

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**Opinión Técnica N° 14-2023**

# OPINIÓN TÉCNICA DEL “INFORME DE ANÁLISIS DE RIESGO DEL CENTRO POBLADO SANTIAGO DE ANCHUCAYA”

Departamento Lima  
Provincia Huarochirí  
Distrito Santiago de Anchucaya

Diciembre  
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. Aspectos generales (pág. 5) .....	11
6.2. Características generales (pág. 9) .....	13
6.3. Determinación del peligro (pág. 19) .....	13
6.4. Recomendaciones para mitigar el riesgo (pág. 46).....	16
6.5. Conclusiones (pág. 48).....	16
7. CONCLUSIONES.....	17
8. RECOMENDACIONES.....	18
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

## **OPINIÓN TÉCNICA DEL INFORME DE ANÁLISIS DE RIESGO DEL 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.

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

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al Ing. Julio César Lara Calderón realizar la opinión técnica solicitada por el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI.

La opinión técnica se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, como el Informe técnico N° A6603 “Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya” (Luque & Rosado, 2012) y la Opinión Técnica N° 010-2023 “Evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Santiago de Anchucaya” (Ingemmet, 2023), con lo que finalmente se realizó la redacción de la opinión técnica.

Este trabajo se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de Huarochirí, 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 del análisis realizado al “Informe de análisis de riesgo del centro poblado de Santiago de Anchucaya, distrito de Santiago de Anchucaya, provincia de Huarochirí, región Lima”, 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

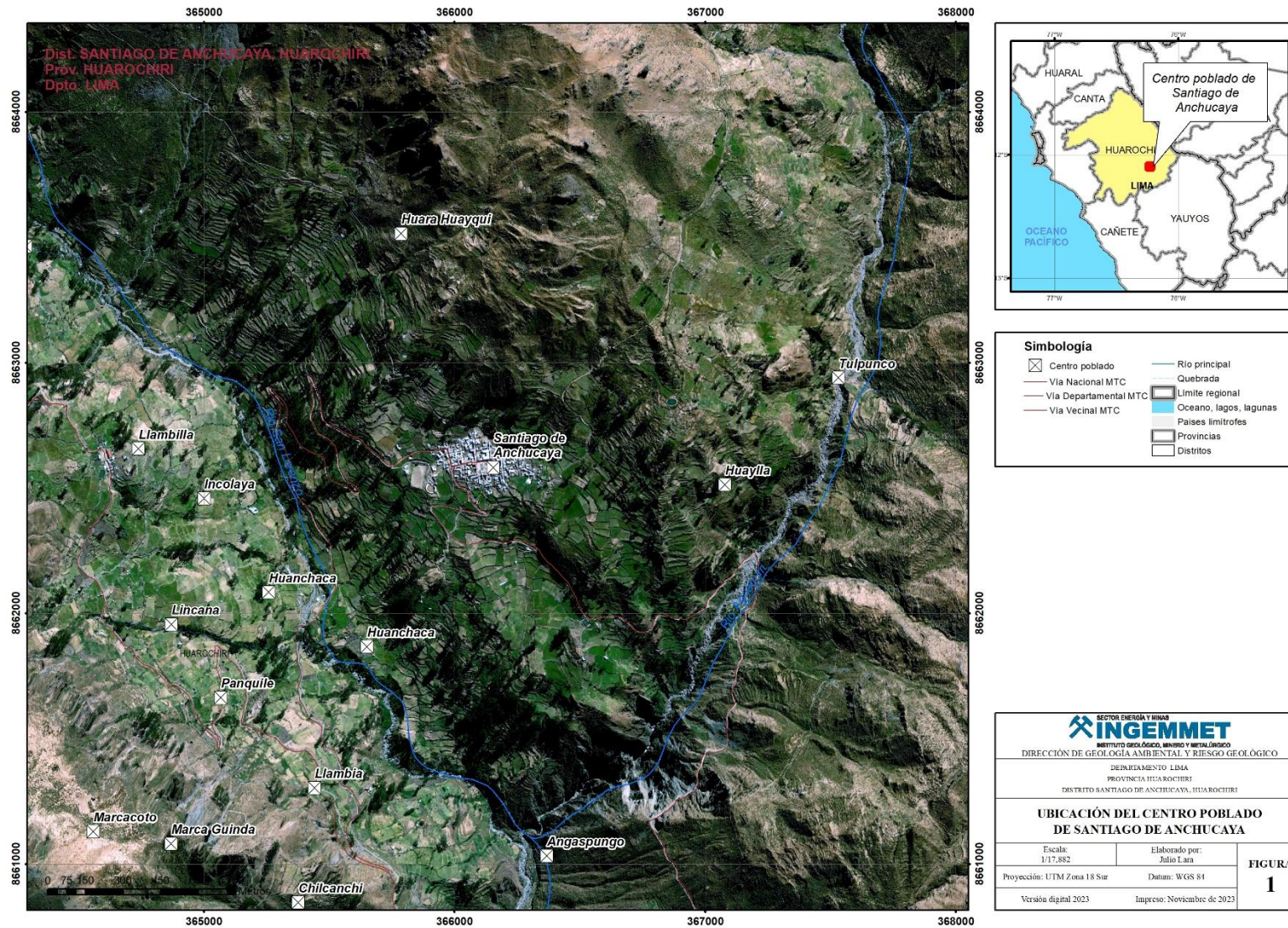


Figura 1. Ubicación del centro poblado de Santiago de Anchucaya.

## 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.

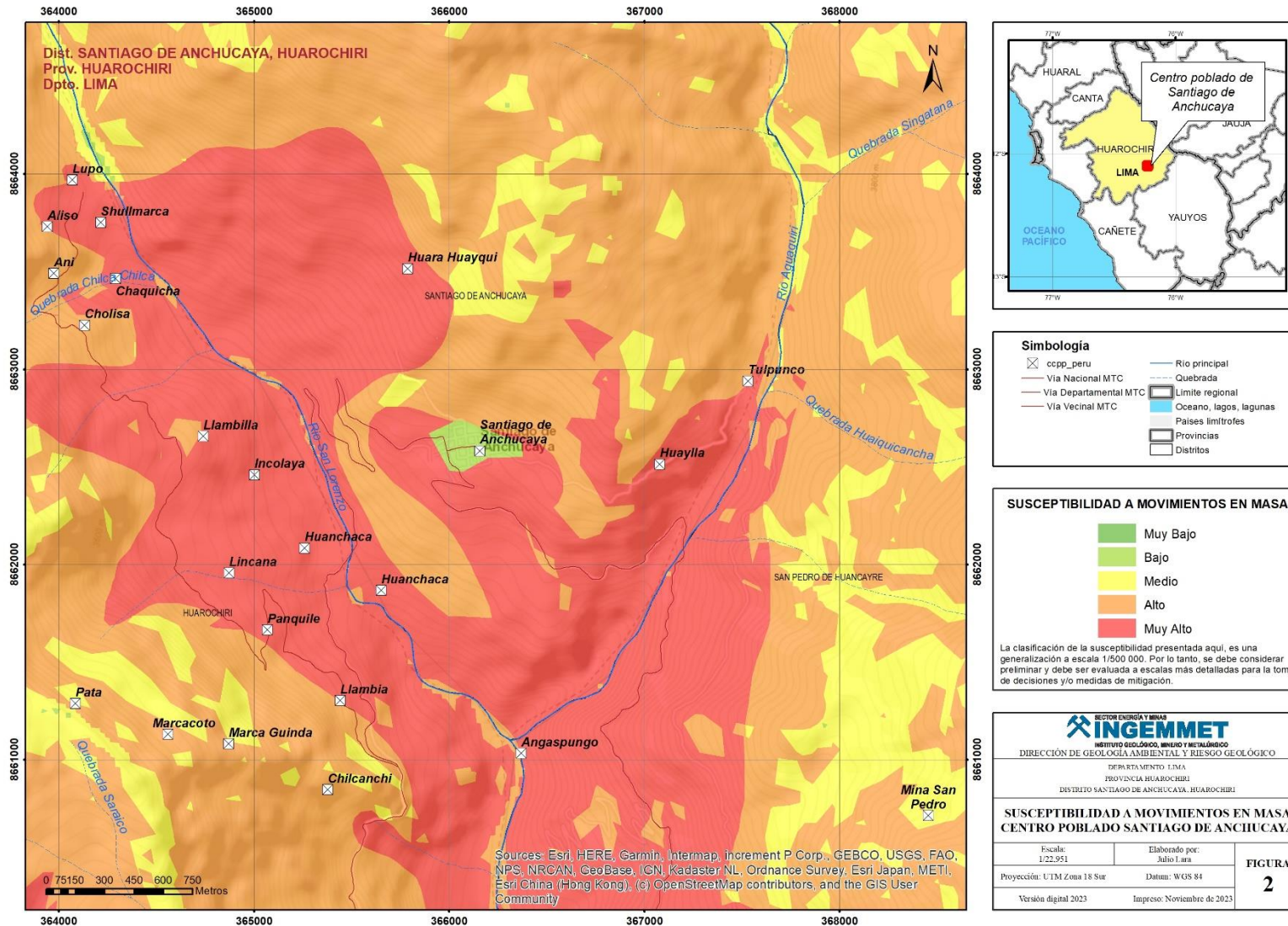


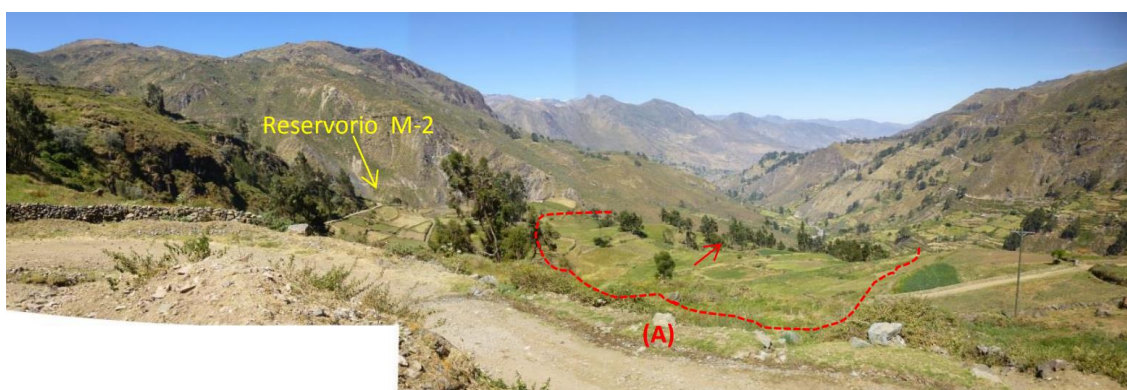
Figura 2. Susceptibilidad por movimientos en masa en el centro poblado de Santiago de Anchucaya y alrededores (Luque et al., 2020).

- 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 N° A6603 “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:



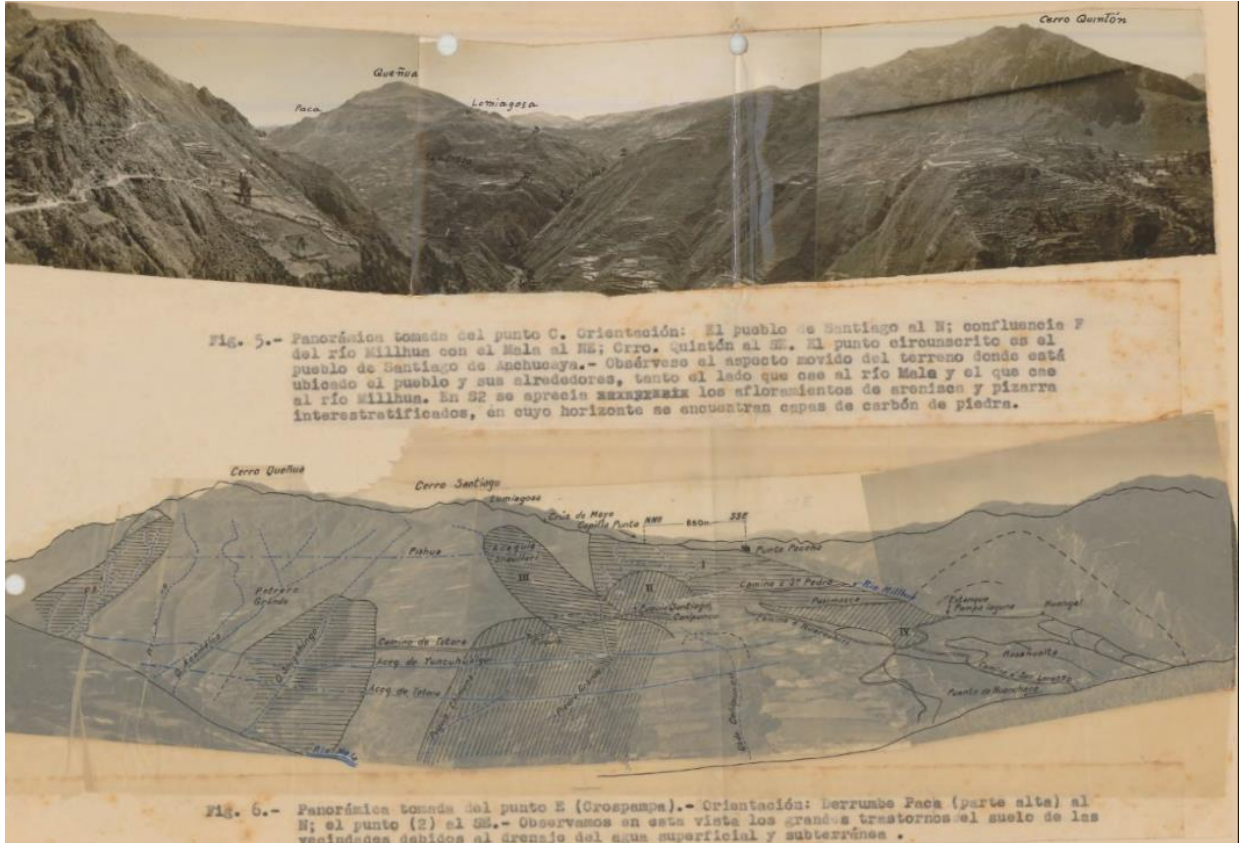
- Por las condiciones geodinámicas que se presentan en la zona, como son escarpas irregulares, paralelas y escalonadas, asentamientos en la carretera, grietas en la parte baja de la ladera muchas de las cuales ya estaban evidenciadas en el año 1946, esta zona es considerada como PELIGRO LATENTE, debido 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

manantiales del lado derecho de la quebrada Mandahua ocasionando que se produjeran rajaduras en la parte baja; tales son los del camino y Rosahuaita.

- Levantar una carta topográfica a escala aparente para el trazo de las acequias de desagüe.
- Es conveniente dotar al municipio de Santiago de Anchucaya de un pluviómetro para que se haga observaciones de precipitaciones y se pueda conocer en el futuro los valores correspondientes a esa región.



**Figura 4.** Vista panorámica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya. Fuente: Indacochea (1946).

## 6. ANÁLISIS

La Municipalidad Provincial de Huarochirí realizó el Informe de Análisis de Riesgo del centro poblado de Santiago de Anchucaya (Distrito Santiago de Anchucaya, provincia Huarochirí, departamento Lima), el cual permitió analizar el impacto potencial del área de influencia del peligro por sismos y movimientos en masa (flujo de detritos) en el poblado en mención.

Sobre el informe de Análisis de Riesgo (ADR), se debe precisar que 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 del INGEMMET, se realizó la opinión técnica del informe de análisis de riesgo, en relación a la identificación de los peligros, tema que es competencia del INGEMMET, a continuación se detalla el análisis realizado para los siguientes capítulos:

### 6.1. Aspectos generales (pág. 5)

El Informe de Análisis de Riesgo del centro poblado de Santiago de Anchucaya tiene como objetivo general determinar los niveles de riesgo originados por fenómenos naturales como sismos y movimientos en masa (flujo de detritos) en el centro poblado de Santiago de Anchucaya, para que favorezca la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la gestión del riesgo de desastres, con fines de formalización. Mientras que, uno de los **objetivos específicos** corresponde a identificar y analizar los niveles de peligro por sismo y movimientos en masa (flujo de detritos) en el centro poblado de Santiago de Anchucaya.

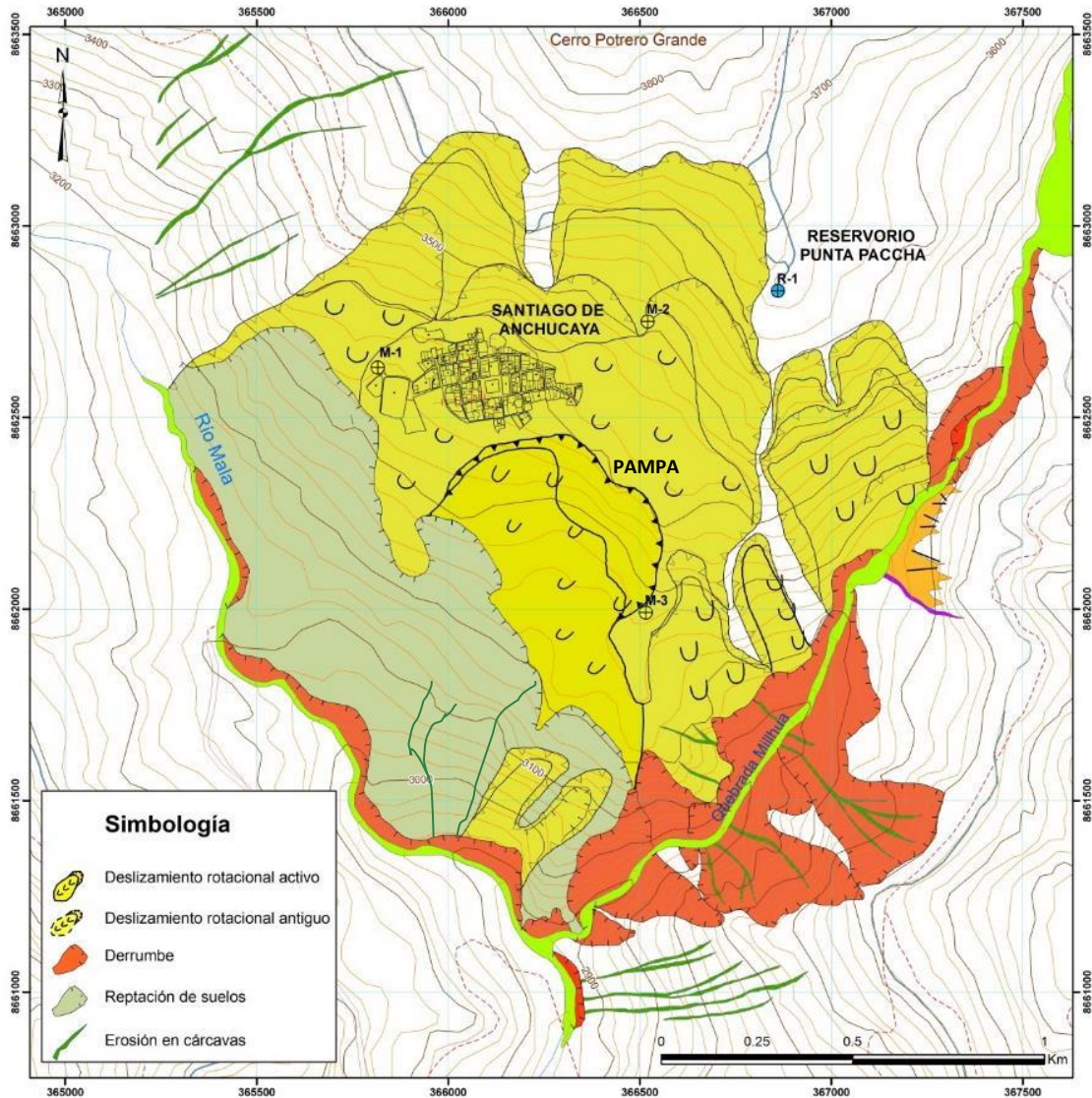
Al respecto se debe indicar que:

De acuerdo con Indacochea (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 en el sector de Santiago de Anchucaya, el evento más importante y el de mayor actividad, corresponde al **deslizamiento rotacional**, que produce 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 identificado derrumbes en ambos márgenes de la quebrada Millhua, los cuales pueden generar flujos de detritos (huaicos). Asimismo, 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).

En base a lo antes mencionado, en el Informe de Análisis de Riesgo del centro poblado de Santiago de Anchucaya se debe considerar el evento más importante y el de mayor actividad, que corresponde al **deslizamiento rotacional activo**, el cual produce fuertes asentamientos de terreno, así como derrumbes en el pie del deslizamiento (figura 5). Este deslizamiento es de actividad progresiva y velocidad lenta; pero ante lluvias intensas pueden acelerar el evento y en su proceso podrían embalsar el río Mala. En el cuerpo se pueden distinguir además, procesos combinados de asentamientos de terreno, saltos y escarpas secundarias, agrietamientos, reptación en la parte media e inferior del depósito afectando un 30% de las viviendas de Santiago de Anchucaya (Luque & Rosado, 2012).



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

En relación a los **antecedentes**, si bien en el informe, se detallan eventos de sismos a nivel nacional y local, es importante considerar los estudios geológicos realizados por el INGEMMET, los cuales se detallan en la Opinión Técnica N° 010-2023 “Evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Santiago de Anchucaya”.

## 6.2. Características generales (pág. 9)

Considerando el aspecto geológico del informe de análisis de riesgo, el centro poblado de Santiago de Anchucaya se asienta sobre rocas volcano-sedimentarias (Grupo Rímac) de tipo lavas y brechas andesíticas de color gris azulado a verdoso, con bastante oxidación, por el contenido de pirita, tobas andesíticas y alguna sintercalaciones de areniscas.

Al respecto, se debe precisar que, el mapa geológico utilizado en el informe corresponde a una escala regional (1: 50 000), por ello se recomienda realizar trabajos a escala local, considerando el Boletín L 15 “Geología del cuadrángulo de Huarochirí (hojas 25k1, 25k2, 25k3, 25k4)” (<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3134>), así como la información geológica y cartografía de peligros geológicos (figura 07) del Informe técnico “Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya” (Luque & Rosado, 2012).

Desde el aspecto geomorfológico, según el informe, el poblado en mención se asienta sobre una vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, originada por la acumulación de materiales heterogéneos de tamaños variados en las bases de laderas de montañas, colinas lomas y escarpes, por efectos de las acumulaciones de depósitos de magnitud cartografiable, como movimientos en masa de tipo deslizamientos, deslizamiento-flujos, derrumbes y avalanchas de detritos, así como procesos de reptación relativamente antiguos a prehistóricos.

Por ello, se recomienda realizar trabajos a escala local, considerando la información geomorfológica y cartografía de peligros geológicos (figura 07) del Informe técnico “Evaluación ingeniero-geológica del deslizamiento de Santiago de Anchucaya” (Luque & Rosado, 2012).

El relación a las **pendientes del terreno**, el informe indica que el centro poblado de Santiago de Anchucaya se encuentra ubicado en una zona con pendientes predominantemente moderadas (entre 5° a 16°).

Sobre ello, se debe indicar que, 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° (Luque & Rosado, 2012) correspondiente a pendiente abrupta. Mientras que, en los alrededores se identificaron montañas en roca volcánica, con pendiente desde 20° a 40°, cuyas geoformas presentan cimas de formas abruptas a redondeadas. Cabe precisar que, se recomienda determinar rangos de pendientes en base al modelo digital de elevación obtenido mediante el vuelo de dron.

## 6.3. Determinación del peligro (pág. 19)

En la **recopilación y análisis de información** (pág. 19), el informe indica que se han considerado estudios publicados por entidades competentes como INGEMMET, INEI, SENAMHI, ANA y MINAM), respecto a información histórica de estudios de peligros,

cartografía, hidrografía, climatología, geología, geomorfología de la zona de influencia del centro poblado de Santiago de Anchucaya.

En la **identificación y evaluación del peligro** (pág. 20), se ha considerado la información generada por la recopilación de información de gabinete previa a la visita de campo. También se trabajó en coordinación con los representantes del centro poblado de Santiago de Anchucaya, para la identificación del peligro, realizándose la visita a campo, a través del levantamiento de información y con apoyo de vuelos de drones, así como la contrastación de información del CISMID, INDECI e INEI.

El informe indica que se ha optado por analizar el nivel de peligrosidad más predominante en la zona, considerando para esto tres tipos de eventos: sismo y **flujo de detritos**.

Al respecto, se recomienda considerar el evento más importante y el de mayor actividad, que corresponde al **deslizamiento rotacional activo**, el cual produce fuertes asentamientos de terreno, así como derrumbes en el pie del deslizamiento. Este deslizamiento es de actividad progresiva y velocidad lenta; pero ante lluvias intensas pueden acelerar el evento y en su proceso podrían embalsar el río Mala. En el cuerpo se pueden distinguir además, procesos combinados de asentamientos de terreno, saltos y escarpas secundarias, agrietamientos, reptación en la parte media e inferior del depósito afectando un 30% de las viviendas de Santiago de Anchucaya (Luque & Rosado, 2012). Sin embargo, se recomienda también realizar el análisis de riesgo para flujos de detritos (huaicos canalizados por quebradas) e inundaciones fluviales en los ríos Millwa y Mala. También se recomienda una mejor descripción y caracterización del flujo de detritos, considerando los trabajos realizados por el INGEMMET.

La **determinación del nivel de peligro por sismo** (pág. 19) no es competencia del INGEMMET.

En la **determinación del nivel de peligro por movimientos en masa** (pág. 24), la metodología del informe indica que se ha realizado el análisis en base a los lineamientos establecidos en el documento: "Procedimiento Técnico Análisis de Riesgo (ADR) con fines de Formalización" (aprobado mediante Resolución Ministerial N° 020-2020-VIVIENDA), en dicho documento se establece que el análisis de peligro en caso de movimientos en masa, debe considerar la interacción de las siguientes variables:

- Zona susceptible a movimientos en masa
- Pendiente del terreno
- Geomorfología
- Perfil del suelo

En la determinación de la susceptibilidad a movimientos en masa (flujo de detritos) se ha empleado el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa elaborado por el INGEMMET.

El informe indica que la zona correspondiente al poblado de Santiago de Anchucaya se ubica en un nivel de susceptibilidad **alta** ante flujo de detritos, con algunos sectores con susceptibilidad media.

Al respecto, se debe preciasar que, el mapa utilizado en el informe corresponde al mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1: 500 000

(Luque *et al.*, 2020). Considerando este mapa, el centro poblado Santiago de Anchucaya 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.

En la **pendiente para la determinación de peligros ante movimientos en masa** (pág. 27), el informe indica que, se generó un mapa de pendientes a partir de un modelo de elevación digital (DEM) procedente del satélite Alos (sensor Palsar) con una resolución espacial de 12.5 m. En base a este mapa, el área que abarca el centro poblado de Santiago de Anchucaya presenta pendiente moderada por tener valores de pendiente que se encuentran entre los rangos de 5° y 20°.

Sobre ello, se debe indicar que, 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° (Luque & Rosado, 2012) correspondiente a pendiente abrupta. Mientras que, en los alrededores se identificaron montañas en roca volcánica, con pendiente desde 20° a 40°, cuyas geoformas presentan cimas de formas abruptas a redondeadas. Cabe precisar que, se recomienda determinar rangos de pendientes en base al modelo digital de elevación obtenido mediante el vuelo de dron.

Sobre los **procesos geomorfológicos para la determinación de peligros de movimientos en masa (flujo de detritos)**, pág. 27, el informe indica que, las unidades geomorfológicas de la zona de estudio corresponden a geoformas moderadas, según la matriz de unidades geomorfológicas para movimientos en masa. Estas geoformas corresponden a zonas que se encuentran por encima de las terrazas de inundación, son acumulaciones o depósitos de sedimentos, producto de la erosión y del transporte del agua de escorrentía que a su vez es impulsada por la gravedad. Se considera como geoformas a las terrazas inclinadas y terrazas.

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 se formó en las **laderas de montañas** en roca volcánica, además presenta una superficie ondulada con pendientes variables, entre 35° a 45°, por ello este relieve correspondería a geoformas moderadamente elevadas. Cabe precisar que, en los alrededores se identificaron montañas en roca volcánica, con pendiente desde 20° a 40°, cuyas geoformas presentan cimas de formas abruptas a redondeadas.

En relación al **perfil del suelo** (pág. 28), el informe indica que los suelos sobre los cuales se asienta el poblado de Santiago de Anchucaya corresponden a suelos de tipo S2, es decir suelos medianamente rígidos como las arenas y gravas medianamente compactas y suelos cohesivos compactos.

Sobre la **determinación del nivel de peligro ante movimientos en masa** (pág. 29) en el informe se ha considerado la ponderación para cada variable en el cálculo para determinar el nivel de peligro cuantitativo por flujo de detritos:

$$\begin{aligned} NP_{\text{movimientos en masa}} &= (I+III+V+VIII)/4 \\ NP_{\text{movimientos en masa}} &= (2+2+2+3)/4 \\ NP_{\text{movimientos en masa}} &= 2.25 \end{aligned}$$

El informe indica que el centro poblado de Santiago de Anchucaya se encuentra prominentemente en **NIVEL MEDIO**, existiendo en menor porcentaje zonas con peligro alto determinado por la presentación grietas en el suelo, producto de que el poblado según el reporte del INGEMMET, se encuentra asentado sobre un depósito de deslizamiento antiguo. También se muestra el mapa de peligro por flujo de detritos en el centro poblado de Santiago de Anchucaya.

Al respecto, se debe precisar que, según el "Procedimiento Técnico Análisis de Riesgo (ADR) con fines de Formalización", aprobado mediante Resolución Ministerial N° 020-2020-VIVIENDA, el cálculo para la determinación del nivel del peligro, se realiza de la siguiente forma:

$$NP_{\text{movimientos en masa}} = (II+III+V+VII+VIII)/5$$

Por ello, se recomienda considerar estas cinco matrices en el cálculo para la determinación del nivel del peligro. También se recomienda considerar el análisis realizado en esta opinión técnica, así como reconsiderar la ponderación para cada valor de las matrices utilizadas en el cálculo para determinar el nivel de peligro cuantitativo por deslizamiento.

#### **6.4. Recomendaciones para mitigar el riesgo (pág. 46)**

El informe indica que, de acuerdo al análisis de manera predominante el nivel de riesgo obtenido tanto para eventos de sismos y flujos de detritos, está en el rango de riesgo medio, por ello no se requieren obras estructurales importantes.

Al respecto, se recomienda considerar el análisis realizado en esta opinión técnica, así como el "Procedimiento Técnico Análisis de Riesgo (ADR) con fines de Formalización", aprobado mediante Resolución Ministerial N° 020-2020-VIVIENDA, con la finalidad de optimizar resultados en el cálculo del nivel del peligro, así como en el cálculo del nivel de riesgo.

En base a estos resultados, se recomienda elaborar la 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 (estructurales y no estructurales) de riesgos adicionales.

#### **6.5. Conclusiones (pág. 48)**

De igual manera, se recomienda considerar el análisis realizado en esta opinión técnica, así como el "Procedimiento Técnico Análisis de Riesgo (ADR) con fines de Formalización", aprobado mediante Resolución Ministerial N° 020-2020-VIVIENDA, con la finalidad de optimizar resultados en el cálculo del nivel del peligro, así como en el cálculo del nivel de riesgo.



## 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, 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; 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.
- 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.
- 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.
- 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 del INGEMMET, se realizó la opinión técnica del informe de análisis de riesgo, en relación a la identificación de los peligros, tema que es competencia del INGEMMET.

## 8. RECOMENDACIONES

- A la Municipalidad Provincial de Huarochirí, considerar el análisis realizado en la presente opinión técnica, con la finalidad de emitir un nuevo informe de análisis de riesgo, en base al Informe Técnico N° A6603 y la Opinión Técnica N°10-2023. Los trabajos deben ser realizados en coordinación con la Municipalidad Distrital de Santiago de Anchucaya.
- La información utilizada en el Informe de Análisis de Riesgo del centro poblado de Santiago de Anchucaya corresponde a trabajos regionales, por ello se recomienda trabajar a una escala a detalle, utilizando la información generada por el INGEMMET, así como trabajos de fotogrametría utilizando vuelos con drone.
- 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 la Opinión técnica N° 10 “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, así como flujos de detritos (huaicos) e inundaciones fluviales.
- 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).
- Indicar en la carátula el año de emisión del Informe de Análisis de Riesgo denominado “Informe de análisis de riesgo del centro poblado de Santiago de Anchucaya, distrito de Santiago de Anchucaya, provincia de Huarochirí, región Lima”.
- Elaborar la 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.



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act. 11



ING. JERSY MARIÑO SALAZAR  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 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/](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.