SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico Nº A6915**

## PRIMER REPORTE

# EVALUACIÓN GEOLÓGICA DEL SECTOR DE SILLAPATA

Región Huánuco
Provincia Dos de Mayo
Distrito Sillapata

JULIO
2019

VERSIÓN Nº 001 CARÁTULA DE INFORME TÉCNICO – INGEMMET / 12.07.19

## INDICE

**RESUMEN** ..... 3
**I. INTRODUCCIÓN** ..... 4
**1.1 Objetivos del estudio** ..... 4
**II. ASPECTOS GENERALES** ..... 4
**III. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS** ..... 6
**3.1 Geología** ..... 6
**3.2 Geomorfología** ..... 7
**IV. PELIGROS GEOLÓGICOS** ..... 7
**4.1 Movimientos en masa: Definiciones conceptuales** ..... 7
a) Deslizamiento ..... 8
**V. CONDICIONES DE ESTABILIDAD** ..... 14
**VI. AREA DE REUBICACIÓN** ..... 14
**6.1 Recomendaciones para habilitar el terreno** ..... 15
**CONCLUSIONES** ..... 16
**RECOMENDACIONES** ..... 16
**REFERENCIAS** ..... 17

**PRIMER REPORTE**

**EVALUACIÓN GEOLÓGICA DEL SECTOR DE SILLAPATA**

(Distrito Sillapata, provincia Dos de Mayo, región Huánuco)

## RESUMEN

El sector de Sillapata, distrito Sillapata, provincia Dos de Mayo, región Huánuco, fue afectado por un deslizamiento originado el 29 de junio del presente año. Destruyó la posta médica, un hotel y afectó a 48 viviendas de la calle Provenir, el deslizamiento bloqueó el río Yacurragna, formándose poco tiempo después una laguna.

Este deslizamiento presentó evidencias de movimiento desde principios de mayo e incrementó su actividad a raíz del terremoto del 26 mayo del 2019, manifestándose el aumento de los agrietamientos, aperturas de las fracturas y asentamientos del terreno.

Se han diferenciado rocas metamórficas del **Complejo del Marañón,** que están formadas por esquistos; el substrato rocoso se encuentra muy meteorizado, es de calidad geotécnica mala, susceptible a los movimientos en masa.

El poblado de Sillapata se encuentra sobre secuencias de la Formación La Unión, que se presentan a manera de terrazas conformado por secuencias de conglomerados y areniscas semiconsolidadas en matriz limo arcillosa, se consideran como suelos no consolidados, saturados, de calidad geotécnica mala, susceptibles a movimientos en masa.

El movimiento en masa se cataloga como deslizamiento rotacional, presenta un escarpe de tipo recto y el cuerpo se movilizó como rotacional. El escarpe principal tiene un desplazamiento vertical comprendido entre 25 m a 40 m. En el cuerpo del deslizamiento se puede observar agrietamientos con aberturas de hasta 1 m, con profundidades mayores a 10 m, tienen dirección predominante al escarpe principal.

Hacia la calle Porvenir se están presentando nuevos agrietamientos en el terreno, lo que nos indica que este deslizamiento tiene un avance retrogresivo.

Los factores condicionantes que han generado el evento son:

a) Terraza conformada por arena con arcilla, gravilla en matriz arenosa, arena fina, se encuentran húmedos.
b) Infiltración de agua, por la ruptura de tuberías de agua y desagüe.
c) El agua se infiltra por la secuencia de arena y gravas y son retenidas en la secuencia de arcilla, esta última actúa como el agente de lubricación.
d) Pendiente del terreno mayor a 40°.
e) Aumento de peso de la masa inestable por la saturación del terreno, al encontrarse en pendiente y bajo acción de la gravedad, el terreno se desestabiliza.

Hacia el norte del deslizamiento, aguas arriba de la quebrada, se están presentando nuevos asentamientos, afectando nuevas viviendas y terrenos de cultivo.

Por medidas preventivas es necesario reubicar las viviendas que se encuentran en la calle Porvenir y postes de tendido eléctrico.

Es necesario un inmediato desagüe de la laguna que se está formando por el represamiento, para evitar un desembalse violento y evitar un posible desastre mayor.

# I. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET como entidad pública competente sobre la Gestión del Riesgo de Desastres elabora informes técnicos, los cuales tienen por finalidad contribuir al conocimiento sobre los peligros geológicos que afectan a los centros poblados y obras de infraestructura. Además, esto servirá para mejorar sus condiciones de vida.

El Ministerio de Educación solicitó al Ingemmet, realizar una evaluación geológica del sector de Sillapata (Huánuco), zona afectada por deslizamiento.

El Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, asignó a los Ings. Segundo Núñez Juárez, Carlos Benavente Escobar y Dulio Gómez Velásquez para que ejecuten dicha inspección.

Para realizar la inspección in situ de la zona afectada, se efectuaron coordinaciones con el Defensoría del Pueblo, COER-Huánuco y Ministerio de Educación, los trabajos de campo se realizaron los días 01 y 02 julio del 2019.

El presente informe técnico, se pone en consideración del Instituto de Defensa Civil (INDECI), Ministerio de Educación, Municipalidad distrital de Sillapata. Dicho documento se basa en la inspección realizada en campo, así como la información disponible de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET; incluye textos, ilustraciones fotográficas, así como conclusiones y recomendaciones.

## 1.1 Objetivos del estudio

- Determinar las condicionantes geológicas y geodinámicas y del entorno geográfico de la zona (naturales o antrópicas), que originó el deslizamiento de Sillapata.

# II. ASPECTOS GENERALES

El área de estudio se encuentra en distrito Sillapata, provincia Dos de Mayo, departamento Huánuco, entre las siguientes coordenadas:

a) 304768 E, 8921199 N,

b) 305522 E; 8921124 N;

c) 305468 E, 8920362 N y

d) 304781 E, 8920428 N.

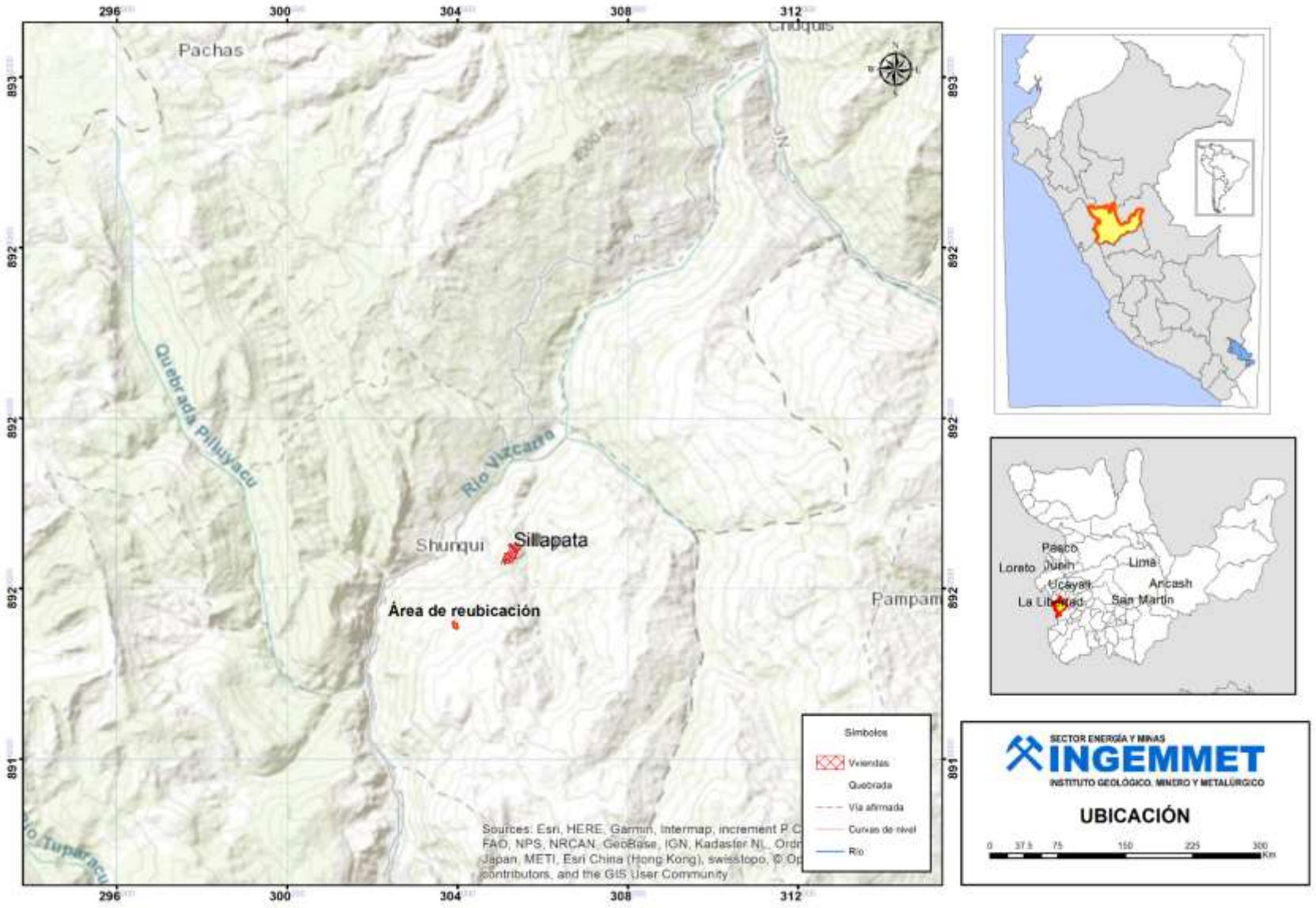



Figura 1. Mapa de ubicación

# III. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

## 3.1 Geología

**Complejo del Marañón:**

Según Cobbing *et al* (1996) el afloramiento de rocas metamórficas en el sector Sillapata está formado por esquistos de bajo a medio grado de metamorfismo; los minerales más comunes son cuarzos, micas y feldespatos. Substrato rocoso muy meteorizado, de calidad geotécnica mala, susceptible a los movimientos en masa. Fotografía 1.

**Formación La Unión:**

Son terrazas donde se sitúa el centro poblado Sillapata formado por secuencias de conglomerados y areniscas semiconsolidadas en matriz limo arcillosa, se encuentran en depresiones topográficas en los alrededores de la zona de estudio. Se consideran suelos no consolidados, saturados, de calidad geotécnica mala, susceptibles a movimientos en masa. Fotografía 2.

Fotografía 1. Afloramiento de esquistos

Fotografía 2. Afloramiento de una secuencia de la Formación La Unión, formada por conglomerados y areniscas en matriz limo arcilloso, poco consolidadas

### 3.2 Geomorfología

Las unidades morfoestructurales que controlan el relieve y las características de las unidades litoestratigráficas han dado como resultado geoformas labradas por los procesos endógenos y exógenos, siendo éstas últimas las que formaron los valles, en su mayoría encañonados y siguiendo el rumbo andino. (Cobbing *et al*. 1996).

En los alrededores de Sillapata se tienen montañas metamórficas, que se caracterizan por presentar cerros con pendientes menores de 25°.

Localmente el poblado de Sillapata se encuentra asentado sobre una terraza, que se caracteriza por tener elevaciones entre 50 m a 100 m y está afectada por deslizamientos.

Fotografía 3. Vista panorámica del valle Yacurragra, se observa laderas disectadas por procesos exógenos.

## IV. PELIGROS GEOLÓGICOS

### 4.1 Movimientos en masa: Definiciones conceptuales

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. Este último factor detonó el deslizamiento ocurrido en Sillapata.

a) 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 2.

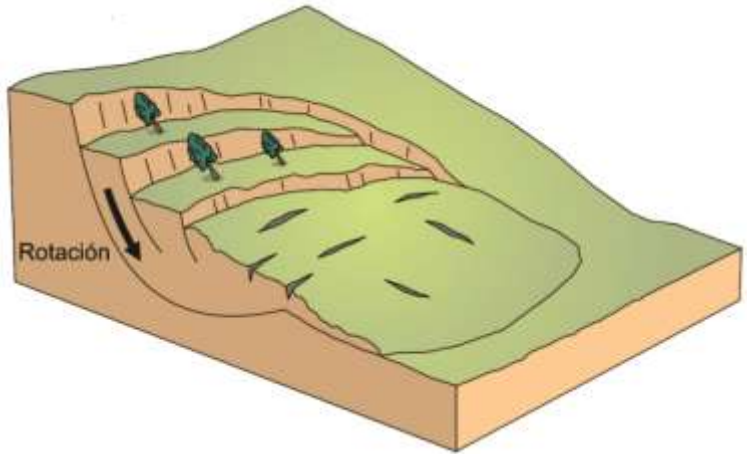



Figura 2. Deslizamiento rotacional (PMA 2007)

En el sector se Sillapata se han diferenciado dos deslizamientos (figura 3)

***Deslizamiento de Sillapata "A".***

Se encuentra hacia el sector este del poblado de Sillapata.

**Causas principales:**

- ✓ Terraza conformada por gravas en matriz arenosa, arenas, limos y arcillas, las dos primeras permiten la filtración de agua, las dos segundas permiten la retención del agua, esto llega a saturar al terreno.
- ✓ Pendiente del terreno, la terraza en la cara del lado sureste, su pendiente es menor de 35°, se presume que donde se formó el deslizamiento haya tenido la misma pendiente.
- ✓ Rotura de las redes de tuberías de agua y desagüe. Hay que anotar que este deslizamiento se viene formando desde años atrás (?), por lo cual se estima que las tuberías de agua y desagüe han debido estar colapsando, esto ha estado ocasionando la saturación del terreno.
- ✓ Erosión fluvial originada por la quebrada Yacurragra. Se generó erosión lateral, en la margen izquierda, esto afectó la base de la terraza y ocasionó la desestabilización del talud este y sureste.

El factor desencadenante fue el sismo del 26 de mayo del 2019, donde en el sector donde se estaba formado el deslizamiento, se incrementaron las longitudes y aperturas de los agrietamientos del terreno.

Las lluvias intensas, aumentado por las filtraciones de agua provenientes de las roturas de las tuberías de agua y desagüe, llegaron a saturar al terreno.

**Características del evento**:

- ✓ Deslizamiento rotacional, presenta un escarpe recto (fotografía 4, 5 y 6), la masa al desplazarse obtura la quebrada.
- ✓ Escarpe principal de tipo traslacional con longitud de 200 m y de salto promedio de 25 m, con inclinación de 65° en dirección al sureste.
- ✓ En la cara de la escarpa principal, se observó estrías de desplazamiento, son las huellas dejadas por el movimiento.
- ✓ El cuerpo del deslizamiento al desplazarse por la ladera este (sector de la terraza), llegó hasta el cauce de la quebrada Yacurragra, esto originó un represamiento.
- ✓ En el cuerpo del deslizamiento se aprecian agrietamientos del terreno con dirección paralela al escarpe principal.
- ✓ Al momento de la inspección, la laguna que se estaba formando por el embalse tenía una cola de 20 m.
- ✓ La quebrada esta obturada en una longitud de 300 m.
- ✓ El ancho promedio del cuerpo del deslizamiento es 270 m.
- ✓ El avance principal del deslizamiento es de tipo retrogresivo, se aprecian agrietamientos en la parte posterior del escarpe principal. Esto se apreció en la calle Porvenir (fotografía 7).
- ✓ El cuerpo de la terraza se encuentra saturado de agua.
- ✓ La terraza por estar conformada por gravas en matriz arenosa, arenas, arcillas y limos, permite su saturación, las dos primeras permite la rápida filtración de agua al subsuelo y las dos últimas retienen el agua, esto genera la inestabilidad del terreno.
- ✓ Las capas del terreno se encuentran casi horizontales, con ligera inclinación al sureste.

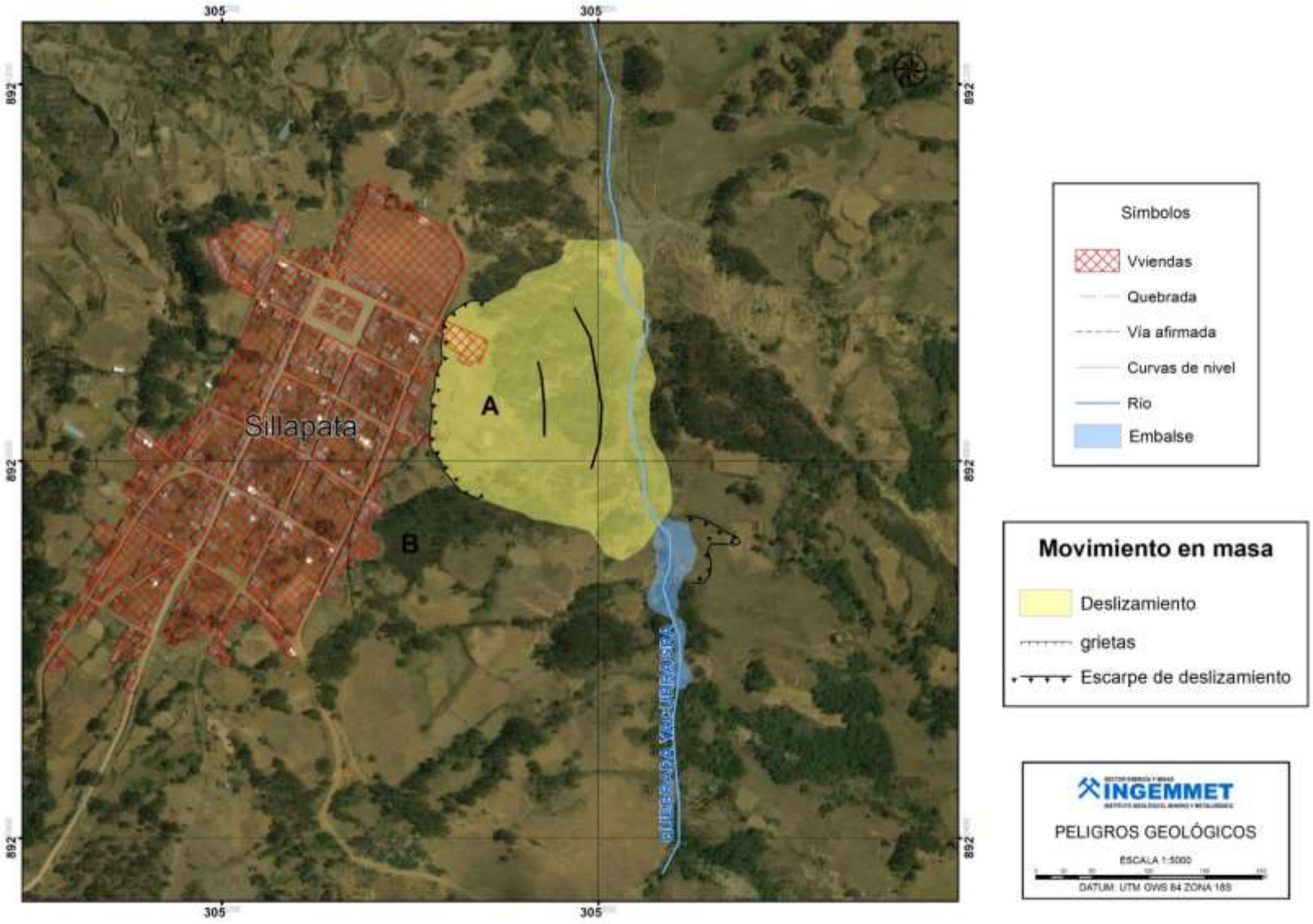



Figura 3, Se muestra el deslizamiento (A), con línea amarilla, deslizamiento (B) con línea roja; laguna formada por represamiento de color celeste. (Ortofoto fecha 01 de julio 2019)

Fotografía 4. Vista panorámica del deslizamiento de Sillapata.

Fotografía 5. Se aprecia parte del escarpe principal y viviendas que se desplomaron por el deslizamiento.

Fotografía 6. Vista frontal donde se aprecia el escarpe principal con desplazamiento recto. Además, viviendas semidestruidas.

Fotografía 7. Separación entre el suelo y la vereda, índice del desplazamiento del terreno.

***Deslizamiento de Sillapata "B"***

Este evento es colindante al deslizamiento 1, se encuentra a su lado derecho. Se prolonga por la calle Porvenir del sector de "Sillapata.

- ✓ Se aprecia la formación de un deslizamiento, que presenta escarpes con altura hasta de 2 m. (fotografía 8) con dirección predominante hacia el este.
- ✓ En la pared del escarpe que se esta formando se evidenció la presencia de estrías originadas por el desplazamiento de la masa (fotografía 6), esto indica la dirección predominante del deslizamiento durante su desplazamiento. La dirección del desplazamiento predominante es S65°O, con inclinación promedio de 65°.
- ✓ En la pared del escarpe, se observó huellas del desplazamiento reciente (fotografía 9).
- ✓ Este desplazamiento se está dando en forma escalonada (fotografía 8), se aprecian desplazamientos verticales del terreno, con saltos comprendidos entre 1 a 2 m.
- ✓ En la superficie del cuerpo deslizamiento, se aprecian paredes de viviendas que han colapsado o se encuentran agrietadas.
- ✓ La pared del escarpe en formación se encuentra húmedo, lo cual muestra la saturación del terreno. Esto se debe a filtración del agua proveniente de lluvia y ruptura de las redes de agua y desagüe.

Fotografía 8. Escarpe en proceso de formación, se observa la apertura del terreno.

Fotografía 9. Escarpe en proceso de formación, se aprecian las estrías formadas por el desplazamiento de la masa del deslizamiento.

Fotografía 7. Marca en la pared del escarpe en formación, señala el desplazamiento reciente que ha tenido el terreno (señalado con línea amarilla).

Fotografía 8. Viviendas afectadas por el asentamiento del terreno.

## V. CONDICIONES DE ESTABILIDAD

Por el avance retrogresivo del deslizamiento, así como la presencia de agrietamientos del terreno por la parte posterior del escarpe principal, es muy probable que el deslizamiento siga activándose, y genere nuevos escarpes, afectando nuevas viviendas y poniendo en riesgo vidas.

Al norte, se está formando un nuevo deslizamiento con escarpes recientes de hasta un (01) metro; es probable que este movimiento siga incrementándose, por lo tanto, va afectar a las viviendas que se encuentran en este sector.

Las redes de agua y desagüe, aledaños a la calle provenir, por el movimiento del deslizamiento debería estar colapsadas, es necesario la reparación, ya que puede ser otra fuente que incremente los deslizamientos.

A lo largo de la terraza donde se encuentra asentado el poblado de Sillapata se tienen cicatrices de deslizamientos antiguos, que podrían reactivarse por actividad antrópica; asimismo, ante intensas lluvias se podría incrementar el proceso de erosión fluvial lo que ocasionaría una inestabilidad en el pie del talud de la terraza.

## VI. AREA DE REUBICACIÓN

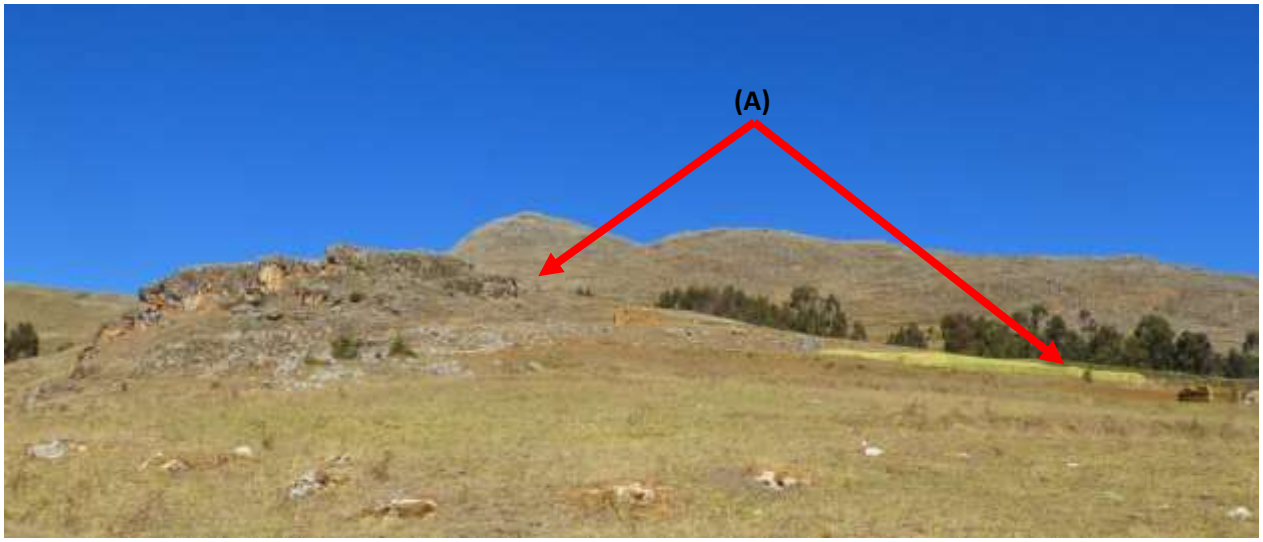
El área para la reubicación y albergue temporal se encuentra en el sector de Chogo Pampa. Entre las siguientes coordenadas:

303879 E, 8919232 N
303998 E, 8919177 N
303977 E, 8919125 N
304009 E, 8919096 N
303986 E, 8919038 N
303881 E, 8919104 N
303895 E, 8919133 N
303851 E, 8919164 N

Este lugar se caracteriza por presentar afloramientos de calizas (Grupo Pucara). Hacia la base se presenta secuencia de limolitas y rocas volcánicas del Grupo Mitu. Se tienen suelos con espesores menores a 1 m.

Geomorfológicamente se encuentra sobre la cima de una colina, que se caracteriza por tener una pendiente suave (fotografía 9).

En la actualidad no se aprecian movimientos en masa que pueda afectar al sector. Pero es necesario un manejo adecuado de las quebradas y sistema fluvial en general.




Fotografía 9. Se muestra la zona de reubicación.

## 6.1 Recomendaciones para habilitar el terreno

Antes de ser habilitado el terreno se deben realizar lo siguiente:

- Planificación y manejo del sistema fluvial.
- Drenaje pluvial, para evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- Forestar los linderos del área.
- Hacer estudios de suelos para determinar la capacidad portante del suelo, con fines de cimentación.

## CONCLUSIONES

a) El deslizamiento ocurrido el día 29 de junio y afectó severamente viviendas, posta médica y hotel del sector de Sillapata. Además, represó el río Yacurragra, poniendo en riesgo poblados que se ubican aguas abajo.

b) Al deslizamiento formando se le tipifica como movimiento complejo, por lo que se ha generado un deslizamiento traslacional seguido de un movimiento tipo rotacional.

c) Este fenómeno tiene un escarpe principal de 150m, con un salto promedio de 25 m. En total abarca un área de 61,228 $m^2$ y movilizó un volumen aproximado de 1’530,700 $m^3$, esta información hallada a partir de modelos de elevación digital de alta precisión.

d) A raíz del sismo del 26 de mayo del 2019, el deslizamiento incrementó su actividad, lo cual se manifestó con el aumento del número y longitud de agrietamientos del terreno, así como también en el ancho de sus aperturas.

e) La terraza donde se encuentra ubicada Sillapata, está compuesta por una secuencia de gravas en matriz arenosa, arenas, limos y arcillas, qie son muy susceptibles a la generación de movimientos en masa.

f) A lo largo de los bordes de la terraza donde se encuentra el poblado de Sillapata se tienen cicatrices de deslizamientos antiguos, que podrían reactivarse por acción antrópica, por lluvias extraordinarias o sismos.

g) Por las características del evento y los daños ocasionados (destrucción de viviendas, posta médica, terrenos de cultivo), y las condiciones de inestabilidad del terreno que aún muestra, se considera como una zona crítica por peligro geológico, de **peligro inminente**.

## RECOMENDACIONES

a) Reubicar de informa inmediata las viviendas que se encuentran en la calle Porvenir. El lugar asignado para la reubicación es el sector de Chogo Pampa.
b) Desaguar la laguna que se está formando por el represamiento de la laguna.
c) El sector afectado de la calle Porvenir, debe ser reubicado.
d) Es necesario que el poblado de Sillapata, la zona que no fue afectada, sea reubicada en forma paulatina.

## REFERENCIAS


- Cobbing, J., Sánchez, A., Martínez, W. y Zárate H. (1996). Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca. Boletín N° 76 Serie A: Carta Geológica Nacional. (Hojas 20h, 20i, 20j, 21i y 21j). INGEMMET. Lima - Perú.

- Cruden, D. M., 1991, A Simple definition of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, v. 43, p. 27–29.

- Cruden, D. M. y Varnes, D. J. (1996) - Landslide types in processes, in 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.

- Hutchinson, J.N., 1988, Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology, en Memorias, 5th International Conference on Landslides, Lausanne, p. 3–35.

- 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, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

- Varnes, D. J. (1978) - Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, p. 9–33.