 m s.n.m., en las coordenadas UTM (WGS84 – 17 S) que se presentan la tabla 01.

Políticamente, el caserío la Curva Santa Cruz pertenece al distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba y región Amazonas. Su ubicación respecto al distrito de Cajaruro se muestra en la figura 01.

Tabla 01: Ubicación de la zona de estudio

Punto	Norte (m.)	Este(m.)
1	9363266	789962
2	9363266	789307
3	9363255	789962
4	9363255	789307

2.2 ACCESIBILIDAD

El equipo de trabajo desplazó desde la ciudad de Cajamarca, para luego dirigirse hacia el norte rumbo a Chota, desde aquí se continuó hasta el cruce del centro poblado San Juan de Chiple (cruce Chiple) tomando la vía Fernando Belaunde Terry con dirección a Bagua Grande.

Desde Bagua Grande existe un tramo asfaltado de 10 km que llega al caserío Curva Santa Cruz, siguiendo la ruta que se presenta en la tabla 02.

Tabla 02: Ubicación de la zona de estudio

Ruta	Tipo de Vía	Estado de conservación	Tiempo (horas)
Cajamarca – Chota	Asfaltada	Regular	4 h
Chota – Cruce Chiple	Asfaltada	Regular	3 h 15 min
Cruce Chiple – Bagua Grande	Asfaltada	Bueno	1 h 15 min
Bagua Grande – Curva Santa Cruz	Asfaltada	Bueno	15min

Fuente: Elaboración propia.

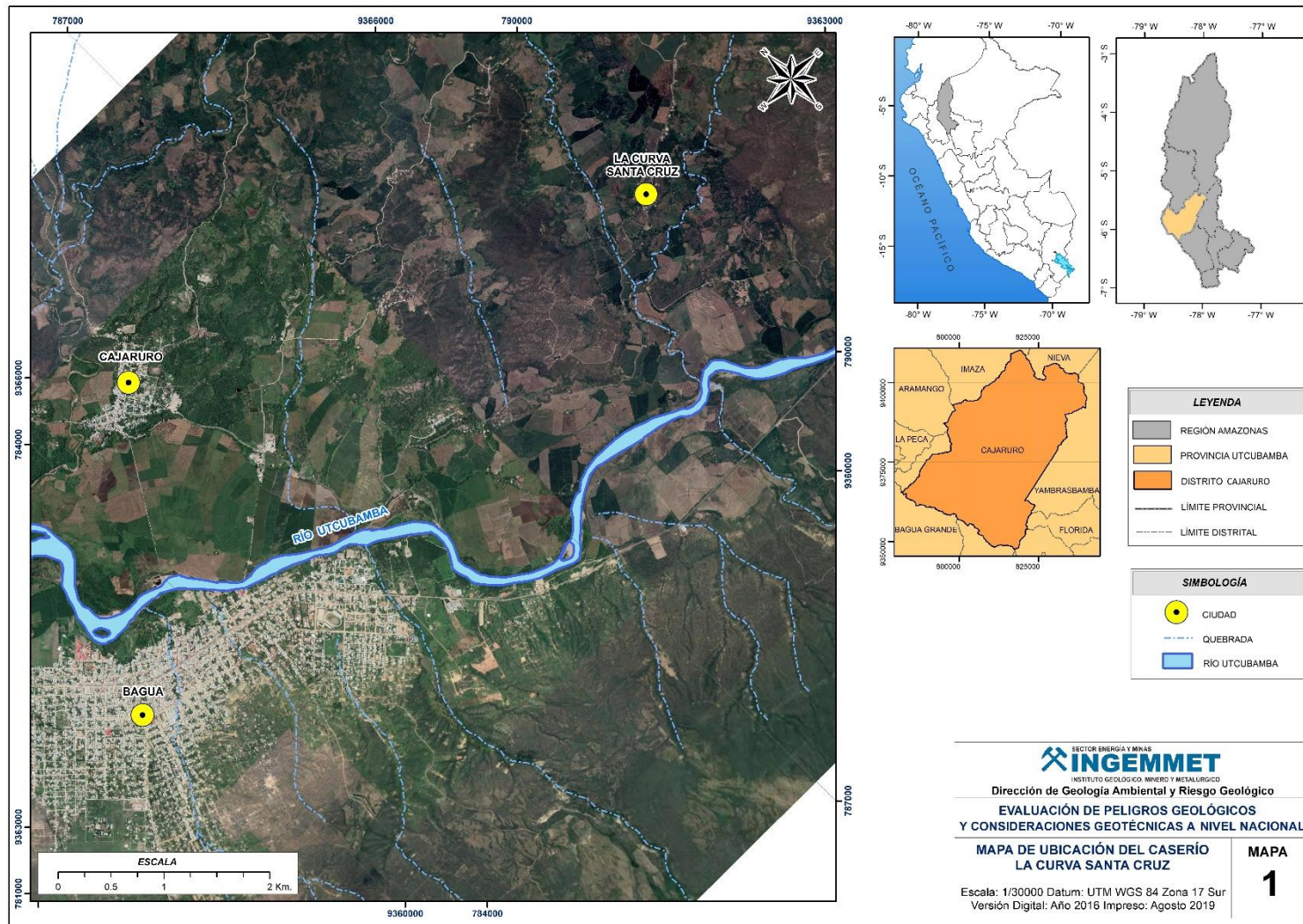


Figura 01. Ubicación del caserío Curva Santa Cruz.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La zona de estudio se localiza en el cuadrángulo geológico de Bagua Grande Hoja 12-gIII a escala 1:50 000 (Chacaltana, et al. 2011).

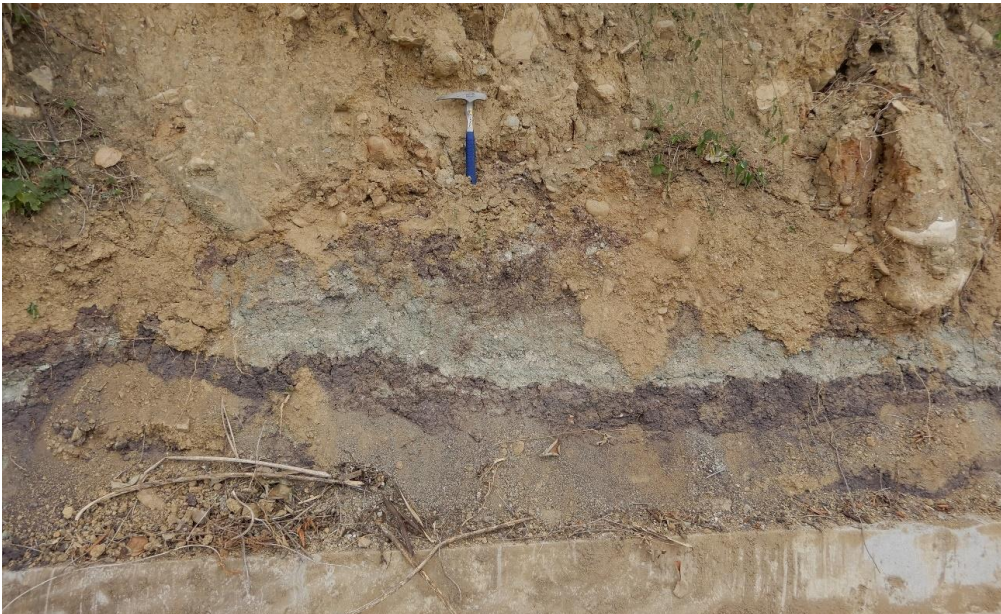
En las inmediaciones del caserío La Curva Santa Cruz, afloran sedimentos de la Formación Sambimera Superior, conformados por arcillitas, limoarcillitas y lutitas, también encontramos depósitos cuaternarios envueltos en una matriz de limos y arcillas.

3.1 GEOLOGÍA LOCAL

Los afloramientos observados en la zona de estudio se encuentran con intensa meteorización, teniendo las siguientes formaciones geológicas:

a) Formación Sambimera Miembro Superior (PN-s/s)

Son afloramientos de arcillitas y limolitas pardo rojizas con intercalaciones de calizas y tobas grises, este tipo de secuencias se observan en los cortes naturales de los taludes ubicados en el perímetro del caserío (fotografía 1).



Fotografía 1. Arcillitas y limolitas pardo rojizas, intercaladas con lutitas. Ubicada con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789694 y Norte: 9363163.

b) Depósitos coluvio - deluviales

Esta unidad agrupa depósitos de piedemonte de diferente origen (gravitacional y fluviogravitacional), que se acumulan en vertientes o márgenes de los valles como también en laderas; en muchos casos son resultado de una mezcla de ambos.

Por su naturaleza son susceptibles a la erosión pluvial, remoción y generación de flujos dedetritos (huaicos) y cuando son el resultado de antiguos movimientos en masa son susceptibles a reactivaciones, al realizar modificaciones en sus taludes naturales., en la zona estos depósitos están compuestos por principalmente por clastos angulosos de calizas envuelto en una matriz de limo arenas (fotografía 2).



Fotografía 2. Clastos angulosos de calizas envuelto en una matriz de limo arenas, ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789717 y Norte: 9363100.

4. GEOMORFOLOGÍA

El origen de las geoformas observadas está relacionado a la ocurrencia de antiguos procesos de remoción en masa, la interacción de sedimentos y rocas con los agentes atmosféricos los cuales modelaron el relieve de la zona evaluada (figura 3).

Localmente, la zona evaluada se caracteriza por tener una pendiente promedio de 10° a 15°.

4.1 UNIDAD DE LOMADAS

Son elevaciones del terreno con cimas subredondeadas a semiplanas y pendientes menores a 15°. Se caracterizan por presentar una configuración basal alargada y con dos vertientes que se inclinan en dirección opuesta lo que define el drenaje de tipo enrejado.

a) Subunidad de lomadas estructurales en roca sedimentaria (RCL-rs)

El caserío Santa Cruz se encuentra ubicado sobre una lomada con pendientes llanas a suavemente inclinadas y alcanza elevaciones máximas y mínimas de 558 m s.n.m y 510 m s.n.m, estas superficies fueron modeladas por antiguos procesos de remoción en masa.

4.2 UNIDAD DE PIEDEMONTE

El piedemonte aluvial es una geoforma de transición entre las montañas y los abanicos aluviales o zonas más llanas o planas, presenta pendientes suavemente inclinadas, su origen está relacionado al emplazamiento de depósitos provenientes de antiguos procesos de remoción en masa.

a) Subunidad de piedemonte aluvial (P-a)

En la zona de evaluación existe un piedemonte que limita las lomadas con los abanicos aluviales, sobre estas geoformas se han desarrollado extensas zonas de cultivos (figura 2).

b) Subunidad de abanico de piedemonte (Ab)

Los abanicos aluviales de piedemonte se han emplazado desde las partes altas de las montañas formadas o modeladas por corrientes de agua como ríos o quebradas con pendientes bajas menores a 15° y las zonas llanas con pendientes menores a 5° , estas zonas se encuentran al oeste y suroeste de la zona de estudio.

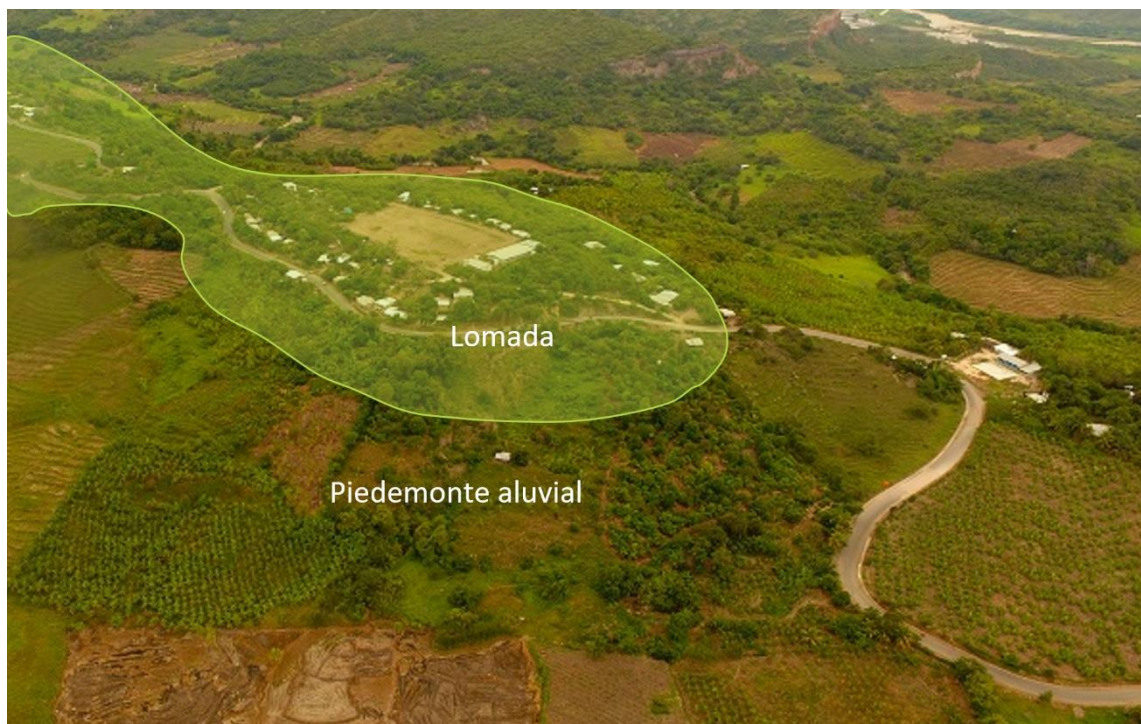


Figura 2. Piedemonte aluvial ubicado al noroeste y oeste de la zona urbana del caserío La curva Santa Cruz, limitando con la lomada.

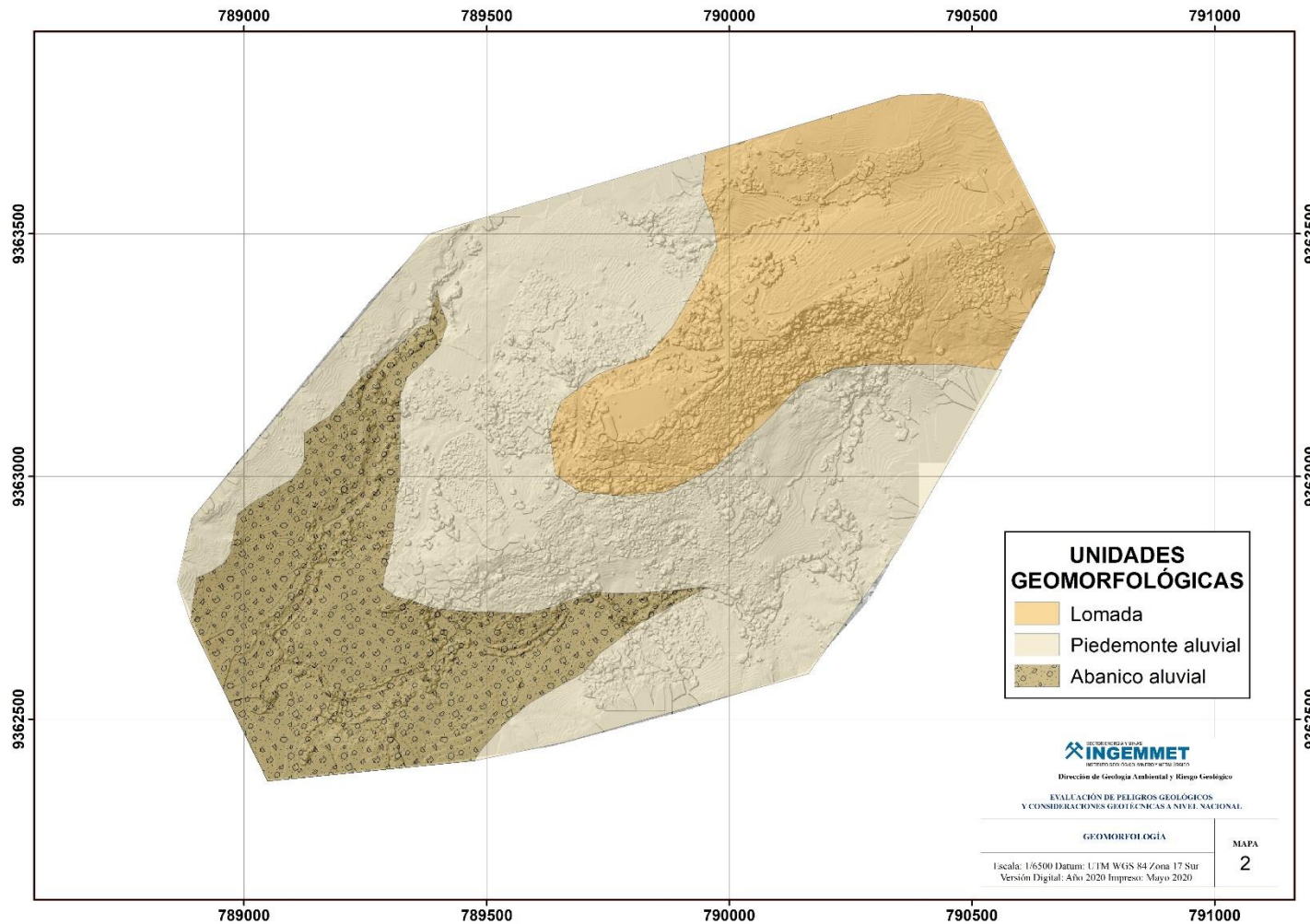


Figura 3. Unidades geomorfológicas en el caserío La Curva Santa Cruz.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Para la descripción de los peligros geológicos se ha considerado como base la clasificación de Varnes (1978, 1996) y la terminología sobre movimientos en masa en la región Andina preparado por el Grupo GEMMA (2007).

5.1 CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación, se definen algunos conceptos básicos referentes a peligros geológicos que serán utilizados en el presente informe.

a) Movimientos en Masa

Son todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, detritos o tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). La clasificación de movimientos en masa, de Varnes (1978) y Hutchinson (1988), tiene en cuenta dos elementos: el tipo de movimiento y el material. En cuanto al tipo de movimiento consideran cinco clases: caídas, vuelcos, deslizamiento, flujo y propagación lateral. Dentro de los materiales involucrados se consideran: rocas y suelos, estos últimos subdivididos en detritos y tierras.

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial–subterráneo y la cobertura vegetal; combinados con factores extrínsecos, entre ellos se consideran la construcción de viviendas en zonas no adecuadas, construcción de vías de acceso y deforestación. Se tiene como “detonantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona; además para los deslizamientos, caída de rocas y derrumbes influye como detonante los sismos.

b) Deslizamiento

Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales.

Deslizamiento rotacional

Se define como un deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. La cabeza del movimiento puede moverse hacia abajo dejando un escarpe casi vertical, mientras que la superficie superior se inclina hacia atrás en dirección al escarpe. Estos movimientos ocurren frecuentemente en masas de material relativamente homogéneo, pero también pueden estar controlados parcialmente por superficies de discontinuidad pre-existentes (Cruden y Varnes, 1996), (figura 4).

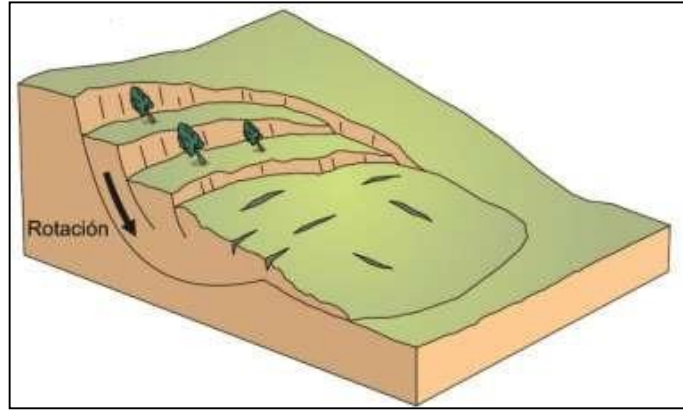


Figura 4. Deslizamiento Rotacional (PMA, 2007).

5.2 PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO CURVA SANTA CRUZ

La interpretación de la ortofoto generado por el levantamiento de imágenes con DRON, realizado el 19 de febrero y trabajos de campo en los sectores ubicados en el caserío La Curva Santa Cruz, permitió determinar los movimientos en masa que ocurren.

Se identificaron dos deslizamientos con actividad geodinámica según versión de los pobladores desde el año 2015 en temporada de lluvias y aumentando su dimensión en el 2019 durante el sismo del 26 de mayo en la región de Loreto, estos procesos se han identificado a través de los escarpes y materiales desplazados, los cuales fueron comprobados a través de imágenes satelitales y trabajo de campo in situ.

Es muy probable que estos fenómenos se reactiven o se generen nuevos eventos, en un periodo lluvioso excepcional o un sismo de fuerte intensidad.

Se describen los fenómenos identificados.

a) Características de los deslizamientos

- Sector 1 – colindante con el Caserío La Curva Santa Cruz

Ubicado muy próximo al caserío La Curva Santa Cruz, en las coordenadas geográficas UTM WGS84-17S, Este: 789690 y Norte: 9363115, presenta un deslizamiento rotacional, presenta las siguientes características:

- Escarpa principal: 120 m
- Altura del pie a la corona: 2.5 m
- Longitud del pie a la corona: 76 m
- Ancho de masa desplazada: 130 m

En este sector se puede apreciar que el deslizamiento destruyó 120 m de la vía asfaltada, en donde se puede identificar desplazamiento vertical, motivo por el cual se realizó la construcción de una variante, debido a que la afectada e intransitable podemos apreciar en las viviendas colindantes a los taludes (los cuales muestran inicio de erosión

en laderas), la presencia de grietas en las paredes y en los suelos de los mismos en el perímetro del centro poblado, en los cuales si no se toman las medidas de mitigación a tiempo, se podrían activar movimientos en masa de mayor magnitud, pudiendo afectar a las viviendas en la parte superior (figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10).

El movimiento se activó en el año 2015 y se reactivó el 26 de mayo del 2019.

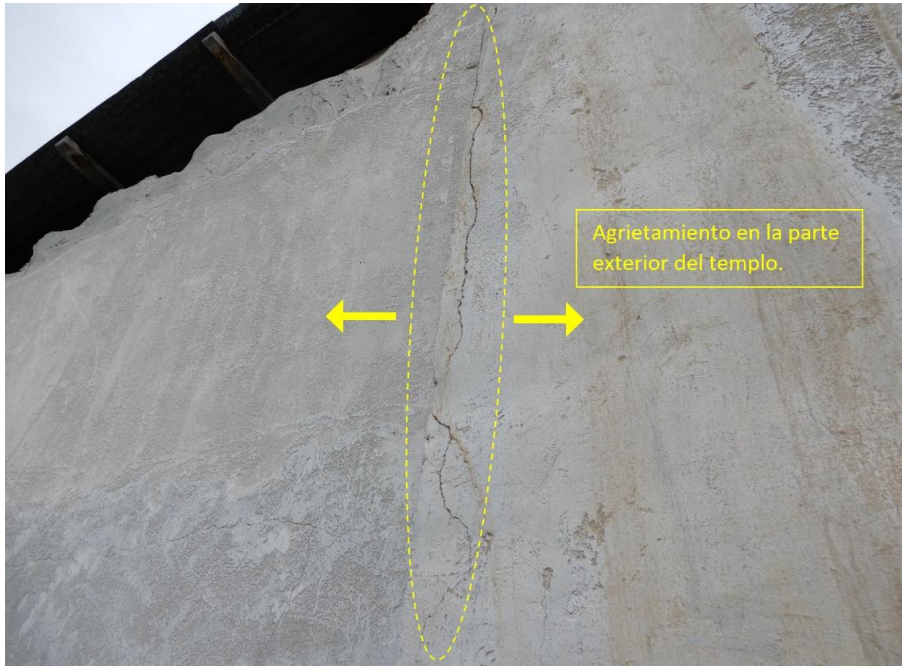


Figura 5. Pared de templo cristiano agrietado por deslizamiento originado por movimiento sísmico del 26 de mayo del 2019, ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789734 y Norte: 9363131.

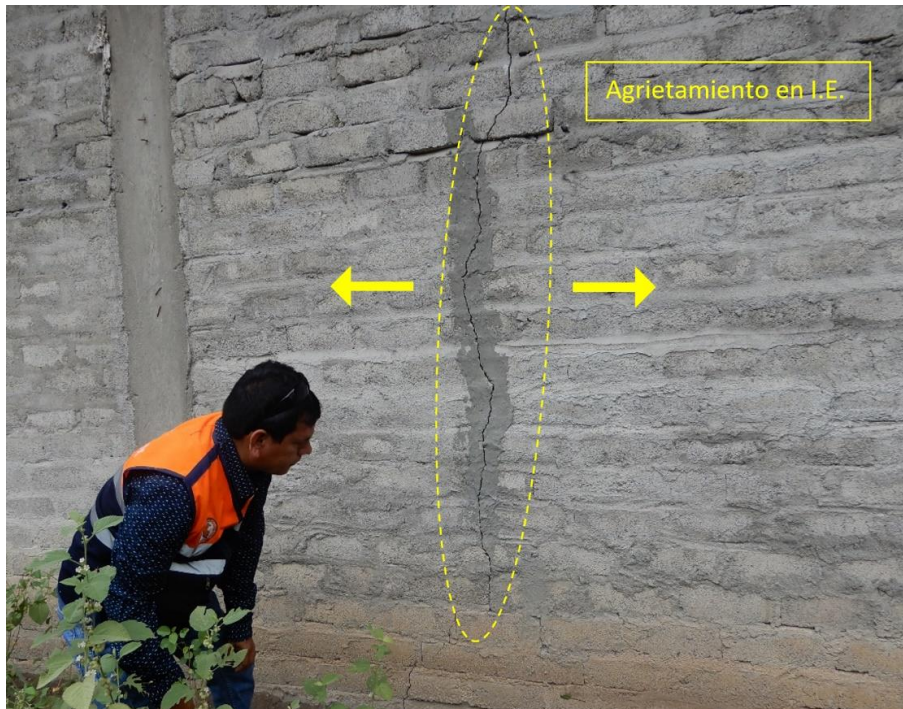


Figura 6. Grieta en la pared exterior de la Institución Educativa – Primaria, ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789743 y Norte: 9363114.

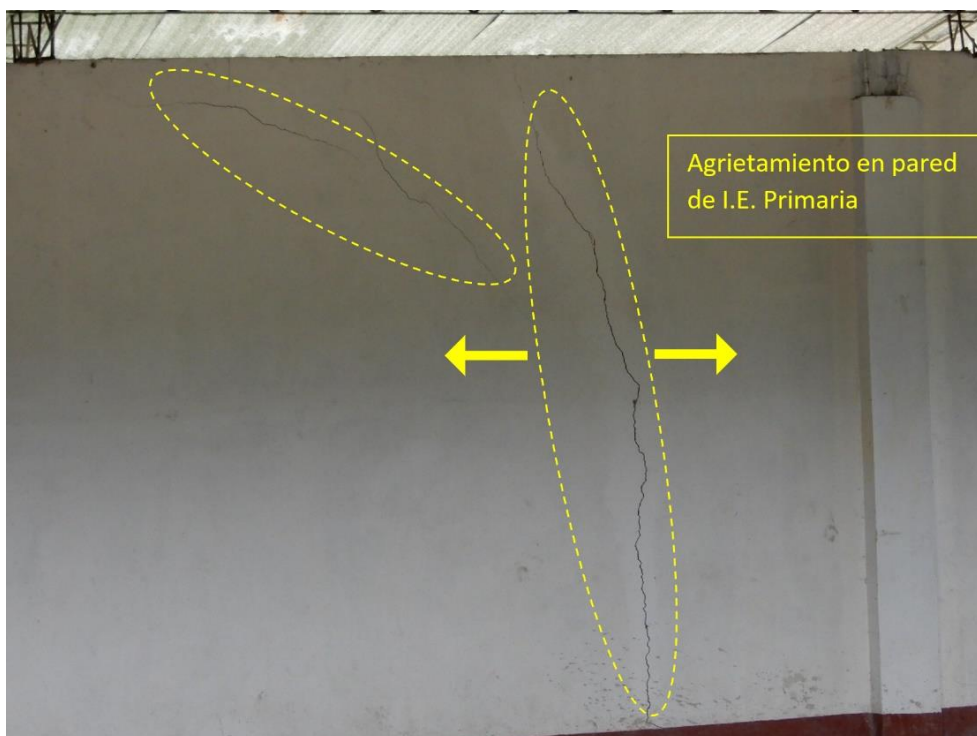


Figura 7. Grieta en la pared interior de la Institución Educativa – Primaria, ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789753 y Norte: 9363095.

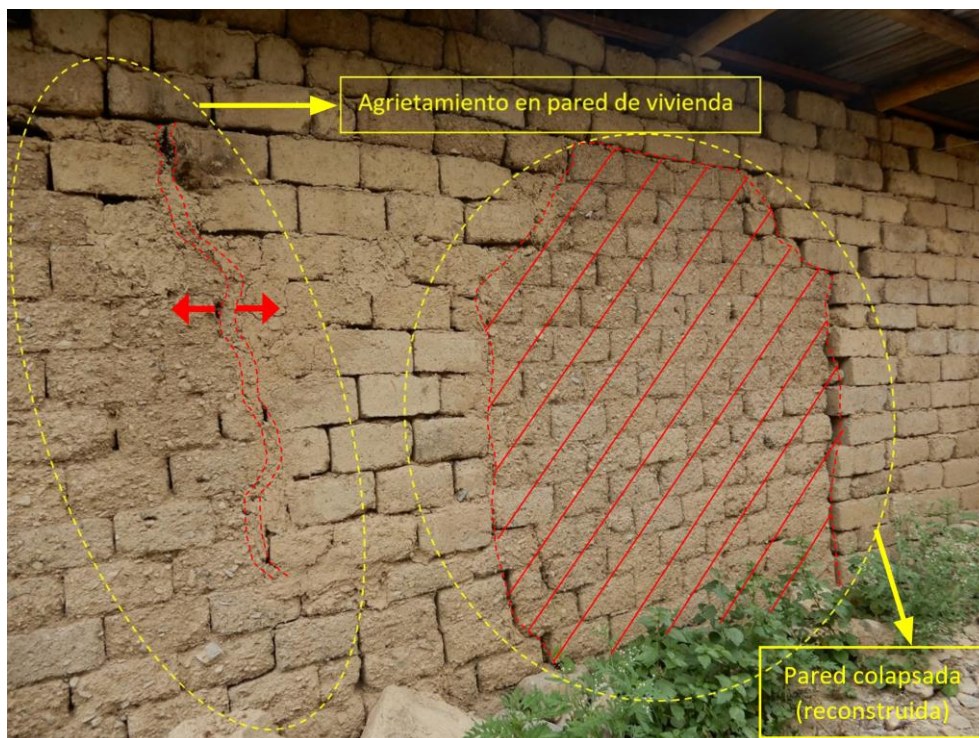


Figura 8. Pared de vivienda afectada por movimiento en masa, grieta de 2 a 5 cm de ancho (resanadas) y pared colapsada (reconstruida), ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789713 y Norte: 9363158.



Figura 9. Escarpe del deslizamiento, destruyó la carretera, se puede observar el desplazamiento vertical de la carretera, la cual quedó destruida, ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789692 y Norte: 9363131.



Figura 10. Escarpe del deslizamiento, destruyó la carretera, se puede observar socavamiento en el talud de relleno consecuencia del escurrimiento de agua en la plataforma debido a la colmatación de las cunetas, ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789669 y Norte: 9363039.

Causas principales:

Talud deslizado conformado por limo arcillas con presencia de clastos y bloques de calizas, lo cual permitió la filtración y retención del agua, esto llegó a saturar al terreno.

El talud afectado tiene una pendiente con promedio de 15° y con escasa vegetación, la presencia de lluvia, permitió la erosión directa de la ladera.

En el sector evaluado se muestran cultivos de arroz los cuales tienen riego permanente por inundación los cuales saturan el terreno de manera continua (fotografía 3).

Como detonante fue el sismo con epicentro en el departamento de Loreto, suscitado el 26 de mayo del 2019.



Fotografía 3. Se puede apreciar en el lado noroeste del caserío La Curva Santa Cruz, los cultivos de arroz (con riego permanente) y plátanos.

- Sector 2 – Suroeste del Caserío La Curva Santa Cruz

Ubicado al suroeste del caserío La Curva Santa Cruz, en las coordenadas geográficas UTM WGS84-17S, Este: 789478 y Norte: 9363055, presenta un deslizamiento rotacional, presenta las siguientes características:

- Escarpa principal: 137 m
- Altura del pie a la corona: 1 m
- Longitud del pie a la corona: 140 m
- Ancho de masa desplazada: 170 m

En este sector se puede apreciar que el deslizamiento afectó 240m de la vía asfaltada,

en donde se puede identificar en el tramo afectado una subsidencia de la misma y una vivienda destruida (fotografía 4), con presencia de grietas en la carretera como en los terrenos de cultivo en este sector (fotografías 11, 12, 13 y 14).

El movimiento se activó en el año 2015 y se reactivó el 26 de mayo del 2019.



Figura 11. Se observa agrietamiento de pared de adobe de una vivienda del sector La Curva Santa Cruz, con un ancho promedio de 3 cm, ubicada con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789608 y Norte: 9362870.



Figura 12. Se observa desplazamiento horizontal en grieta de pared de vivienda, con un promedio de 4 cm de desplazamiento.



Fotografía 4. Vivienda destruida en la parte baja del deslizamiento, ubicada con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789517 y Norte: 9363069.



Figura 13. Grietas en la carretera, se observa el desplazamiento vertical hacia el talud de corte, ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789502 y Norte: 9363069.



Figura 14. Grietas en la carretera, se observa el hundimiento de la misma en este sector, ubicado con coordenadas UTM WGS-84, Este: 789473 y Norte: 9363045.

Causas principales:

Talud deslizado conformado por gravas y bloques contenidos en limo arcillas y arenas, las cuales permiten la filtración y retención del agua, esto llegó a saturar al terreno.

Pendiente del talud afectado tienen una pendiente con promedio de 15° y con escasa vegetación, la presencia de lluvia, permitió la erosión directa de la ladera.

Como detonante fue el sismo con epicentro en el departamento de Loreto, suscitado el 26 de mayo del 2019.

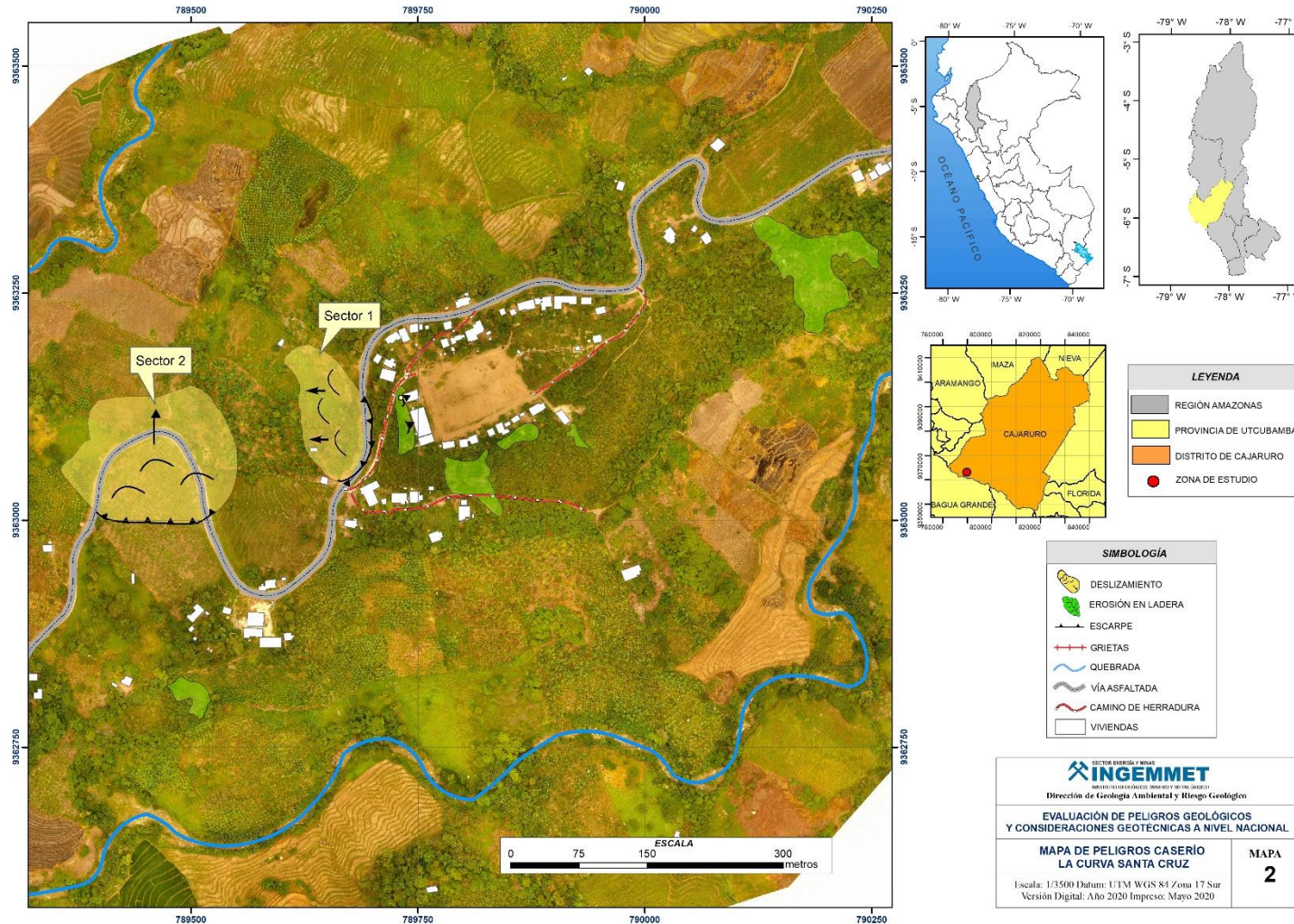


Figura 15. Mapa de peligros caserío La Curva Santa Cruz.

6. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosión de laderas, entre otros; así como también, para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

a. Para deslizamientos

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural, pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento al pie de laderas, la utilización de canales sin revestir, etc. A continuación, se proponen algunas, medidas para el manejo de estas zonas:

Se dan las siguientes recomendaciones:

- **Manejo agrícola**, evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos, cambiar los cultivos que demanden agua permanente como los cultivos de arroz identificados en la parte superior a los sectores afectados.
- **Los canales** deben ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento, entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- El **sistema de riego de cultivo** debe ser tecnificado por aspersión controlada o por goteo.
- **La remoción de la tierra** para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.

En el cuerpo deslizado:

- Realizar **prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal** natural conformada preferentemente por especies nativas o prácticas de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos.
- **Banquetas:** Como se muestra en la figura 8, la inclinación de los taludes depende de los suelos y la litología. Cuando la inclinación cambia, en muchos casos se proporciona una banqueta en el punto de cambio de inclinación. Generalmente se emplea una pendiente única cuando la geología y los suelos son los mismos en profundidad y en las direcciones transversal y longitudinal. Cuando la geología y los suelos varían considerablemente y de manera complicada, una pendiente única adecuada al suelo de mayor pendiente podría usarse, aunque esto es antieconómico.
Exceptuando el caso indicado en el párrafo anterior, generalmente se instala una banqueta de 1 a 21 m de ancho, a la mitad de un talud de corte de gran altura.

Propósito de la banqueta

En la parte inferior de un gran talud continuo, la descarga y velocidad del agua superficial aumentan, causando el incremento de las fuerzas de socavación. En este caso, la velocidad de la corriente puede reducirse al proporcionar una banqueta casi

horizontal a la mitad del talud, o la concentración de agua superficial en la parte inferior del talud puede prevenirse al construir una zanja en la banqueteta para drenar el agua hacia afuera del talud. La banqueteta también puede usarse como acera para inspección o como andamio para reparación.

Por lo tanto, las banquetetas deben diseñarse tomando en cuenta la dificultad de inspeccionar y reparar, la pendiente del talud, la altura de corte, los suelos del talud, los costos y otras condiciones.

Inclinación de banqueteta

Cuando no existen facilidades de drenaje, se proporciona a la banqueteta un gradiente transversal de 5 a 10%, de modo que el agua drene hacia el fondo del talud (pie de talud).

Sin embargo, cuando se considera que el talud es fácilmente descargable o cuando el suelo es fácilmente erosionable, el gradiente de la banqueteta debe hacerse en la dirección contraria, de modo que el agua drene hacia la zanja de la banqueteta.

Localización de banqueteta.

En los taludes de corte, normalmente se diseñan banquetetas de 3 metros de ancho cada 5 a 10 metros de altura, dependiendo del suelo y la litología del talud.

Una banqueteta más ancha se recomienda cuando el talud es largo y grande o donde se instalarán vallas de protección de caída de rocas.

Monitoreo permanente en la zona

Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de hierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentando la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas; además debe tenerse en cuenta el monitoreo en la parte posterior al deslizamiento, de presentarse agrietamientos, mantener alerta a la población y evaluar la reubicación de los pobladores.

Nota: Los proyectos de mitigación a implementarse deben ser elaborados y supervisados por profesionales especialistas con experiencia en Geotecnia y estabilidad de taludes.

CONCLUSIONES

- a. En la zona evaluada se identificaron dos deslizamientos, que afectaron la carretera asfaltada, en los sectores 1 y 2; uno de ellos afectó viviendas en el año 2015, este se reactivó a consecuencia del sismo del 26 de mayo de 2019 (Sismo de Lagunas-Loreto).
- b. En el entorno, a media ladera, encontramos áreas agrícolas con cultivos de plátanos, yuca y arroz, este último se mantiene con riego permanente, saturando los terrenos, con la probabilidad de reactivar y ampliar los deslizamientos, los cuales podrían afectar la vía asfaltada, viviendas y la integridad física de sus moradores.
- c. El movimiento en masa podría reactivarse por acción antrópica, lluvias extraordinarias o un sismo de gran intensidad.
- d. Tomando en cuenta las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el caserío La Curva Santa Cruz, se encuentra en **“Peligro Muy Alto por Movimientos en Masa, y se considera como zona crítica**. Los procesos de movimientos en masa podrían reactivarse con lluvias intensas o movimiento sísmico.

RECOMENDACIONES

- a. En el lado superior de ambos sectores de las carreteras afectadas, evaluar la construcción de un sistema de drenaje, para evitar que el agua de escorrentía sature los terrenos y vuelva a deteriorarse la vía.
- b. En la zona más poblada disminuir la carga de los taludes inestables con la construcción de banquetas.
- c. Cambiar los cultivos agrícolas actuales, por cultivos alternativos que permitan realizar prácticas de riegos por goteo o aspersión.
- d. Los trabajos de las medidas correctivas, deben ser dirigidos y ejecutados por profesionales con conocimiento y experiencia en el tema.
- e. Reubicar las viviendas del caserío La Curva Santa Cruz, que se encuentran próximas a los taludes con procesos de erosión de laderas y escarpes de deslizamientos, porque se hallan en **peligro muy alto**.
- f. No permitir la construcción de nuevas viviendas próximas a los escarpes de los deslizamientos.
- g. Implementar medidas correctivas en los taludes del perímetro de la zona más poblada del caserío La curva Santa Cruz, donde se están iniciando procesos de erosión de laderas.
- h. Mejorar el sistema de drenaje con el objetivo de evacuar las aguas superficiales hacia un colector principal.


LUIS MIGUEL LEON ORDAZ
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP. N° 215610


Ing. CARLOS L. BENAVENTE ESCOBAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Medina et. al. (2009) - "Riesgo Geológico en la Región Amazonas", Boletín N° 39 Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica – INGEMMET, 205 p.

Medina y Dueñas (2007) - "Informe Zonas críticas en la Región Amazonas", INGEMMET, 69 p.

Villota, H. (2005)-Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, N°. 4, 432 p.

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