

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Opinión Técnica N° 10-2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE ANCHUCAYA

Departamento Lima
Provincia Huarochirí
Distrito Santiago de Anchucaya



Noviembre
2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. UBICACIÓN.....	4
3. POBLACIÓN.....	4
4. ACCESIBILIDAD	4
5. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES.....	6
6. ANÁLISIS	11
6.1. Quebrada Mandagua.....	15
6.2. Quebrada Coñepunco	17
6.3. Sector Chutaicuna	22
6.4. Sector Cutiampe.....	24
6.5. Río Millwa.....	25
6.6. Río Mala.....	26
7. CONCLUSIONES	28
8. RECOMENDACIONES.....	30
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

OPINIÓN TÉCNICA

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE ANCHUCAYA

Distrito Santiago de Anchucaya, provincia Huarochirí, departamento Lima

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), desarrolla el proyecto ACT.11 “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, el cual contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

En atención al oficio N° 138-2023-ALC/MDSA/HRI, enviado por el Sr. Alcalde Delviz Pablo Robles Saavedra de la Municipalidad Distrital de Santiago de Anchucaya y en el marco de las competencias del Ingemmet, se realizó la evaluación de peligros geológicos en el centro poblado de Santiago de Anchucaya, perteneciente a la jurisdicción del distrito del mismo nombre.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al Ing. Julio César Lara Calderón y Geol. Angella Fiorella Zegarra Bautista realizar dicha evaluación de peligros geológicos, llevada a cabo el día 6 de setiembre del presente año. Para efectuar los trabajos de campo se realizaron las coordinaciones con la Municipalidad Distrital de Santiago de Anchucaya, como parte de las evaluaciones de zonas críticas por peligros geológicos en el departamento de Lima (provincias Huarochirí, Yauyos y Cañete) en el marco del Decreto Supremo N° 101-2023-PCM “Plan multisectorial ante la ocurrencia del fenómeno El Niño 2023 -2024”.

La evaluación técnica se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet (Informe Técnico N° A6603) y los datos obtenidos durante los trabajos de campo (puntos de control GPS, fichas de inventario y fotografías), cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Mediante oficio N° 001005-2023-INDECI-SEC GRAL, el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI traslada al Ingemmet la solicitud de opinión técnica sobre informe de análisis de riesgo “Informe de análisis de riesgo del centro poblado de Santiago de Anchucaya, distrito de Santiago de Anchucaya, provincia de Huarochirí, región Lima”.

Este trabajo se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Santiago de Anchucaya, el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, en base al Informe Técnico N° A6603, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2. UBICACIÓN

El centro poblado de Santiago de Anchucaya se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Mala. Políticamente pertenece al distrito Santiago de Anchucaya, provincia Huarochirí, departamento Lima (figura 1), en las coordenadas UTM (WGS84 - Zona 18S) detalladas en el cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas centrales del centro poblado evaluado

Centro poblado	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
Santiago de Anchucaya	366118 m E	8662585 m S	12° 5'26.4"S	76°13'48.7"O

3. POBLACIÓN

Según los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI, la distribución poblacional en el distrito de Santiago de Anchucaya asciende a 320 habitantes y 298 viviendas censadas (cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución poblacional del distrito de de Santiago de Anchucaya

Distrito	Población		Vivienda
	Censo 2007	Censo 2017	
Santiago de Anchucaya	75	320	298
			298

Fuente: Censos Nacionales 2007 y 2017

4. ACCESIBILIDAD

El acceso al centro poblado de Santiago de Anchucaya, se realiza mediante el sistema vial Metropolitano y provincial del departamento de Lima. El recorrido total desde la sede central del Ingemmet (distrito de San Borja) hasta el sector evaluado, es de 198 km aproximadamente por un tiempo estimado de 4 horas 48 minutos, mediante la ruta detallada en el cuadro 3.

Cuadro 3. Rutas de acceso centro poblado de Santiago de Anchucaya

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Av. Canadá 1470, San Borja - Mala	Asfaltada	83.2	1 h 20 min
Mala - Viscas	Asfaltada	70.8	1h 37 min
Viscas - Santiago de Anchucaya	Asfaltada	46	1 h 51 min

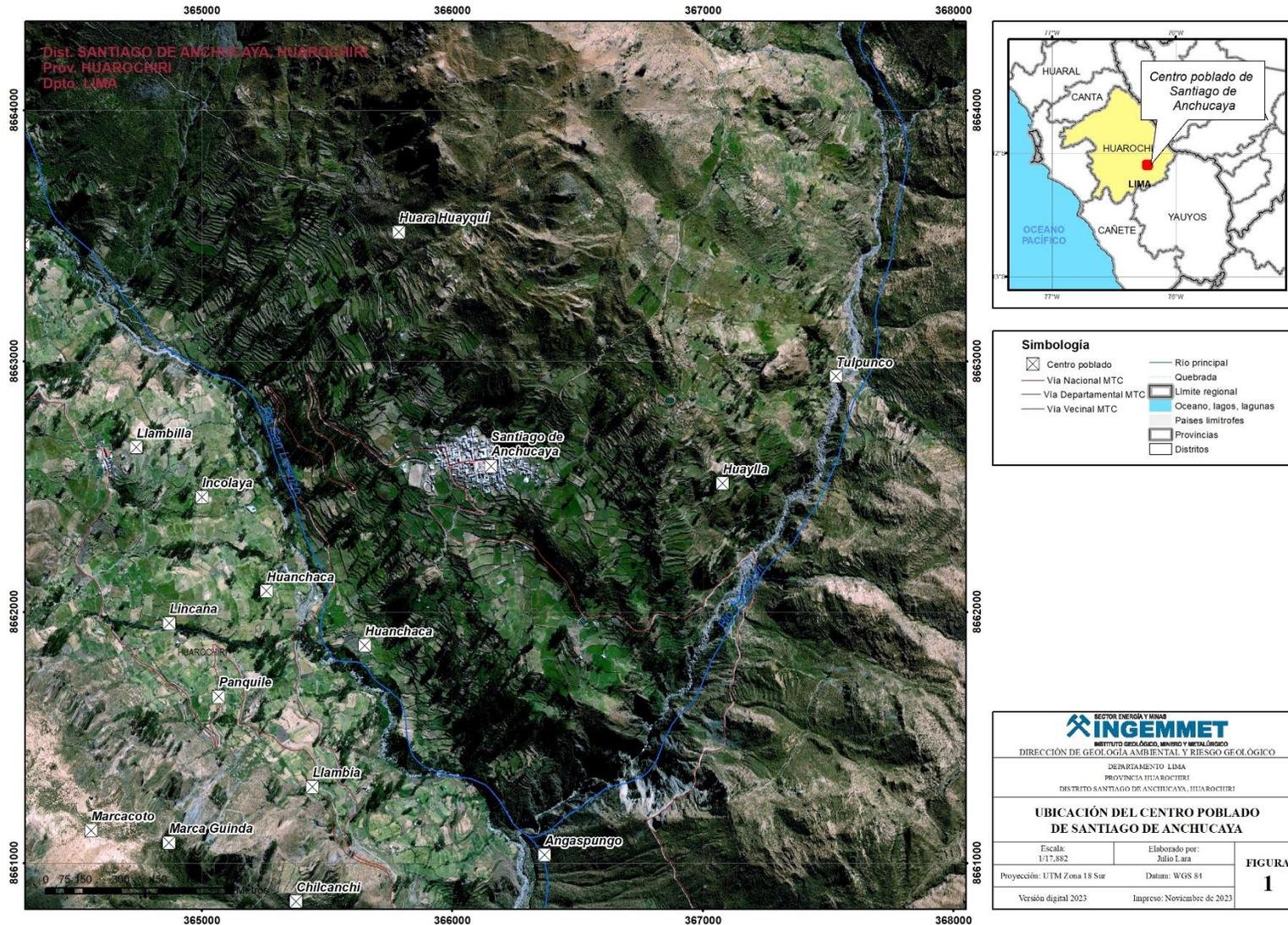


Figura 1. Ubicación del centro poblado de Santiago de Anchucaya.

5. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen el área de estudio correspondiente al centro poblado de Santiago de Anchucaya, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, los cuales se detallan a continuación:

- a) Boletín N° 76, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “Peligro geológico en la región Lima” (Luque *et al.*, 2020). Los trabajos de campo y gabinete realizados como parte de este estudio en el departamento de Lima, permitieron identificar un total de 4329 eventos de peligros geológicos según su origen: siendo los de movimientos en masa de mayor ocurrencia (75.6 %); peligros geohidrológicos (10.3 %) y otros peligros geológicos (14.1 %).

De acuerdo con el mapa de inventario de peligros geológicos, en la zona de estudio y alrededores se tiene inventario de movimientos en masa y peligros geohidrológicos. Dentro de los movimientos en masa se tienen: derrumbe y deslizamiento rotacional en el sector Santiago de Anchucaya, así como caída de rocas frente a Cochahuayco. Mientras que, los peligros geohidrológicos corresponden a erosión fluvial frente a Cochahuayco.

Considerando, las zonas críticas identificadas en el departamento de Lima, en base al Informe técnico “Zonas críticas por peligros geológicos en la región Lima” (Luque & Rosado, 2014), se tiene registro de una zona crítica correspondiente al sector Santiago de Anchucaya, el cual es afectado por deslizamientos, derrumbes y reptación de suelos.

De igual manera, se cuenta con un mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1: 500 000 (Luque *et al.*, 2020). Considerando este mapa, el área de estudio presenta terrenos con susceptibilidad alta y muy alta a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 2). Entendiéndose por susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

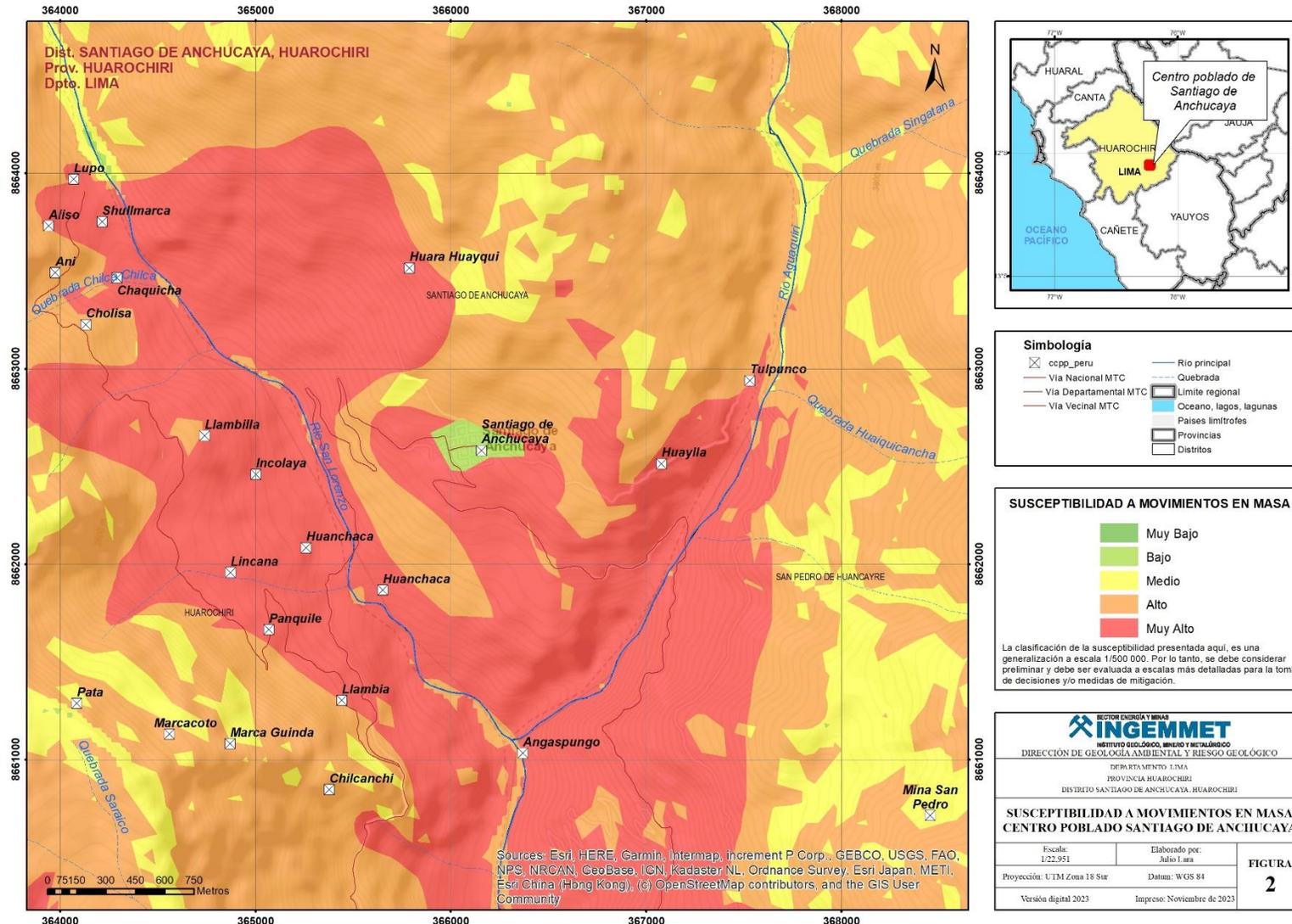


Figura 2. Susceptibilidad por movimientos en masa en el centro poblado de Santiago de Anchucaya y alrededores (Luque *et al.*, 2020).

- b) Informe técnico “Zonas críticas por peligros geológicos en la región Lima” (Luque & Rosado, 2014). El informe brinda información geológica y geodinámica de 273 zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos identificadas en el departamento de Lima. Del total de zonas críticas, se tiene identificada una zona crítica en el sector de Santiago de Anchucaya, detallada en el cuadro 4.

Cuadro 4. Zona crítica de Santiago de Anchucaya

SECTOR (DISTRITO)	AREA SUJETA A/COMENTARIO GEODINÁMICO	ESTE	NORTE	RECOMENDACIONES
57. Sector de Santiago de Anchucaya (Santiago de Anchucaya)	Área sujeta a deslizamientos, derrumbes y reptación de suelos. En el mes de agosto de 1946, ya se había identificado varios deslizamientos en el sector Santiago de Anchucaya, que afectaron terrenos de cultivo, con presencia de grietas en algunas viviendas del sector, existiendo en la zona el temor que los eventos continúen y afecte las viviendas del poblado Santiago de Anchucaya. El poblado Santiago de Anchucaya se encuentra asentado sobre un depósito de deslizamiento antiguo, el cual ha sido reactivado por sectores después del sismo del 15 de agosto del 2007. Con presencia de fuertes asentamientos de terreno; el empuje de la masa deslizada ha producido derrumbes en el pie del deslizamiento (figura 3). En las laderas circundantes a la zona evaluada, se han identificado procesos de erosión en cárcavas.	366328	8662112	Implementar un sistema de monitoreo en el deslizamiento de Santiago de Anchucaya. Revestir los canales de regadío ubicado en la parte alta de Santiago de Anchucaya para controlar la infiltración de agua al subsuelo. Se recomienda la instalación de drenes, sembrío a modo de andenes y evitar riego en el cuerpo del deslizamiento. Prohibir la construcción de nuevas viviendas dentro de la zona afectada por el deslizamiento reactivado, en el sector Pampa. Reubicación paulatina de la población a un lugar seguro que puede estar localizado en las partes altas de la zona.

Fuente: Luque & Rosado (2014).



Figura 3. Vista panorámica que evidencia la intensa actividad geodinámica en el sector Pampas, (A) Escarpa de una reactivación de deslizamiento rotacional en la margen izquierda del río Mala. Fuente: Luque & Rosado (2014).

- c) Informe técnico “Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya” (Luque & Rosado, 2012). A partir de la información obtenida en los trabajos de campo y de la interpretación de gabinete el informe técnico concluye lo siguiente:

- Por las condiciones geodinámicas que se presentan en la zona, como son escarpas irregulares, paralelas y escalonadas, asentamientos en la carretera, grietas en la parte baja de la ladera muchas de las cuales ya estaban evidenciadas en el año 1946, esta zona es considerada como PELIGRO LATENTE, debido a que se trata de un movimiento de masa que actualmente se encuentra poco activo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

Asimismo, brinda las siguientes recomendaciones:

- Implementar un sistema de monitoreo en el deslizamiento de Santiago de Anchucaya.
 - Los pobladores de Santiago de Anchucaya, deben organizarse y poner en práctica un sistema de alerta temprano, que permita informar rápidamente a los pobladores ubicados aguas abajo del deslizamiento, en caso de producirse un evento de gran magnitud.
 - Realizar el mantenimiento constante de los reservorios de agua, principalmente el de Punta Paccha.
 - Revestir los canales de regadío ubicados en la parte alta de Santiago de Anchucaya para controlar la infiltración de agua al subsuelo.
 - La actividad de riego de los terrenos ubicados dentro de la zona afectada por el deslizamiento debe ser detenida inmediatamente o en todo caso reducir al mínimo.
 - Prohibir la construcción de nuevas viviendas dentro de la zona afectada por el deslizamiento reactivado, en el sector Pampa.
 - Detener la desestabilización de los terrenos, específicamente el que resulta de la realización de cortes en las laderas, para la construcción de carreteras.
 - Para el inicio de las obras, se debe tener en cuenta las medidas correctivas propuestas en el presente informe y deben ser realizados por especialistas.
 - Implementar y promover una cultura de prevención de desastres, mediante charlas y talleres de sensibilización ante peligros geológicos, en los diferentes niveles de la población de Santiago de Anchucaya y poblaciones vecinas.
- d) Informe Técnico “Los movimientos del suelo en Santiago de Anchucaya” (Indacochea, 1946). Este trabajo brindó las siguientes recomendaciones:
- Impedir que las aguas de lluvias caídas en la parte alta de la cuenca Mandahua corran hacia el pueblo, desviándolas mediante una acequia hacia la quebrada Millhua, por detrás de la capilla Punta y Punta Paccha.
 - Facilitar el desagüe en la cuenca (figura 4), mediante una acequia que conecte el ángulo del pueblo de Santiago y la quebrada de Shangada con la quebrada de Coñipunco.
 - Prohibir el regadío en las noches, de las chacras vecinas a las zonas afectadas; porque manteniendo esta costumbre en el pueblo se deja infiltrar gran cantidad de agua generando el peligro consiguiente.
 - Suspender las labores agrícolas por un tiempo de dos años en los sitios afectados por grietas y derrumbes. Esto debía realizarse en acuerdo con las autoridades del pueblo.
 - No se debía proseguir en la construcción de la poza que se ubica en la altura de Millhua pues la naturaleza del suelo de esta zona no es aparente, esto quedó demostrado en Asamblea popular el 06 de agosto de 1946, pues cuando funcionaba esta poza, aumentaban las filtraciones de los

6. ANÁLISIS

De acuerdo con Indacochea (1946), en 1946 los movimientos de masa ya alarmaban a la población de Santiago de Anchucaya, por la generación de deslizamientos y/o derrumbes que se producían todos los años con mayor o menor frecuencia, según la intensidad de las lluvias, o por las exageradas infiltraciones producto de los regadíos de algunas chacras.

Mientras que, Luque & Rosado (2012) en su informe técnico “Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya”, indican que: por las condiciones geodinámicas que se presentan en la zona, como son escarpas irregulares, paralelas y escalonadas, asentamientos en la carretera, grietas en la parte baja de la ladera muchas de las cuales ya estaban evidenciadas en el año 1946, esta zona es considerada como **Peligro Latente**, debido a que se trata de un movimiento de masa que actualmente se encuentra poco activo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993). Cabe precisar que, este estudio realizó la cartografía de movimientos en masa, como deslizamientos, derrumbes, reptación de suelos, así como otros peligros de tipo cárcavas (figura 5).

También brindaron recomendaciones, como: revestir los canales de regadío ubicados en la parte alta de Santiago de Anchucaya para controlar la infiltración de agua al subsuelo, la actividad de riego de los terrenos ubicados dentro de la zona afectada por el deslizamiento debe ser detenida inmediatamente o en todo caso reducir al mínimo, prohibir la construcción de nuevas viviendas dentro de la zona afectada por el deslizamiento reactivado, en el sector Pampa, entre otras.

El centro poblado de Santiago de Anchucaya se asienta sobre depósitos coluvio-deluviales generados a partir de un deslizamiento antiguo (fotografías 1 y 2). Estos depósitos están conformados por bloques (hasta 2 m de diámetro) y gravas angulosas a subangulosas, heterométricas, envueltas en una matriz areno-limosa de comportamiento plástico y cohesivo (fotografía 3). Estas características condicionan la ocurrencia de deslizamientos y reptación de suelos, debido a que los depósitos pierden cohesión y la resistencia interna disminuye debido a la saturación de agua, la pendiente fuerte del terreno y la carga adicional, generando que los materiales empiecen a moverse hacia abajo de la ladera, dando origen a procesos de reptación de suelos en primera instancia y, si las condiciones continúan, se podrían generar deslizamientos.

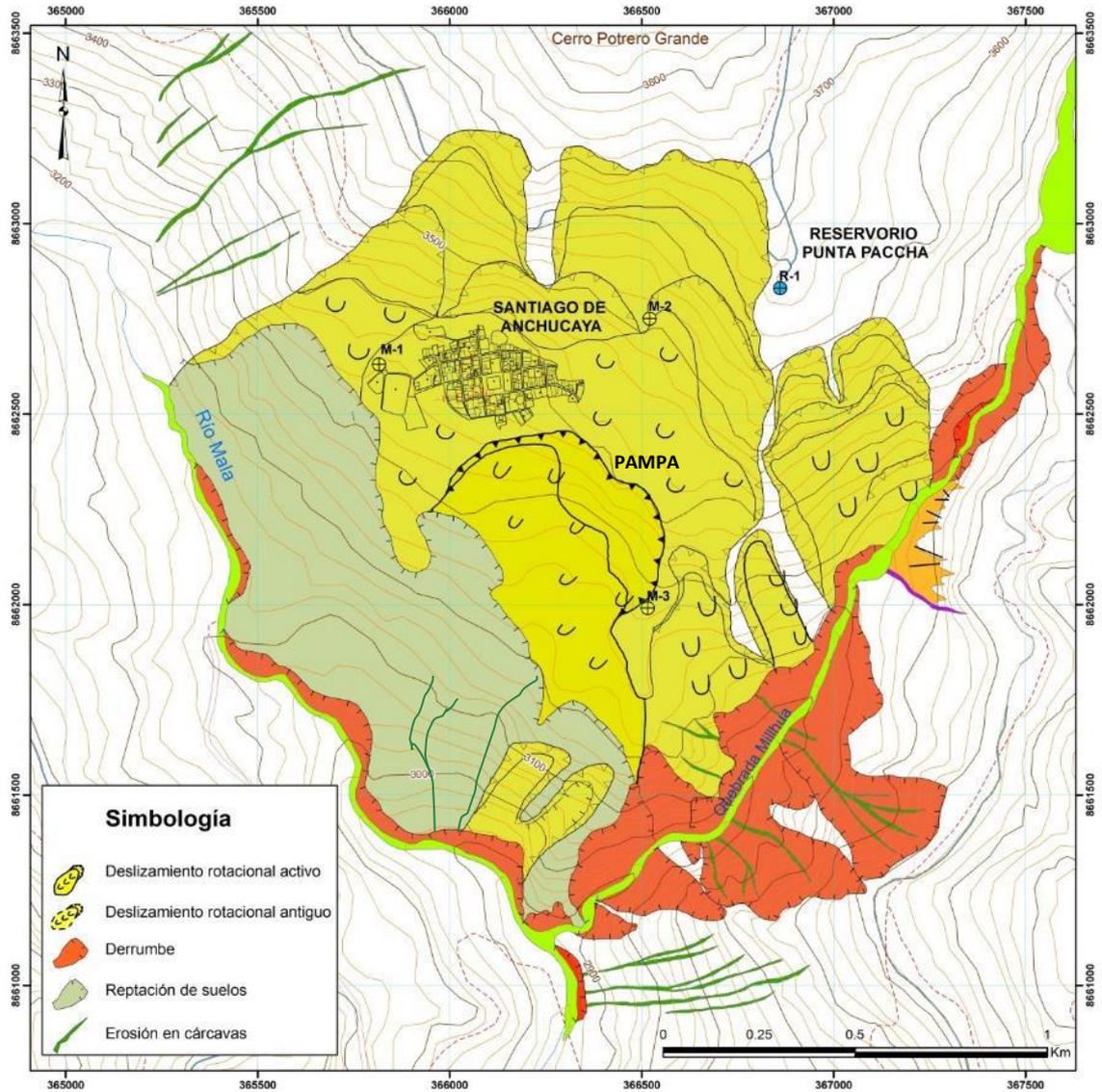


Figura 5. Movimientos en masa en el sector Santiago de Anchucaya. Fuente: Luque & Rosado (2012).



Fotografía 1. Deslizamiento rotacional antiguo en la margen izquierda del río Mala. El centro poblado Santiago de Anchucaya se asienta sobre este deslizamiento antiguo.



Fotografía 2. Vista del centro poblado Santiago de Anchucaya asentado sobre un deslizamiento antiguo.



Fotografía 3. Depósitos coluvio-deluviales generados a partir de un deslizamiento antiguo. Estos depósitos están conformados por bloques (hasta 2 m de diámetro) y gravas angulosas a subangulosas, heterométricas, envueltas en una matriz areno-limosa.

Mientras que, el substrato rocoso corresponde a intercalaciones de andesitas porfíricas grises con tobas de cristales rosácea a parduzca y areniscas subordinadas, pertenecientes al Grupo Rímac (fotografía 4). Estos afloramientos se encuentran moderadamente fracturados y fuertemente meteorizados. También son susceptibles a generar deslizamientos como los registrados en el centro poblado de Santiago de Anchucaya debido a una serie de factores relacionados con su composición y las condiciones geológicas en las que se encuentran. Aquí se detallan algunas:

- Las andesitas se encuentran moderadamente fracturadas y fuertemente meteorizadas.
- Las fracturas actúan como zonas de debilidad estructural, lo que facilita la separación y el deslizamiento de los bloques de rocas.
- El alto grado de meteorización debilita aún más la cohesión de las andesitas, haciéndolas más susceptibles a los deslizamientos.

Desde el punto de vista geomorfológico, el centro poblado de Santiago de Anchucaya se asienta sobre una vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, que corresponde al depósito de un deslizamiento antiguo, el cual presenta una superficie ondulada con pendientes variables, entre 35° a 45°. En los alrededores se identificaron montañas en roca volcánica, con pendiente desde 20° a 40°, cuyas geoformas presentan cimas de formas abruptas a redondeadas. Mientras que, los valles de los ríos Mala y Millwa tienen un perfil típico en “V”, tipo juvenil, por lo cual hay incidencia de la erosión fluvial en ambas márgenes de los ríos, generando socavamiento, derrumbes y deslizamientos.



Fotografía 4. Substrato rocoso que corresponde a intercalaciones de andesitas porfíricas grises con tobas de cristales rosácea a parduzca y areniscas subordinadas, pertenecientes al Grupo Rímac, el cual se encuentra cubierto por depósitos coluvio-deluviales.

Considerando, los puntos críticos identificados por la Municipalidad Distrital de Santiago de Anchucaya, se realizó la evaluación de estos sectores, los cuales se detallan a continuación:

6.1. Quebrada Mandagua

En temporada de lluvias, la quebrada Mandagua se reactiva generando flujos de detritos o huaicos, que se canalizan por la quebrada y vías de acceso (fotografía 5).

En los alrededores se identificaron depósitos coluvio-deluviales generados a partir de un deslizamiento antiguo y conformados por bloques de hasta 2 m de diámetro y gravas angulosas a subangulosas envueltas en una matriz areno-limosa (fotografía 6).

En estos terrenos debido a la saturación de agua y la pendiente fuerte del terreno se podrían generar reactivaciones en el deslizamiento antiguo, ocasionando posibles daños en las viviendas del centro poblado de Santiago de Anchucaya, asentado en la parte baja.



Fotografía 5. Quebrada Mandagua que se reactiva en temporada de lluvias generando flujos de detritos. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E366537, N 8662671.



Fotografía 6. Depósitos coluvio-deluviales generados a partir de un deslizamiento antiguo, los cuales son utilizados como terrenos de cultivo, incrementado la saturación del suelo y la posibilidad de generar reactivaciones en el deslizamiento antiguo. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E366549, N8662658.

En la parte alta del centro poblado de Santiago de Anchucaya se identificaron escarpes de un deslizamiento antiguo, así como el depósito coluvio-deluvial generado por este deslizamiento (figura 6). En el cuerpo del deslizamiento se identificaron múltiples escarpes secundarios a favor de la pendiente. En estos depósitos, debido a

la saturación del terreno y la pendiente, se podrían generar reactivaciones, en temporada de lluvias intensas y/o extraordinarias, las cuales podrían afectar al centro poblado de Santiago de Anchucaya asentado en la parte baja.



Figura 6. Depósito generado por un deslizamiento antiguo en la parte alta del centro poblado de Santiago de Anchucaya, el cual se podría reactivar en temporada de lluvias. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E366343, N8662923.

6.2. Quebrada Coñepunco

La quebrada Coñepunco se encuentra canalizada de manera artesanal (fotografía 7), esto genera infiltraciones en el terreno, las cuales inestabilizan los suelos, generando procesos como reptación de suelos, asentamientos, derrumbes y deslizamientos (reactivaciones del deslizamiento antiguo). En temporada de lluvias se generan flujos que se canalizan por la quebrada Coñepunco, la cual se encuentra canalizada solo en algunos sectores (fotografías 8, 9 y 10), la cual se desborda, por ello se recomienda realizar el mantenimiento de la misma,. Mientras que las infiltraciones se incrementan, debido a la sobrecarga de la quebrada, generando mayor infiltración de aguas pluviales en el terreno.

Hacia la parte baja del estadio municipal y la posta médica se identificaron procesos de reptación de suelos evidenciados por saltos y/o desniveles del terreno debido a la sobresaturación de los mismos. Los terrenos de cultivo al requerir de abundante agua generan la saturación del mismo, produciendo reptación y asentamientos en el terreno, estos procesos podrían convertirse en deslizamientos, si el tipo de regadío continúa, por ello se recomienda cambiar a riego por aspersión y/o goteo. Los procesos de reptación de suelos generan inestabilidad del terreno y afectan al poblado de Santiago de Anchucaya, como al estadio municipal y la posta médica, las cuales presentan rajaduras y agrietamientos en sus infraestructuras (figura 7).



Fotografía 7. Quebrada Coñepunco canalizada de manera artesanal a la altura del estadio municipal, la cual en temporada de lluvias se sobrecarga generando mayor infiltración de aguas pluviales en el terreno. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E365819, N8662518.



Fotografía 8. Quebrada Coñepunco sin canalizar lo cual genera mayor infiltración de aguas pluviales en el terreno, en temporada de lluvias se generan flujos que se canalizan por esta quebrada. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E365808, N8662490.



Fotografía 9. Quebrada Coñepunco canalizada a la altura del estadio municipal, en temporada de lluvias se generan flujos que se canalizan por esta quebrada. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E365830, N8662603.



Fotografía 10. Quebrada Coñepunco sin canalizar en la parte alta del estadio municipal. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E365839, N8662616.



Figura 7. Daños generados en la posta médica del poblado de Santiago de Anchucaya, debido a los procesos de reptación de suelos en la parte baja.

En el centro poblado de Santiago de Anchucaya, existen canales sin revestimiento (fotografía 11), por ello se recomienda realizar el revestimiento de las mismas, así como el mantenimiento. Debido a que, las infiltraciones de las aguas, generan la saturación del terreno, sobretodo en temporada de lluvias, lo cual sería un detonante para la ocurrencia de procesos como reptación de suelos, deslizamientos y/o derrumbes.

También es importante precisar que, algunas viviendas del centro poblado de Santiago de Anchucaya presentan agrietamientos en sus paredes debido al asentamiento del terreno (fotografías 12 y 13). Cabe mencionar que los daños a las viviendas por agrietamiento, aberturas entre las juntas de las paredes en la misma dirección y/o asentamientos descritos en este informe son producto de la observación solo de la parte exterior de las mismas, ya que muchas de ellas se encuentran inhabitables o porque los propietarios no se encontraron en el momento de la inspección.

De acuerdo con Luque & Rosado (2012) el 15 de agosto del 2007 se produjo un terremoto de 7.9 Mw. frente a las costas de Ica, el cual afectó a muchas localidades del sur y centro del Perú. Como consecuencia de este sismo, las viviendas de Santiago de Anchucaya empezaron a agrietarse.



Fotografía 11. Canales sin revestimiento en la parte alta del estadio municipal. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E365820, N8662630.



Fotografía 12. Vista de vivienda con muros agrietados con separación de hasta 7 cm de ancho, en la Mz. R lote 3, en la calle Víctor Raúl Haya de la Torre. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E366178, N8662556.



Fotografía 13. Vista de viviendas con paredes agrietadas en la calle Francisco Inca. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E366171, N8662578.

6.3. Sector Chutaicuna

El sector Chutaicuna es afectado por procesos de reptación de suelos (Luque & Rosado, 2012), evidenciados por desniveles del terreno de hasta 50 cm de altura.

En este sector se evidenciaron depósitos del deslizamiento antiguo, los cuales son afectados por procesos de reptación de suelos, estos últimos también afectan 1 km de canal de regadío, según las autoridades locales.

También en la parte alta se evidenciaron asentamientos (figura 8) en los depósitos del deslizamiento antiguo identificado por Luque & Rosado (2012), se pueden observar los desniveles en el terreno, con alturas de hasta 5 metros (fotografía 14). Cabe precisar que, los asentamientos en el terreno podrían afectar el centro poblado de Santiago de Anchucaya, ubicado en la parte alta.



Figura 8. Asentamientos en los depósitos del deslizamiento antiguo identificado por Luque & Rosado (2012), que podrían afectar el centro poblado de Santiago de Anchucaya. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E366055, N8662348.

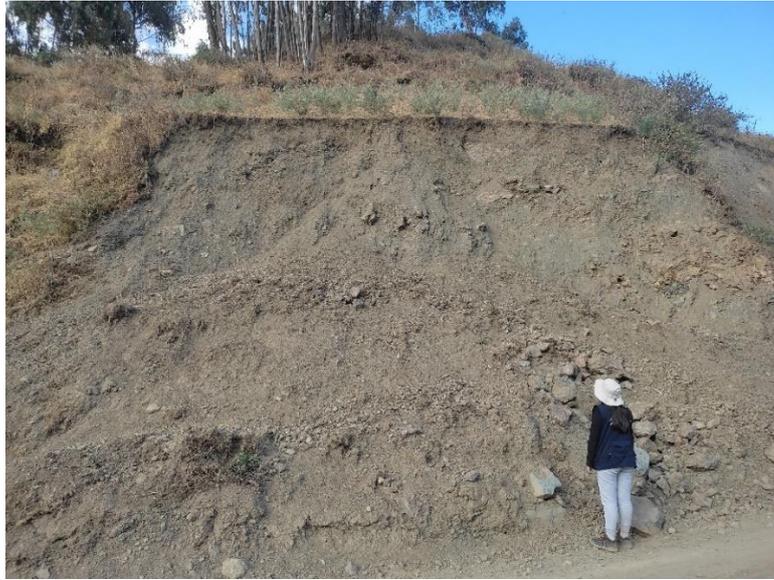


Fotografía 14. Asentamientos del terreno con alturas de hasta 5 metros. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E365967, N8662329.

6.4. Sector Cutiampe

El sector Cutiampe se asienta sobre depósitos del deslizamiento antiguo, los cuales son afectados por procesos de reptación de suelos (Luque & Rosado, 2012).

En la carretera LM 826 se identificaron derrumbes recientes, los cuales afectan 500 metros aproximadamente de la carretera en mención, según las autoridades locales (fotografías 15 y 16).



Fotografía 15. Derrumbes en talud superior de la carretera LM 826. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E365499, N8662751.



Fotografía 16. Derrumbes en talud superior de la carretera LM 826. Coodenadas UTM (WGS84 - Zona 18S): E365480, N8662782.

6.5. Río Millwa

En temporada de lluvias el río Millwa aumenta su caudal y genera erosión fluvial en ambos márgenes, afectando las bocatomas de tres canales de regadío y 200 metros de la carretera Anchucaya-San Pedro de Huancayre-Jauja, según la Municipalidad Distrital de Santiago de Anchucaya.

Mientras que, en la margen derecha del río Millwa se han identificado deslizamientos antiguos, reactivados como reptaciones de suelos. También en ambos márgenes del río en mención se presentan derrumbes (fotografía 17). Estos derrumbes, aportan material a la quebrada Millwa y río Mala (figura 9), pudiendo generar huaicos y ocasionar problemas aguas abajo (Luque & Rosado, 2012).

De acuerdo con imágenes satelitales de Google Earth del 13 de mayo de 2023, en ambos márgenes del río Millwa existen derrumbes antiguos y recientes, así como erosión de laderas (cárcavas) y flujos de detritos o huaicos (cartografiados por Luque & Rosado, 2012) que aportan material a la quebrada Millwa, que desemboca en el río Mala. En temporada de lluvias estos procesos podrían incrementar en dimensión y volumen, pudiendo generar huaicos y ocasionar daños aguas abajo del río Mala.



Fotografía 17. Derrumbes en ambas márgenes de la quebrada Millwa que aportan material a la quebrada en mención y anualmente se generan huaicos. Fuente: Luque & Rosado (2012).

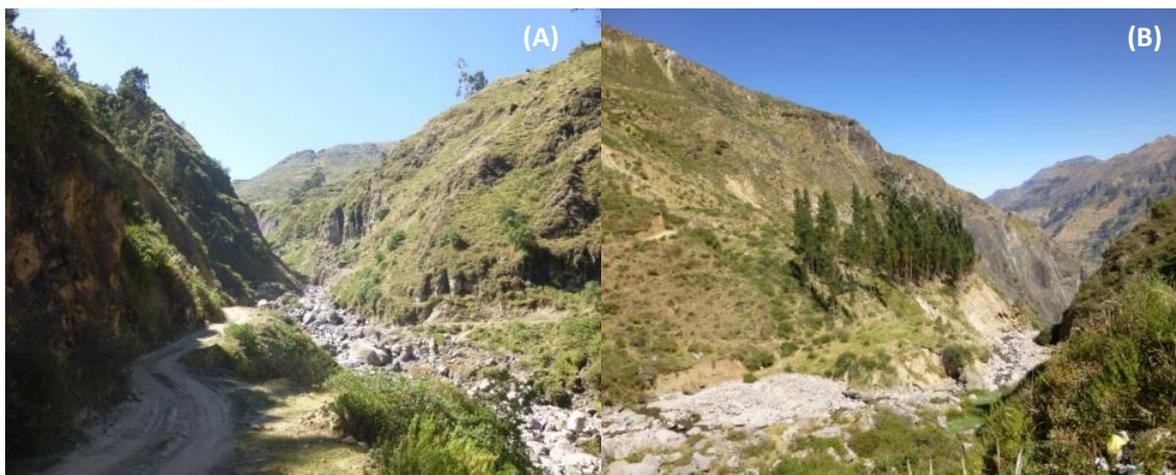


Figura 9. (A) Vista aguas arriba de la quebrada Millwa, nótese el cauce colmatado de la quebrada como producto de los derrumbes que se generan en ambas márgenes. (B) Vista aguas abajo de la quebrada Millwa, en la margen derecha existen derrumbes que aportan material al cauce de la quebrada. Fuente: Luque & Rosado (2012).

6.6. Río Mala

En temporada de lluvias el río Mala aumenta su caudal generando erosión fluvial en ambas márgenes, este proceso podría generar daños en las bocatomas de 5 canales de regadío, dos piscigranjas, puente y la carretera LM 826, según la Municipalidad Distrital de Santiago de Anchucaya.

De acuerdo con Luque & Rosado (2012), en la margen izquierda del río Mala se han identificado deslizamientos antiguos, reactivados como reptación de suelos, así como derrumbes. Estos procesos aportan material al río Mala, pudiendo generar huaicos y ocasionar problemas aguas abajo (Luque & Rosado, 2012).

Durante los trabajos de campo, se evidenció que el río Mala se encontraba colmatado, estrechado y desviado por el deslizamiento antiguo de Santiago de Anchucaya (fotografías 18 y 19).

En temporada de lluvias, los procesos de erosión e inundación fluvial podrían incrementar, generando daños en las bocatomas de 5 canales de regadío, piscigranjas, puente y la carretera LM 826. Mientras que, los derrumbes antiguos y recientes, así como erosión de laderas (cárcavas), que aportan material al río Mala, podrían incrementar en dimensión y volumen, pudiendo generar huaicos y ocasionar daños aguas abajo del río Mala.



Fotografía 18. Vista aguas arriba del río Mala, desde el puente, donde se puede apreciar el cauce del río colmatado y desviado por el deslizamiento antiguo de Santiago de Anchucaya.



Fotografía 19. Vista aguas abajo del río Mala, desde el puente, donde se puede apreciar el cauce del río estrechado, colmatado y desviado por el movimiento en masa antiguo de Santiago de Anchucaya.

7. CONCLUSIONES

- El centro poblado Santiago de Anchucaya se asienta sobre un depósito de deslizamiento antiguo, el cual se ha reactivado por sectores, desde el año 1946, según la intensidad de las lluvias o por las exageradas infiltraciones producto de los regadíos de algunas chacras (Indacochea, 1946). Según testimonio de los pobladores, algunos agrietamientos en el poblado se manifestaron después del sismo del 15 de agosto del 2007.
- El evento más importante y el de mayor actividad, corresponde al deslizamiento rotacional antiguo, que produce procesos de reptación de suelos y fuertes asentamientos de terreno; el empuje de la masa deslizada ha producido derrumbes en el pie del deslizamiento. En las laderas circundantes a la zona evaluada, se han identificado procesos de erosión de laderas en cárcavas. Además se ha evidenciado derrumbes en ambas márgenes del río Mala y la quebrada Millwa, los cuales pueden generar flujos de detritos (huaicos); por ello el centro poblado Santiago de Anchucaya y alrededores es una zona geodinámicamente activa, los peligros geológicos continuarán, por las condiciones de inestabilidad persistentes, debido a que se evidencian nuevos escarpes y agrietamientos del terreno.
- Los factores condicionantes para la generación de movimientos en masa son: (1) la existencia de una escarpa de deslizamiento antigua que circunda toda la ladera del cerro Potrero Grande, que fue aprovechada como zona de ruptura o debilidad; así como de una ladera afectada por un deslizamiento aún más antiguo, cuyo depósito de remoción ha sido sujeto a un nuevo proceso de movimiento en masa; (2) la naturaleza del suelo detrítico (coluvio-deluvial), inconsolidado, heterogéneo, con matriz areno arcillosa, acumulado en la ladera del cerro Potrero Grande, con pendiente natural moderada, al encontrarse aparentemente saturado (aguas de lluvia y riego), que favorecieron su movimiento; y (3) la pendiente de media a fuerte (25°-40°) del material en la zona de arranque, que involucra una ladera coluvio-deluvial y una pendiente baja (15°) donde se ubica el poblado Santiago de Anchucaya. Existe un proceso progresivo, manifestado en el cuerpo del deslizamiento, con asentamientos y hundimientos de tierras, en la plataforma de carretera carrozable Santiago de Anchucaya-San Pedro de Huancayre y terrenos de cultivo.
- El factor desencadenante para que los procesos mencionados anteriormente continúen corresponden a la presencia de canales no revestidos para riego, localizados en el cuerpo del deslizamiento, alrededores del poblado de Santiago de Anchucaya y el mal uso de las aguas de regadío en los terrenos. Estos terrenos son constantemente inundados por un canal de regadío de flujo permanente; debido a la alta permeabilidad de los depósitos coluvio-deluviales hace que gran parte de la lluvia se infiltre hasta el basamento rocoso formando de esta manera una zona de debilidad, que terminan a la larga desestabilizando el talud. Sin embargo es importante considerar también como otro factor desencadenante y muy importante, las precipitaciones pluviales características de los meses noviembre a marzo en la zona de estudio, así como también a las precipitaciones excepcionales (Fenómeno El niño) que pueden acelerar los procesos.
- En la actualidad se encuentra comprometida la seguridad física de la población y viviendas del centro poblado Santiago de Anchucaya, así como los reservorios, terrenos de cultivo, bocatomas de canales de regadío,

piscigranjas, puentes y carreteras, que podrían ser afectadas severamente ante las reactivaciones del deslizamiento antiguo.

- La actividad antrópica ha contribuido a desestabilizar la zona de estudio, con los cortes realizados en la ladera para la construcción de la carretera de acceso, el riego de terrenos de cultivo, la presencia de infraestructura de riego en mal estado, que produce filtraciones de agua hacia el subsuelo, sobresaturándolo e incrementando la presión de poros, llenado de agua las fracturas, generando fuerzas de empuje en la roca, y por último la ocupación inadecuada de zonas no aptas para vivir.
- Las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa se mantienen en el centro poblado de Santiago de Anchucaya, por ello es considerado como **Zona Crítica** de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, reptación de suelos, erosión de laderas (cárcavas) y flujos de detritos, que podrían ser desencadenados por lluvias excepcionales y/o prolongadas, actividad antrópica y sismos.

8. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del informe técnico N° A6603 deben ser implementadas:

- Implementar un sistema de monitoreo en el deslizamiento de Santiago de Anchucaya, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de fierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable, 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. Se pueden tomar como puntos de referencia los hitos tomados por COFOPRI.
- Los pobladores de Santiago de Anchucaya, deben organizarse y poner en práctica un sistema de alerta temprana comunitario, que permita informar rápidamente a los pobladores ubicados aguas abajo del deslizamiento, en caso de producirse un evento de gran magnitud. Este sistema de alerta, puede estar constituido por radios de comunicación, campanas, silbatos, etc., donde los pobladores deben estar muy bien identificados con el sonido.
- Realizar el mantenimiento constante de los reservorios de agua, principalmente el de Punta Paccha, y los que están ubicados dentro del cuerpo del deslizamiento, para evitar fugas e infiltración de agua en el terreno.
- Revestir los canales de regadío ubicado en la parte alta de Santiago de Anchucaya para controlar la infiltración de agua al subsuelo.
- La actividad de riego de los terrenos ubicados dentro de la zona afectada por el deslizamiento debe ser detenida inmediatamente o en todo caso reducir al mínimo.
- Prohibir la construcción de nuevas viviendas dentro de la zona afectada por el deslizamiento reactivado, en el sector Pampa.
- Detener la desestabilización de los terrenos, específicamente el que resulta de la realización de cortes en las laderas, para la construcción de carreteras.
- Para el inicio de las obras, se debe tener en cuenta las medidas correctivas propuestas en el presente informe y deben ser realizados por especialistas.
- Implementar y promover una cultura de prevención de desastres, mediante charlas y talleres de sensibilización ante peligros geológicos, en los diferentes niveles de la población de Santiago de Anchucaya y poblaciones vecinas.

Si luego de efectuar estas recomendaciones, el movimiento persiste, tomar en cuenta:

- Los costos elevados de estudios de ingeniería indicados, para estabilizar la ladera y el movimiento en masa en proceso, sugieren la reubicación paulatina de la población a un lugar seguro que puede estar localizado en las partes altas de la zona.

También se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- Reforestar con plantas nativas de raíces densas y con asesoramiento especializado los lugares afectados por deslizamientos antiguos y activos.
- Elaborar la Evaluación de Riesgos - EVAR ante deslizamiento, flujo de detritos (huaicos) e inundación fluvial para determinar las viviendas e infraestructura (posta médica, etc.) con riesgo alto y muy alto que deberían ser reubicadas, de ser el caso; además de medidas de control de riesgos adicionales.
- Construir drenes de coronación y perimetrales impermeabilizados alrededor de los terrenos afectados por el deslizamiento. Con la final de evitar su avance y afecte otras viviendas.
- Implementar un sistema de drenaje de aguas pluviales del centro poblado Santiago de Anchucaya, con la finalidad de derivar las aguas de precipitaciones pluviales intensas fuera del deslizamiento antiguo.
- Se debe tecnificar el sistema de regadío, por otro que ayude a reducir la infiltración y se debe prohibir el riego con sistemas por inundación y aspersión. Es recomendable realizar cultivos que requieran poca agua, esta actividad debe ser coordinada con especialistas del Ministerio de Agricultura.
- Canalizar todos los puquiales ubicados dentro del cuerpo de los deslizamientos y trasladarlos por canales impermeabilizados hasta las quebradas principales evitando infiltraciones de sus aguas en el trayecto.
- Implementar señalizaciones para prohibir que las personas se acerquen a las zonas del deslizamiento y derrumbe.
- Realizar el relleno y sellado de grietas abiertas localizadas en el terreno como en carreteras y sobre la corona de deslizamiento y todas aquellas que puedan surgir, con arcilla o similares, para evitar la infiltración de agua en la siguiente estación de lluvias y que favorecerían la saturación de los materiales y aceleraría su movimiento o colapso. Esta actividad debe realizarse bajo la conducción de un profesional entendido en la materia.
- Realizar un estudio geofísico en la zona, utilizando método de tomografía eléctrica o georradar, con el fin de determinar la superficie de falla del deslizamiento, el nivel freático y la profundidad del substrato rocoso.
- Realizar la canalización y descolmatación de los ríos Mala y Millwa, el material extraído puede ser usado en la construcción de defensas ribereñas.
- Ejecutar trabajos de defensas ribereñas mediante el uso de enrocado y/o gaviones en el pie del talud, proporcionando protección, defensa y contención en ambos márgenes del río. Los trabajos deben realizados por un profesional especializado en el tema.

En atención al oficio N° 001005-2023-INDECI-SEC GRAL, donde el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI traslada al Ingemmet la solicitud de opinión técnica sobre “Informe de análisis de riesgo del centro poblado de Santiago de Anchucaya, distrito de Santiago de Anchucaya, provincia de Huarochirí, región Lima”, se debe indicar y brindar las siguientes recomendaciones:

- Según el numeral 11.3 del artículo 11° del Reglamento de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD, aprobado con Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, se establece que los gobiernos regionales y locales son los encargados de: **identificar el nivel de riesgo** existente en sus áreas de jurisdicción y asimismo, establecer un plan de gestión correctiva del riesgo en el cual se instituyan medidas de

carácter permanente en el contexto del desarrollo e inversión. Teniendo en cuenta que:

Riesgo = Peligro (información proporcionada por INGEMMET) x Vulnerabilidad / resiliencia

Por lo cual, considerando las competencias de nuestra institución, se han elaborado el Informe técnico “Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya” (Luque & Rosado, 2012) y la Opinión técnica “Evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Santiago de Anchucaya”.

- La información utilizada corresponde a trabajos regionales, por ello se recomienda trabajar a una escala a detalle, utilizando la información generada por el INGEMMET.
- Para la identificación y caracterización del peligro se deben considerar los estudios realizados por el INGEMMET: Informe técnico “Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya” (Luque & Rosado, 2012) y Opinión técnica “Evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Santiago de Anchucaya”.
- Para la determinación del nivel de peligro por movimientos en masa, se debe considerar el evento más importante y el de mayor actividad, que corresponde al deslizamiento rotacional antiguo, flujos de detritos (huaicos) e inundaciones fluviales.
- Para el análisis de factores condicionantes se deben considerar los factores: geología, geomorfología y pendientes.
- Para el análisis del factor desencadenante se debe considerar la precipitación máxima 24 horas (mm) en la zona de estudio.
- Las medidas estructurales y no estructurales deben ser recomendadas en base al análisis del peligro principal, en este caso deslizamientos, flujos de detritos (huaicos) e inundaciones fluviales, considerando la caracterización del peligro, así como la cartografía realizada en el Informe técnico “Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya” (Luque & Rosado, 2012).
- Elaborar Evaluación de Riesgos - EVAR ante deslizamiento, flujo de detritos (huaicos) e inundación fluvial para determinar las viviendas con riesgo alto y muy alto que deberían ser reubicadas, de ser el caso; además de medidas de control de riesgos adicionales.
- Solicitar al Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), el asesoramiento para la Evaluación de Riesgos - EVAR ante deslizamiento, flujo de detritos (huaicos) e inundación fluvial.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1966). Landslide types and process, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washinton D. C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.

Indacochea, A. (1946). Informe sobre los movimientos de suelo en Santiago de Anchucaya. Informe Técnico-INGEMMET. 16p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Sistema de Consulta de Principales Indicadores Demográficos, Sociales y Económicos. Enlace web:https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1550/

Luque, G. & Rosado, M. (2012). Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya, Informe Técnico N° A6603. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 36 p.

Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 404p.

Quispesivana, L. & Navarro, P. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Guadalupe (28-l), Huancapi (28-ñ), chincheros (28-o), Castrovirreyna (27-m), San Miguel (27-o), Tupe (26-l), Conaica (26-m), Huarochiri (25-k), Yauyos (25-l) y Huancayo (25-m). INGEMMET. Lima, 2003.

Salazar, H. (1983). Geología de los cuadrángulos de Matucana y Huarochiri 24-k y 25-k. Boletín N° 36 serie A, INGEMMET. 67 p

Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes. In: Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (Eds: Schuster, R. L. & Krizek, R. J.). Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Washington D. C., 11-33.