

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7636

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR HUNDIMIENTO EN EL SECTOR DE PURUY SALMA DE LA COMUNIDAD CAMPESENA HAPARQUILLA

Departamento: Cusco

Provincia: Anta

Distrito: Anta



**JUNIO
2025**

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR HUNDIMIENTO EN EL SECTOR DE PURUY SALMA DE LA COMUNIDAD CAMPESINA HAPARQUILLA

(Distrito de Anta, provincia Anta, departamento de Cusco)



Elaborado por la
Dirección de Geología
Ambiental y Riesgo
Geológico del
INGEMMET

Equipo de investigación:

*Kevin Cueva Sandoval
David Prudencio Mendoza*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025) - *Evaluación de peligro geológico por hundimiento en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla. Distrito de Anta, provincia Anta, departamento Cusco*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° A7636, 19 p.

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	3
1.3. Aspectos generales	4
1.3.1. UBICACIÓN.....	4
1.3.2. ACCESIBILIDAD	4
1.3.3. CLIMA.....	5
2. DEFINICIONES	5
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	6
3.1. Unidades litoestratigráficas	6
3.1.1. FORMACIÓN SAN SEBASTIÁN.....	6
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	7
4.1. Pendientes del terreno	7
4.2. Unidades geomorfológicas	8
4.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	8
5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS	9
5.1. Peligros geológicos	9
5.2. Hundimiento en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla	9
5.2.1. FACTORES CONDICIONANTES.....	11
5.2.2. FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES	11
6. CONCLUSIONES	12
7. RECOMENDACIONES	13
8. BIBLIOGRAFÍA	14
ANEXO 1: MAPAS	15

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por hundimiento, realizado en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla, distrito de Anta, provincia Anta, departamento Cusco. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualización, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Las unidades geológicas que afloran en la zona evaluada, comprenden arenas (80%) y limos (20%) de la Formación San Sebastián; estas se encuentran muy húmedas debido a la infiltración de agua pluvial. En las laderas de la pampa, el suelo cambia a 40% de gravas, 30% limos, 20% de arenas y 10% de arcilla.

El 12 de setiembre del 2024, en la Pampa de Anta en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla, apareció una depresión natural (hundimiento), relleno por agua. Dicha depresión tiene una forma circular con presencia de agua, con dimensiones de 5.5 m de diámetro y una profundidad de 3 m.

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla es considerado como zona de **Peligro Alto** a la ocurrencia de hundimientos.

La ocurrencia de peligros geológicos por hundimiento está condicionada por materiales inconsolidados inmersos en una matriz areno limosa, de fácil erosión y remoción ante precipitaciones pluviales intensas.

El factor desencadenante para la ocurrencia de hundimientos en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla son las lluvias intensas y/o prolongadas, así como nivel freático superficial que saturan los suelos inconsolidados.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importante que las autoridades competentes gestionen, tales como la realización de un estudio hidrológico para conocer la profundidad del nivel freático, así como un estudio geofísico, utilizando el método de tomografía eléctrica o georradar, con el fin de determinar la presencia de cavernas, su extensión, morfología y su disposición en el subsuelo. Se recomienda no seguir construyendo o cultivando alrededor del hundimiento.

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) “Servicio de evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo al Oficio N°495-2024-GM/MPA, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de los eventos de tipo hundimientos, ocurridos el día 12 de setiembre de 2024, que afectó terrenos de cultivo en la Pampa de Anta.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los Ingenieros Kevin Cueva Sandoval y David Prudencio Mendoza, para realizar la evaluación de peligros geológicos el 07 y 08 de diciembre de 2024.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Pre-campo, con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; ii) Campo, a través de la observación, toma de datos (puntos GPS, tomas fotográficas), recopilación de información y testimonios de población local afectada; iii) gabinete para la etapa final, donde se realizó el procesamiento de toda información adquirida en campo, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Anta e instituciones técnicas normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, evaluar y caracterizar los peligros geológicos por hundimiento ocurridos en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla. Distrito de Anta, provincia Anta, departamento Cusco.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos por hundimiento.
- c) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar el peligro geológico por hundimiento en la zona de estudio.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el distrito de Anta se tienen:

- A) Boletín N° 74, serie C, Geodinámica e Ingeniería geológica: “Peligros Geológicos en la Región Cusco” (Vílchez et al., 2020); se identificó un total de 75 zonas críticas y 1682 ocurrencias de peligros geológicos, tipo: caídas, deslizamientos, flujos, procesos de erosión de laderas, erosión fluvial, reptación de suelos, inundación fluvial, movimientos complejos, hundimientos y finalmente vuelcos. Los hundimientos tienen escasa presencia en la región. Solo se identificaron 8 ocurrencias (3.74 %) relacionadas, principalmente, a rocas sedimentarias con niveles de calizas (Formación Maras) en los distritos de Mollepata y Pucyura en la provincia de Anta; a rocas carbonatadas (calizas de la Formación Arcuquina), en el distrito de Livitaca; a rocas volcano-sedimentarias (Grupo Tacaza), en el distrito de Anta; y a depósitos fluvio-aluviales, en el distrito de Urcos.

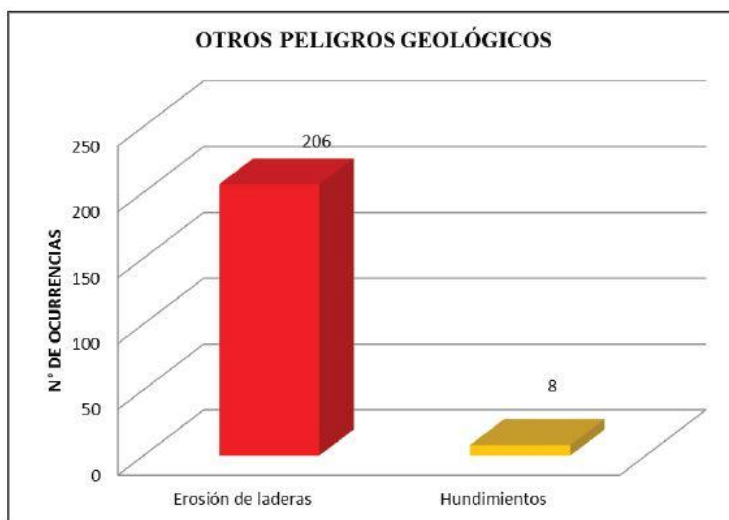


Figura 1. Ocurrencia de peligros geológicos como hundimientos, en la Región de Cusco.

- B) En la “Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Cusco (28-s) (Carloto et al., 2003); describe la geología a escala 1: 50 000, información relacionada a los cambios más resaltantes sobre estratigrafía (Formación San Sebastián) de la Pampa de Anta.
- C) La base de datos geocientífica de peligros geológicos disponible en el Sistema de Información Geológico Catastral Minero (Geocatmin), registra un total de 220 ocurrencias de peligros geológicos y geohidrológicos para la provincia de Anta, presentándose seis ocurrencias en el distrito de Anta.
- D) “En el boletín N°74, serie C: Peligros geológicos en la región Cusco (Vílchez, et al., 2020) se realizó un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa (escala 1:100000), donde el sector de Anta presenta susceptibilidad muy alta y alta a movimientos en masa. Entendiéndose, la susceptibilidad como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico y geohidrológicos, expresado en grados cualitativos y relativos.”

1.3. Aspectos generales

1.3.1. UBICACIÓN

El área evaluada corresponde al sector de Puruy Salma – Haparquilla (UTM 8509840 S, 806312 E), que pertenece al distrito de Anta, provincia Anta, departamento Cusco (figura 2), en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) siguientes:

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM WGS84 – ZONA 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	805400.0	8509000.0	-9.22364351	-72.17933597
2	807500.0	8509000.0	-13.45294463	-72.17933597
3	807500.0	8511000.0	-13.45294463	-72.16017035
4	805400.0	8511000.0	-9.22364351	-72.16017035

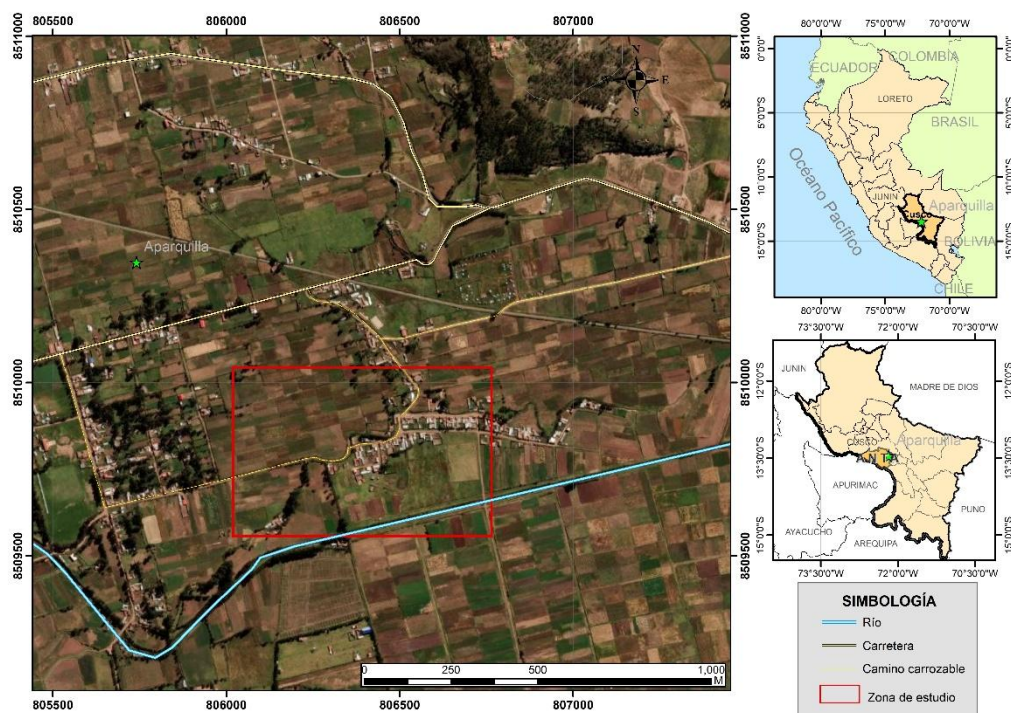


Figura 2. Mapa de ubicación del sector Puruy Salma de la Comunidad Campesina Haparquilla, distrito Anta, provincia Anta, departamento Cusco.

1.3.2. ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona, se realiza de manera terrestre desde la ciudad del Cusco (Ingemmet-OD Cusco), se realizó mediante la siguiente ruta:

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Cusco - Anta	Asfaltada	28	1 hora
Anta – CP Haparquilla	Camino de herradura	5	12 minutos

1.3.3. CLIMA

El clima En Anta, la temporada de lluvia es fresca y nublada y la temporada seca es cómoda y parcialmente nublada. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 1 °C a 19 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 22 °C.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos. En el informe se desarrollan terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. La terminología técnica utilizada, tiene como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

AGRIETAMIENTO: (cracking) Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

HUNDIMIENTO: Es el descenso o movimiento vertical de una porción de suelo o roca que cede a causa de fenómenos kársticos, depresión de la napa freática, labores mineras antiguas o abandonadas, o también pueden ocurrir debido a fenómenos de licuación de arenas o por una deficiente compactación diferencial de suelos. Pueden suceder por: • Procesos de disolución de rocas calcárea, por circulación de aguas subterráneas (cavernas naturales). • Extracción de aguas subterráneas, petróleo y minerales; extracción o remoción del subsuelo. • Falta de sustentación de perforaciones mineras. • Excavación de túneles. Los procesos kársticos se presentan en substratos calcáreos, donde es posible encontrar formas topográficas peculiares, resultantes de la disolución superficial y subsuperficial de rocas calcáreas por las aguas de lluvias, las que al concentrarse en escorrentía son llevadas hacia cauces subterráneos (Thornbury, 1966).

Formación geológica: Es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser

física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

Movimientos en masa: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

Peligro o amenaza geológica: Es un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Susceptibilidad: Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la revisión y actualización del cuadrángulo de Cusco (28-s) (Victor Carlotto y José Cárdenas, 2003), donde se tienen principalmente depósitos Cuaternarios. La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla y alrededores son de origen sedimentario y lacustrino, correspondiente a la Formación San Sebastián (Q-sa) (anexo 1: Mapa Geológico).

3.1.1. FORMACIÓN SAN SEBASTIÁN

La Formación San Sebastián fue definida por Gregory (1916), en la Depresión de Cusco. En el Cuadrángulo de Urubamba se le reconoció en la Pampa de Piuray-Maras, existiendo también en la Depresión de Anta. Presentan una superficie plana sobreyaciendo generalmente a la Formación Chincheros. Esta unidad está caracterizada por formar dos secuencias (Cabrera, 1988): la primera grano decreciente, constituida por secuencias de areniscas fluviales de canales entrelazados deltaicos, y lutitas lacustres o palustres. Niveles diatomíticos y calcáreos caracterizan la parte superior. La segunda grano creciente, compuesta por conglomerados y areniscas de conos-terrazas fluvio-torrenciales, que indican el cierre de la cuenca. El suelo es arenoso con 80% y limoso 20% (fotografía 1). Metros adelante, en las laderas de la Pampa, el suelo cambia a 40% de gravas, 30% limos, 20% de arenas y 10% de arcilla (fotografía 2).



Fotografía 1. Pampa Anta-Cusco (UTM 8509840 S, 806312 E), con una pendiente casi plana. Se trata de terreno de cultivo con 80% de arena y 20% de limo.



Fotografía 2. Afloramientos en las laderas de la pampa Anta-Cusco (806578 E, 8510346 S). Se evidencian niveles de conglomerados y clastos de calizas. 40% de gravas, 30% limos, 20% de arenas y 10% de arcilla.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente, es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa. Los rangos de pendiente de la Pampa de Anta, van de rangos de terrenos llanos a inclinados suavemente (1°-5°).

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vilchez, M., et al, 2020). El área evaluada se encuentra sobre una Altiplanicie sedimentaria localizada en la Pampa de Anta, además de presencia de una terraza fluvial (anexo 1: Mapa Geomorfológico).

4.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

4.2.1.1. Unidad de Altiplanicie Sedimentaria (AP-s)

Se encuentra conformando un terreno plano-ondulado, constituida por afloramientos de rocas sedimentarias (arenas, limos y conglomerados), las cuales han sufrido un intenso proceso de meteorización y erosión, que modeló el terreno (fotografía 3).



Fotografía 3. Vista de la Altiplanicie Sedimentaria (AP-s) en la Pampa de Anta.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, según la clasificación del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007, corresponden a hundimientos. Estos procesos son resultado del proceso de modelamiento del terreno de la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

5.1. Peligros geológicos

El sector Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla, presenta una geodinámica relativamente activa, representada por hundimientos. A continuación, se describirá a detalle el peligro por hundimiento, debido a su actividad reciente (anexo 1: Mapa de Cartografía de Peligros).

5.2. Hundimiento en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla

El 12 de setiembre del 2024, según el propietario (Sr. Gregorio Human Ocros), en un terreno agrícola de maíz (UTM 8509840 S, 806312 E) en la Pampa de Anta en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla, apareció una depresión natural (hundimiento) en medio de su parcela rellenado por agua.

Personal de INDECI, colocaron postes y cintas de seguridad, con una señalética de peligro. La presencia de estos procesos por hundimiento se atribuye probablemente a saturación de agua debido al tipo de suelo, relacionados a un sistema de drenaje subterráneo. Se trata de una depresión de forma circular con presencia de agua, con dimensiones de 5.5 m de diámetro y una profundidad de 3 m (fotografía 4).

Se sabe que la zona de estudio corresponde a una laguna antigua en la actual Pampa de Anta, que hace 40 años se secó y que posteriormente es utilizada como terreno agrícola. La geología respalda ello, con un suelo arenoso 80% y limoso 20%. Metros adelante, en las laderas de la Pampa, el suelo cambia a 40% de gravas, 30% limos, 20% de arenas y 10% de arcilla.



Fotografía 4. Proceso por hundimiento en terreno agrícola en la Pampa de Anta en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla Anta-Cusco.

Además, se tiene el conocimiento de que, en 1982, los pobladores cambiaron el curso del río Anta (fotografía 5), y que coincidentemente se proyecta donde se originó el hundimiento, cambiando su uso de suelo. Se sabe también, que en los alrededores del hundimiento hay fuente de agua, donde los pobladores extraen agua para su consumo (fotografía 6). Se estima que el nivel freático, se encuentra a poca profundidad de la superficie y que hay colchones de agua. Por último, hay construcciones de hasta 2 pisos en zonas aledañas, que podrían causar una presión litostática extra; la zona no cuenta con estudios de suelos ni EVARS.



Fotografía 5. Desviación de un río en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla Anta-Cusco (806353 E, 8509832 S). Actualmente es una zona agrícola.



Fotografía 6. Evidencias de extracción de agua subterránea en la zona de estudio.

5.2.1. FACTORES CONDICIONANTES

- Los suelos inconsolidados (arenas, limos y conglomerados) en todas la Pampa de Anta que conforman el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla Anta-Cusco. Materiales inconsolidados de clastos angulosos a subangulosos, con diámetros que varían de 0.1 a 0.8 m, inmersos en una matriz areno limosa, de fácil erosión y remoción ante precipitaciones pluviales intensas.
- En 1982, los pobladores cambiaron el curso del río Anta, localizado a 300 m del hundimiento y que coincidentemente se proyecta donde se originó la depresión. Actualmente se encuentra cubierto por terrenos agrícolas.
- Nivel freático superficial que saturan los suelos inconsolidados.

5.2.2. FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES

- El factor desencadenante para la ocurrencia de hundimientos en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla son las lluvias intensas y/o prolongadas.

6. CONCLUSIONES

- a) Las unidades geológicas que afloran en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla Anta-Cusco, corresponden a rocas de origen aluvial - cuaternario de la Formación San Sebastián, conformado por arenas (80%) y limos (20%); muy húmedas debido a la infiltración de agua pluvial.
- b) El 12 de setiembre del 2024, en la Pampa de Anta en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla, apareció una depresión natural (hundimiento) en medio de su parcela rellenado por agua. Depresión de forma circular con presencia de agua, con dimensiones de 5.5 m de diámetro y una profundidad de 3 m.
- c) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla es considerado como zona de **Peligro Alto** a la ocurrencia de hundimientos.
- d) La ocurrencia de peligros geológicos por hundimiento está condicionada por materiales inconsolidados inmersos en una matriz areno limosa, de la formación San Sebastián, que son, de fácil erosión y remoción ante precipitaciones pluviales intensas. Además, con el cambio del curso del río Anta en 1982, van saturando los terrenos y prolongándose hacia la zona de hundimiento.
- e) El factor desencadenante para la ocurrencia de hundimientos en el sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla son las lluvias intensas y/o prolongadas, así como nivel freático superficial que saturan los suelos inconsolidados.

7. RECOMENDACIONES

- a) Es necesario realizar un estudio hidrológico en la zona, con el fin de determinar la presencia de agua en el subsuelo, así como conocer la profundidad y el nivel freático.
- b) Es necesario realizar un estudio geofísico en la zona, utilizando método de tomografía eléctrica o georradar, con el fin de determinar la presencia de cavernas, su extensión, morfología y su disposición en el subsuelo.
- c) De continuar el proceso de hundimiento, será necesario reubicar las viviendas ubicadas cercanas a este evento.
- d) Prohibir el tránsito de personas y animales cerca de la zona de hundimiento.
- e) Captar y conducir las aguas de escorrentía que se concentran hacia los hundimientos del sector de Puruy Salma de la comunidad campesina Haparquilla, por medio de tuberías o un canal que debe ser diseñado y construido por un especialista en geotecnia.
- f) Restringir la construcción de viviendas y otras obras civiles en la zona de influencia a los procesos de hundimiento, así como en zonas con problemas de acumulación de agua, presencia de grietas y características pésimas de litología.
- g) Realizar charlas de sensibilización y concientización sobre peligro y riesgo a las que se encuentran expuestos a procesos de hundimiento al sector de Puruy Salma – Anta - Cusco y demás localidades ubicadas en áreas adyacentes.



Ing. Kevin Cueva Sandoval

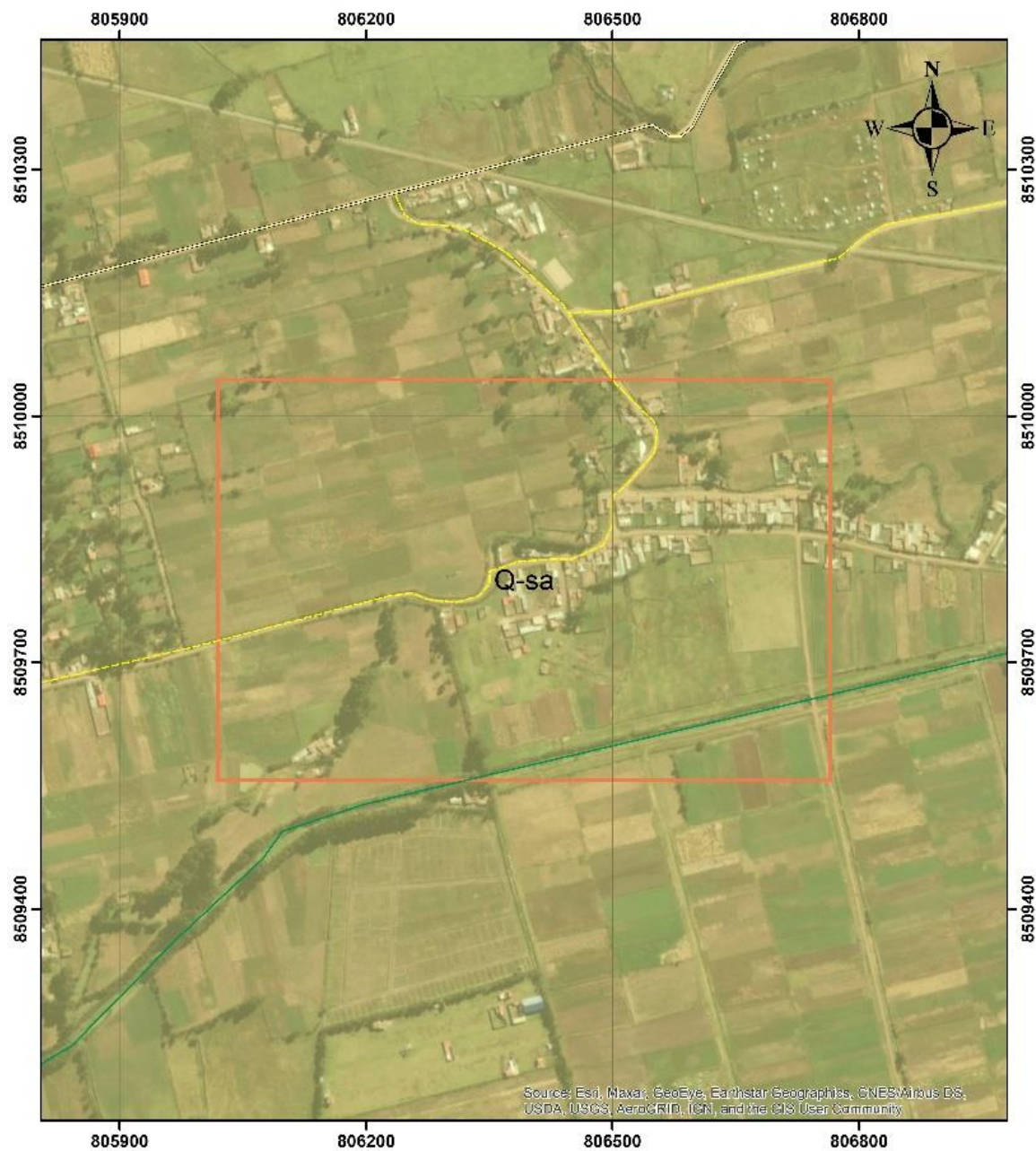


Ing. GILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, J. (1988) - Néotectonique et sismotectonique dans la Cordillère Andine au niveau du changement de géométrie de la subduction: la région de Cusco, Pérou. Thèse Docteur 3ème cycle, Université Paris-Sud, Centre d'Orsay, Paris, 275 p.
- Carloto et al., 2003 - "Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Cusco (28-s).
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4.
- Vílchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligro geológico en la región Cusco. Ingemmet. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 155 p. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2564>
- Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Thornbury, W.D. (1966)- Principios de geomorfología. Buenos Aires: Editorial Kapelusz, 627 p.

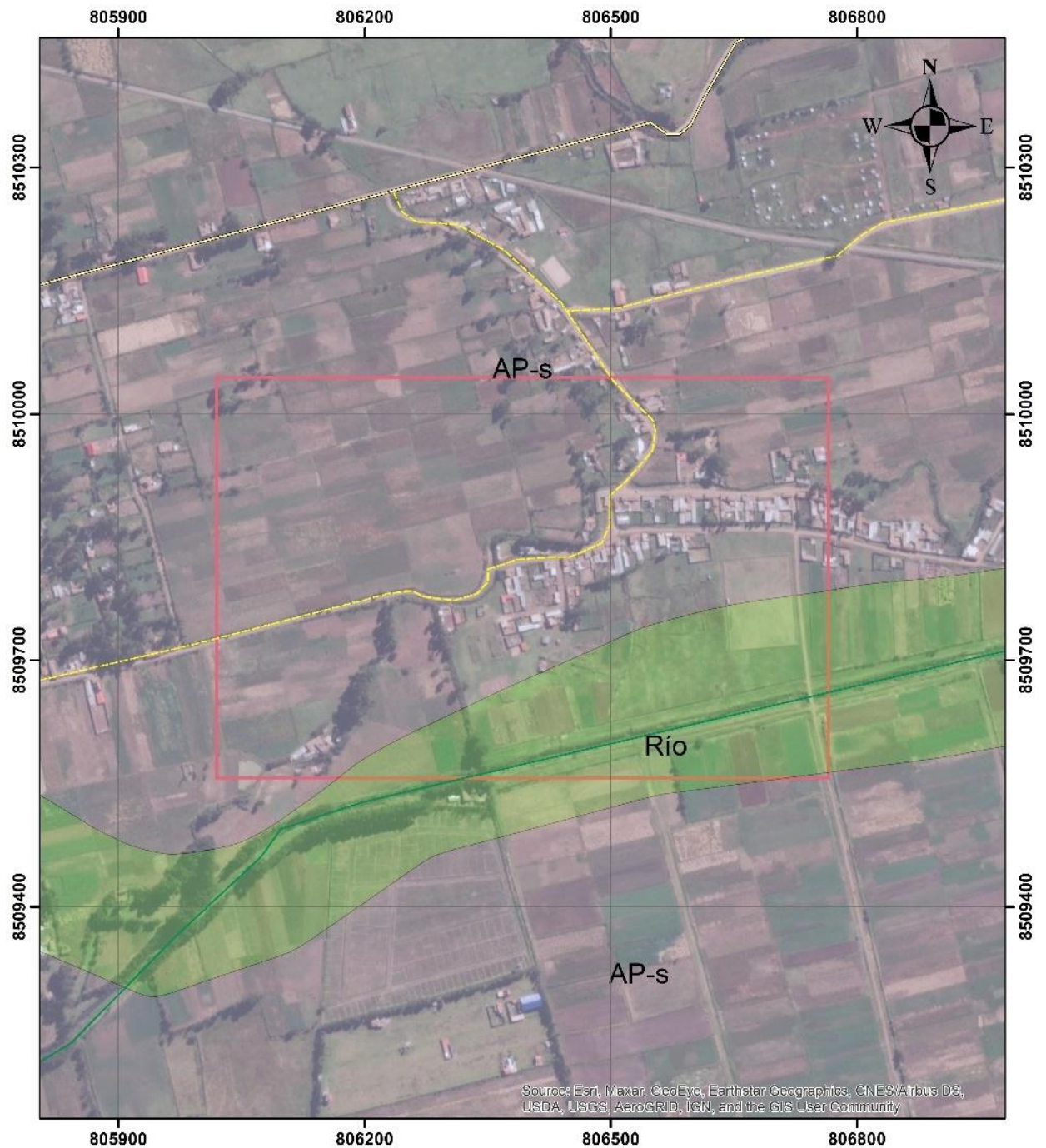
ANEXO 1: MAPAS



ERATEMA	SISTEMA	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	Q-sa Formación San Sebastián

SIMBOLOGÍA	
	Rio
	Carretera
	Camino carrozable
	Zona de estudio

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
MAPA GEOLÓGICO	Figura:
Escala 1:6 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2024 Impreso: Diciembre 2024	1



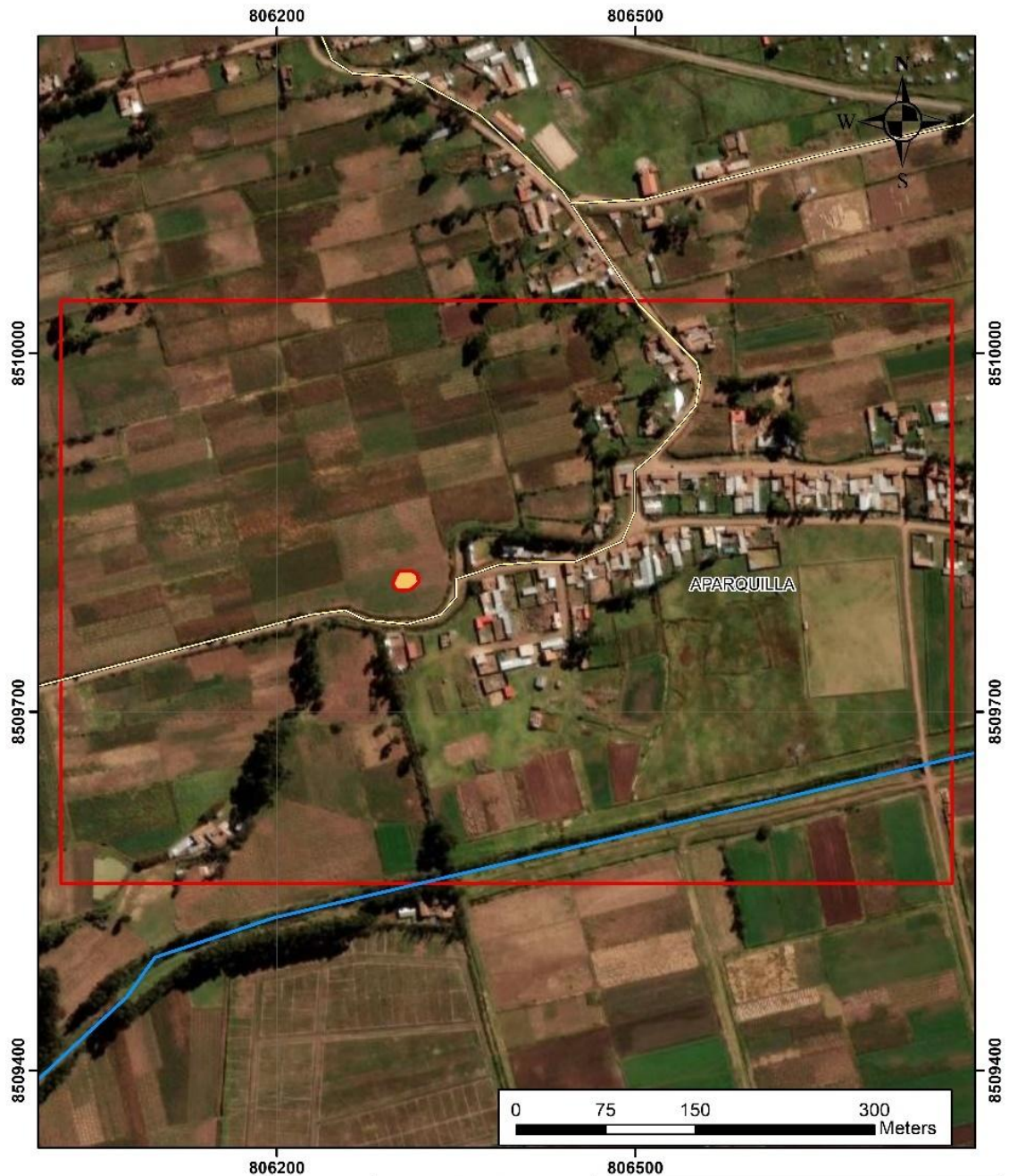
LEYENDA

AP-s	Altiplanicie sedimentaria
Río	Terraza Fluvial

SIMBOLOGÍA

	Río
	Carretera
	Camino carrozable
	Zona de estudio

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
MAPA GEOMORFOLÓGICO Escala 1:6 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2024 Impreso: Diciembre 2024	Figura: 2



LEYENDA

 Hundimiento

SIMBOLOGÍA

-  Río
-  Carretera
-  Camino carrozable
-  Zona de estudio

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL	
Cartografía de Peligros	Figura: 3
Escala 1:4 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2024 Impreso: Setiembre 2024	