

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

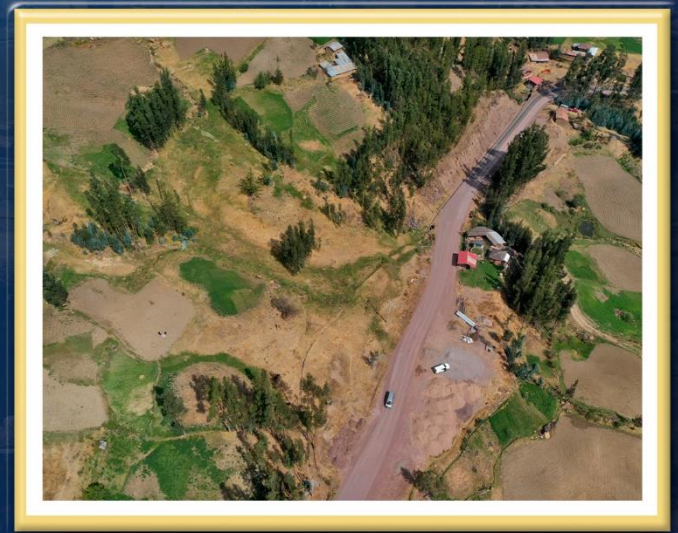
Informe Técnico N° A7496

REPORTE DE MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE CUYO CHICO, PERIODO 2021 - 2023

Departamento: Cusco

Provincia: Calca

Distrito: Pisac



ABRIL
2024

***REPORTE DE MONITOREO DEL DESLIZAMIENTO DE CUYO CHICO,
PERIODO 2021 - 2023***

Distrito Pisac, provincia Calca, departamento Cusco

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

Equipo de investigación:

Luis Albinez

Dulio Gómez

Joseph Huanca

Angella Zegarra

ABRIL 2024

Citación:

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2024). Reporte de Monitoreo, deslizamiento de Cuyo Chico, Periodo 2021 - 2023. Distrito Pisac, provincia Calca, departamento Cusco. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7496, 14 p.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ASPECTOS GENERALES	4
2.1 Ubicación, accesibilidad, medios de vida y precipitaciones	4
2.2 Aspectos geológicos, geomorfológicos y peligros geológicos	6
2.3 Caracterización del deslizamiento de Cuyo Chico	6
3. MONITOREO GEODÉSICO	8
3.1 Cinemática	8
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	12
Conclusiones	12
Recomendaciones	12
BIBLIOGRAFÍA	13
ANEXO 1	14

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, diversos estudios han expuesto registros de la actividad continua del deslizamiento de Cuyo Chico, el cual involucra en extensión a las comunidades de Ccotataqui, Ampay y principalmente al poblado homónimo. Sus efectos más notorios pueden verse en agrietamientos de la superficie del terreno y viviendas, asentamientos, ruptura de canales de regadío y deformación permanente de la carretera asfaltada que conecta al centro arqueológico de Pisac y la vía Pisac – Paucartambo, a la altura del centro poblado.

Por su ubicación crítica, actividad, características geológicas peculiares y afectación a la población; además de su permanente exposición a detonantes impredecibles como sismos de gran magnitud, lluvias extraordinarias y el factor antrópico; el Ingemmet, viene realizando su monitoreo con fines técnico-científicos y como aporte a la gestión de riesgo de desastres.

Teniendo en cuenta esta problemática y en base a los datos del monitoreo geodésico obtenidos entre el 2021 y 2023, el presente reporte tiene como objetivo exponer el estado de actividad del deslizamiento para conocimiento de la población en general, población afectada y de los tomadores de decisiones responsables de atender con las medidas que correspondan, la condición de peligro de la zona, en el marco de la gestión de riesgo de desastres.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1 Ubicación, accesibilidad, medios de vida y precipitaciones

El deslizamiento de Cuyo Chico se encuentra al sureste del complejo arqueológico de Pisac, en la margen izquierda de la quebrada Chongo, en el valle de Sagrado de los Incas, distrito de Pisac, provincia de Calca, departamento de Cusco (figura 1 y tabla 1). Abarca los poblados de Cuyo Chico, Ccotataqui y Ampay. Sobre el frente del deslizamiento está ubicado un tramo de la vía de acceso hacia el complejo arqueológico de Pisac y la carretera Pisac – Paucartambo. Los medios de vida principales de la zona son la agricultura, ganadería, turismo y artesanía.

Cuadro 1. Coordenadas del deslizamiento.

COORDENADA CENTRAL				
N°	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
A	194923	8514420	13°25'01"S	71°49'01"O

En relación a las precipitaciones, de los datos estación meteorológica convencional Pisac (SENAMHI), se destaca una mayor tasa durante el primer y último trimestre de cada año. En la figura 2, se diferencia el pico multianual en la temporada lluviosa 2019-2020, sobre las temporadas lluviosas 2020-2021 y 2021-2022, mostrando además una disminución de precipitaciones en la temporada 2022-2023.

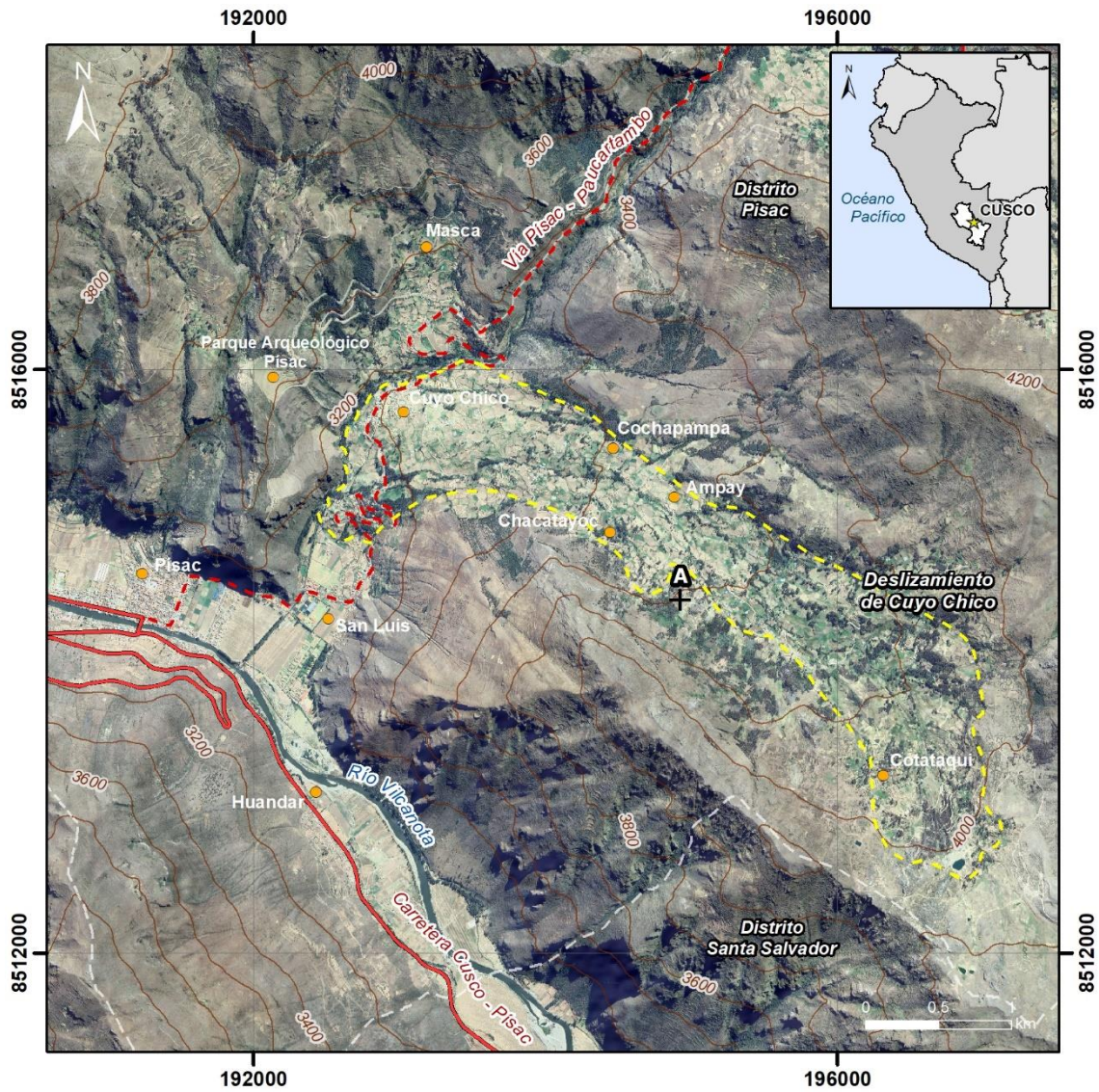


Figura 1. Mapa de ubicación, deslizamiento Cuyo Chico (Ingemmet, 2023).

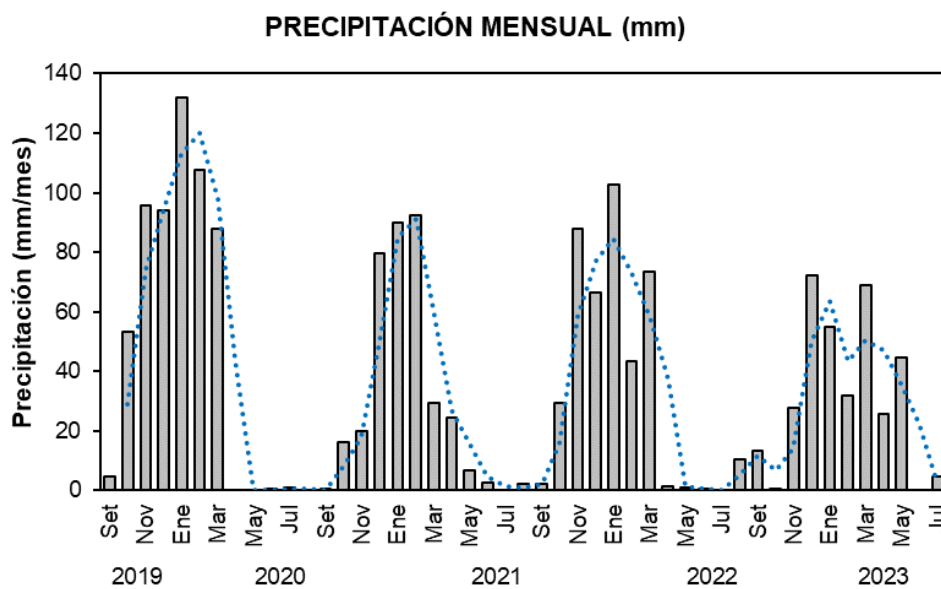


Figura 2. Precipitación mensual registrada por la estación SENAMHI - Pisac (2019-2023). Actualizado de Ingemmet, 2023.

2.2 Aspectos geológicos, geomorfológicos y peligros geológicos

En el deslizamiento e inmediaciones afloran rocas del Paleozoico al Cenozoico y depósitos cuaternarios (GEOCATMIN capas “Mapa Geológico 100K, hoja 27s 1:100,000, Carlotto et al., 1998 revisado por Sánchez & Zapata 2017, “Cuadrángulo de Calca”). Se encuentran principalmente rocas de la Formación Ananea, constituida por pizarras y esquistos pizarrosos intercalados esporádicamente con estratos delgados de cuarciarenitas (Sánchez, A. & Zapata, A., 2003); Grupo Mitu, formaciones Pisac y Pachatusan, constituidas por brechas y conglomerados (con clastos de calizas con fusulinas, volcánicos y cuarcitas), intercalados con areniscas y limolitas rojas y brechas, aglomerados y coladas volcánicas de basaltos, riolitas e ignimbritas; intercaladas con rocas sedimentarias de color rojo violáceo (Carlotto et al., 1996). Los depósitos cuaternarios que afloran en la zona son de origen fluvio-glaciario, aluvial y coluvial, estos últimos, compuestos por bloques y gravas de rocas tipo pizarras, areniscas y volcánicas englobados en una matriz limo-arcillosa, sueltas a medianamente compactas (Ingemmet, 2023). En relación a la neotectónica, al este de Ampay se puede encontrar una falla dextral con componente normal que afecta depósitos coluviales y fluvio-glaciares de edad pleistocena (Benavente et al., 2013).

Geomorfológicamente, la zona constituye un contexto de carácter tectónico-degradacional y denudacional-erosional, de montañas en rocas volcano-sedimentaria y rocas sedimentarias, con huellas de procesos fluvio-erosionales, glaciares y glacio-fluviales, además de laderas con pendientes moderadas a muy fuertes. Las geoformas deposicionales la conforman vertientes glaciares, glaciofluviales, vertientes con depósitos de deslizamientos, piedemontes coluvio-deluviales, piedemontes aluviales y piedemontes aluvio-torrenciales (Vílchez, 2020).

Con relación a los peligros geológicos en el área de estudio se identificaron movimientos en masa como caídas, deslizamientos y otros peligros geológicos como erosión de laderas, inundación y erosión fluvial (GEOCATMIN). Se tienen cartografiados deslizamientos, caídas y procesos de erosión ubicados en las laderas del centro arqueológico de Pisac, en inmediaciones y frente al deslizamiento de Cuyo Chico (Ingemmet, 2020). En lo referente a la susceptibilidad a movimientos en masa (GEOCATMIN), la zona muestra susceptibilidad de media a muy alta.

2.3 Caracterización del deslizamiento de Cuyo Chico

El deslizamiento de Cuyo Chico es un mega evento complejo para el cual se han propuesto modelos geológicos y geodinámicos (Guzmán & Rivera, 2003; Carreño, 2006, Vílchez et al., 2008-inedito). Asimismo, se hicieron descripciones de su estado de actividad (Taípe et al., 2012 y 2017, Ingemmet, 2023).

La caracterización más detallada fue realizada por Vílchez et al. (2008-inedito), que describe al deslizamiento de Cuyo Chico-Ampay, como un mega evento de deslizamiento-flujo de tierra, catalogado como un proceso inactivo-maduro, reactivado. Menciona material movilizado por una longitud de más 4,5 km, extendido de forma alargada y algo lobulada en el extremo distal, de composición arcillo-limo-gravoso, color crema a grisáceo, con presencia de trenes de bloques de cuarcita que alcanzan dimensiones de más de 2 m, en la parte superior del depósito. Se interpreta un movimiento muy lento y progresivo que desvió el curso de la quebrada, a falta de evidencias de depósitos de represamiento quebrada arriba (río Chongo), generados por embalses más rápidos. Sobre el sector con mayor actividad, se menciona que el

mega deslizamiento presenta en su pie o margen izquierda de la quebrada Chongo, diversas reactivaciones de tipo caídas y deslizamientos. También se observan derrumbes relacionados a erosión fluvial. Los movimientos en masa, afectan la carretera de acceso a Pisac, comprometiendo también terrenos de cultivo y viviendas asentadas en la zona. Se describe un deslizamiento rotacional activo entre la progresiva 4+100 al 4+170 cuya escarpa arranca de la carretera produciendo pérdida de la plataforma asfaltada. También está presente un segundo deslizamiento, caracterizado como reptación de suelos intensa (Guzmán & Rivera, 2003), donde el terreno se presenta muy irregular y removido, produciéndose asentamientos, desplazamientos horizontales, pérdida de asfalto, ondulamientos, desniveles, terracetas y grietas entre las progresivas 4+170 al 4+450. El movimiento estaría condicionado por el suelo limo-arcilloso gravoso, pendiente y presencia de agua subterránea, además del inadecuado uso del agua para fines agrícolas.

En relación a la cuantificación de la actividad, los estudios geodésicos de Taipe et al 2012 y 2017 e Ingemmet, 2023, calculan velocidades de lentas a muy lentas. Cabe mencionar que se han realizado interpretaciones que relacionan momentos de mayor precipitación con eventos de aceleración (Ingemmet, 2023), sin embargo, para ser definida, esta relación debe ser estudiada con más datos, tanto geodésicos u otros obtenidos con otras técnicas de monitoreo.



Figura 3. Interpretación general del mega deslizamiento de Cuyo Chico. Se observa el límite inferido del evento antiguo con origen en la parte alta (Ccotataqui). El polígono de color amarillo delimita de forma estimada la zona que actualmente presenta mayor actividad.

3. MONITOREO GEODÉSICO

El deslizamiento de Cuyo Chico ha sido monitoreado desde el 2009, en dos periodos que comprenden 2009-2011 y 2014-2016. El detalle de esos periodos es descrito en Ingemmet, 2023.

A partir del 2021 se retomó el monitoreo con una red de ocho puntos, uno de los cuales corresponde a la red anterior. En mayo del 2022 se instalaron 5 puntos de control adicionales, localizados en las proximidades de las comunidades de Ampay y Ccotataqui. Las mediciones de esta nueva red (13 puntos) se realizaron con receptores GNSS diferenciales de doble frecuencia (Trimble R6 y R-12), aplicando las técnicas de posicionamiento RTK (cinemático en tiempo real, el cual no requiere postproceso) y PPK (cinemático postproceso, mediante el software Trimble Business Center 5.0), durante cinco campañas de monitoreo realizadas el 04 de junio y 02 de diciembre del 2021, 11 de mayo y 16 de setiembre del 2022 y 29 de mayo del 2023. El cálculo de desplazamientos realizado a partir de la diferencia de las coordenadas medidas durante cada campaña, muestra movimientos horizontales y verticales en el cuerpo del deslizamiento por periodo y en total (tabla 1).

Cabe mencionar que, por efectos climáticos, deformación propia la actividad del deslizamiento y otros, en la última campaña de medición no fueron reiterados los puntos CY07 y CY08. También es importante resaltar que, para este reporte, solo se está considerando la zona con más datos. Los puntos de la parte alta se analizarán con más detalle posteriormente, cuando se disponga de más reiteraciones que mejoren el análisis.

3.1 Cinemática

Para el periodo del 4/06/2021 al 2/12/2021 (~ 6 meses) (tabla 1; figura 1), correspondiente a la temporada seca e inicios de la temporada lluviosa 2021-2022, se calcularon desplazamientos horizontales máximos de hasta 11 cm hacia el sur oeste en la estación CY06. Las estaciones CY04, CY07 y CY08, mostraron desplazamientos similares en el rango de 5 a 10 cm.

Para el periodo del 2/12/2021 al 11/05/2022 (~ 5 meses) (tabla 1; figura 1), correspondiente a la temporada lluviosa 2021-2022, se calcularon desplazamientos horizontales máximos de hasta 12 cm hacia el sur oeste en las estaciones CY04 y CY06. Las estaciones CY07 y CY08, mostraron desplazamientos similares en el rango de 6 cm. Hasta este periodo se resalta actividad continua y homogénea en las estaciones con mayores desplazamientos, con un aumento casi nulo en función de la temporada lluviosa.

Para el tercer periodo del 11/05/2022 al 16/09/2022 (~ 4 meses) (tabla 1; figura 1), correspondiente a la temporada seca 2022, se calcularon desplazamientos horizontales máximos menores hacia el sur oeste, de entre 4 y 5 cm en las estaciones CY04, CY06 y CY07. Este periodo fue el que menores desplazamiento registró. Desde inicios del 2021 a finales de este periodo, se calculó un desplazamiento horizontal máximo de 27 cm y hundimiento o desplazamiento vertical de -11 cm (Ingemmet, 2023).

El último periodo monitoreado que comprende del 16/09/2022 al 29/05/2023 (~ 8 meses) (tabla 1; figura 1), correspondiente a finales de la temporada seca 2022 y finales de la temporada lluviosa 2022 - 2023, continúa mostrando actividad permanente en las estaciones CY04 y CY06, con desplazamientos horizontales máximos de entre 11 a 15 cm hacia el sur

oeste. En este periodo resalta un movimiento horizontal homogéneo de entre 5 a 6 cm en todas las estaciones, incluyendo las del norte, cercanas y en el poblado de Cucho Chico, CY01, CY02 y CY03 y la estación CY05 ubicada al sur.

En relación al periodo total, el punto CY04 sirvió para registrar el mayor desplazamiento horizontal de 41 cm hacia el suroeste y mayor desplazamiento vertical de -18 cm, seguido del punto CY06 con valores cercanos en relación al desplazamiento horizontal. De los desplazamientos horizontales totales se estima una velocidad horizontal máxima de hasta ~ 0.2 m/año, equivalente a “muy lenta” según la clasificación de Cruden y Varnes (1996).

Haciendo una comparación entre precipitaciones y desplazamientos entre el 2021 al 2023, se observa proporción entre mayores velocidades y temporada lluviosa, estando presentes desplazamientos permanentes durante periodos secos y lluviosos, este patrón también fue evidenciado al 2022 y refuerza las observaciones de Ingemmet, 2023. Así mismo, durante el 2021-2023 con los datos geodésicos disponibles, no se observa un momento de aceleración de mayor magnitud, lo cual sugiere que es necesaria mayor saturación de agua en el terreno u otras condiciones y detonantes que generen momentos de aceleración similares a los documentados por Guzmán & Rivera (2003) y Taípe et al., (2012).

Para conocer de forma más precisa la variación de velocidades mediante geodesia, se requieren reiteraciones en intervalos de tiempo más cortos o un sistema de monitoreo con estaciones permanentes. Tener más datos de aceleración y desaceleración sería útil para determinar detonantes antrópicos, climáticos u otros, que estén influyendo en las zonas de mayor deformación del deslizamiento.

Tabla 1. Desplazamientos medidos en el deslizamiento de Cuyo Chico, periodo 2021 – 2023.

Puntos de control GNSS	Primer periodo 4/06/2021 al 2/12/2021 (~6 meses)				Segundo periodo 2/12/2021 al 11/05/2022 (~5 meses)				Tercer periodo 11/05/2022 al 16/09/2022 (~4 meses)				Cuarto periodo 16/09/2022 al 29/05/2023 (~8 meses)				Periodo total 4/06/2021 al 29/05/2023 (~24 meses)			
	$\Delta E(x)$	$\Delta N(y)$	ΔZ	$\Delta E-N$ xy	$\Delta E(x)$	$\Delta N(y)$	ΔZ	$\Delta E-N$ xy	$\Delta E(x)$	$\Delta N(y)$	ΔZ	$\Delta E-N$ xy	$\Delta E(x)$	$\Delta N(y)$	ΔZ	$\Delta E-N$ xy	$\Delta E(x)$	$\Delta N(y)$	ΔZ	$\Delta E-N$ xy
	CY01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	-0.05	-0.01	-0.02	0.06	-0.03	0.02	0.01
CY02	0.00	-0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	-0.01	0.03	-0.01	-0.01	0.01	0.02	-0.05	0.00	-0.02	0.06	-0.07	0.01	-0.01	0.07
CY03	-0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.02	0.00	0.02	0.02	-0.06	-0.01	-0.02	0.06	-0.08	0.01	0.00	0.08
CY04	-0.09	-0.01	-0.03	0.09	-0.12	-0.01	-0.07	0.12	-0.05	0.00	-0.01	0.05	-0.14	-0.04	-0.06	0.15	-0.41	-0.06	-0.18	0.41
CY05	-0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	-0.02	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	-0.05	-0.02	-0.03	0.05	-0.04	-0.01	0.00	0.04
CY06	-0.11	-0.02	-0.01	0.11	-0.10	-0.07	-0.04	0.12	-0.04	-0.01	-0.02	0.04	-0.11	-0.04	-0.02	0.11	-0.35	-0.14	-0.09	0.38
CY07	-0.06	-0.02	0.01	0.07	-0.06	-0.03	-0.05	0.06	-0.05	-0.02	0.03	0.05								
CY08	-0.03	-0.03	0.05	0.05	-0.06	-0.01	0.00	0.06	-0.02	-0.02	0.03	0.02								
CY09									-0.02	-0.01	0.00	0.02	-0.03	0.02	0.03	0.03				
CY10									0.03	0.01	-0.05	0.03	-0.02	0.02	0.00	0.02				
CY11									0.01	-0.02	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.03				
CY12									0.03	0.01	0.00	0.03	-0.02	0.02	0.00	0.03				
CY13									-0.01	-0.02	-0.01	0.02	-0.01	0.01	0.00	0.02				
dmax	0.01	0.01	0.05	0.11	0.01	0.03	0.00	0.12	0.03	0.01	0.03	0.05	0.02	0.02	0.03	0.15	-0.03	0.02	0.01	0.41
dmin	-0.11	-0.03	-0.03	0.01	-0.12	-0.07	-0.07	0.01	-0.05	-0.02	-0.05	0.01	-0.14	-0.04	-0.06	0.02	-0.41	-0.14	-0.18	0.03

Nota: $\Delta E(x)$ =desplazamiento en el eje x, este o longitud; $\Delta N(y)$ =desplazamiento en el eje y, norte o latitud; ΔZ =desplazamiento en el eje z o altura; $\Delta E-N(xy)$ =desplazamiento horizontal "xy", en plano, valor absoluto.

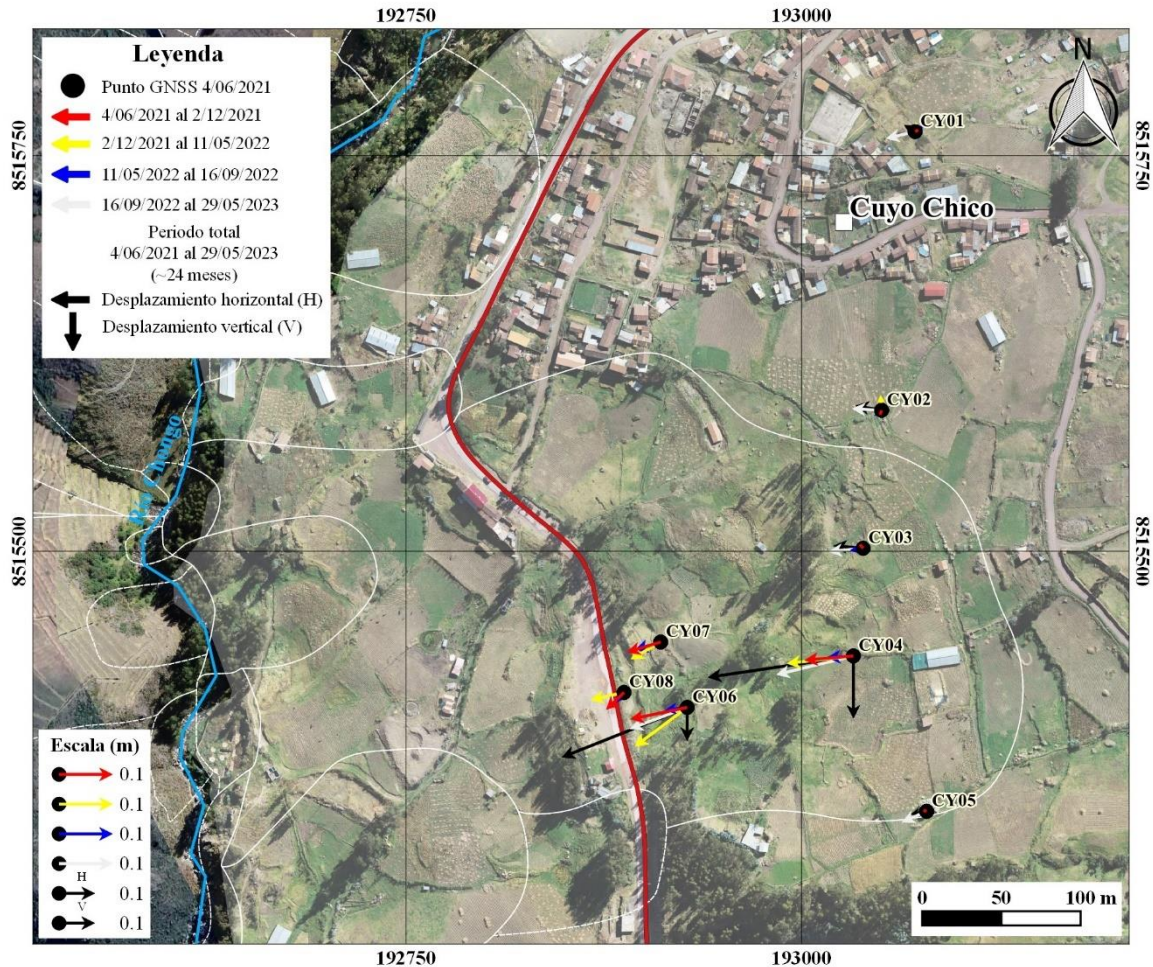


Figura 4. Mapa de vectores de desplazamiento del deslizamiento de Cuyo Chico. El mapa muestra las magnitudes y direcciones de los desplazamientos de la red de puntos de control temporal, correspondientes a los periodos estudiados (tabla 1). Se observa que la dirección de los movimientos predominante fue hacia el suroeste (a favor de la pendiente, en dirección al río). Las líneas de color blanco corresponden a los eventos de movimientos en masa de la zona (Ingemmet, 2020), zona de mayor actividad (deslizamientos y reptación). La escala de los vectores ha sido exagerada en diferente proporción con fines de visualización.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✓ Los datos de monitoreo geodésico obtenidos durante cinco campañas de medición, entre el 2021 y 2023 muestran actividad (desplazamientos verticales, horizontales, deformación del terreno) continua en el deslizamiento de Cuyo Chico - Sector carretera y centro poblado. La zona con mayores movimientos calculados se ubica entre los puntos CY04, CY06, CY07 y CY08, al este del tramo carretero. El punto del centro poblado (CY01) y los de su lado sur (CY02 y CY03), registraron desplazamientos resaltantes en el último periodo. En base a los mayores desplazamientos se estima para la zona, una velocidad máxima actual de ~ 0.2 m/año con dirección al suroeste. Esta velocidad puede variar de presentarse cambio de condiciones y detonantes futuros. **Ver figura 4, tabla 1, apartado 3.1 Cinemática.**
- ✓ Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas analizadas con datos de monitoreo del presente informe y en anteriores, se reitera la consideración del deslizamiento de Cuyo Chico, como zona crítica de peligro Muy Alto a la ocurrencia de movimientos en masa y otros peligros geológicos, que pueden ser desencadenados por sismos, precipitaciones extraordinarias, o detonantes antrópicos (riego indiscriminado, cortes en el talud). Consecuentemente, persiste la condición de avance progresivo de la masa deslizada; además, también persiste el posible carácter retrogresivo de la corona hacia terrenos de cultivo u otras direcciones aledañas en su ámbito, como viviendas u otras infraestructuras de la localidad.

Recomendaciones

Dado que los datos de monitoreo muestran actividad continua a lo largo de diferentes periodos de monitoreo y que no es predecible un sismo de gran magnitud y/o una temporada climática con lluvias extraordinarias que acelere el deslizamiento, se reiteran las recomendaciones del informe de monitoreo anterior elaborado por el Ingemmet en el 2023 (ANEXO 1), según corresponda.

En función a los últimos datos de monitoreo:

- ✓ Se hace énfasis a la recomendación **“1. Permanecer alerta e informar al personal de INDICE o GRD local, sobre la aparición de nuevas grietas en viviendas, el suelo o ante la ocurrencia de hundimientos”**, del informe (A7405 Ingemmet, 2023), por los movimientos calculados el último periodo, en el punto del pueblo y cercanos.
- ✓ Mejorar la monumentación y señalización de la red de monitoreo temporal actual implementada por el Ingemmet, a fin de tener lugares fijos que puedan ser utilizados para reiteraciones futuras, de uso común.
- ✓ No alterar ni retirar los puntos de monitoreo puesto que son una herramienta importante para la prevención, en la gestión de riesgo de desastres.
- ✓ Ampliar la red de monitoreo temporal dentro del centro poblado de Cuyo Chico, entre el río Chongo y carretera Paucartambo-Pisac a la altura del centro poblado y en la carretera hacia Ccotataqui.


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Luis Angel Albinoz Baca
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 222658


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

BIBLIOGRAFÍA

Benavente, C.; Delgado, F.; Taípe, E.; Audin, L. & Pari, W. (2013) - Neotectónica y peligro sísmico en la región del Cusco. Ingemmet. Boletín, Serie C: Geología Ambiental y Riesgo Geológico, 55, 245 p., 1 mapa.

Carlotto V., Gil W., Cárdenas J., Chávez R. & Vallenás V. (1996). Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. Boletín N° 65 Serie A: Carta Geológica Nacional. (Hojas 27r y 27s). Ingemmet. Lima.

Carreño, C. (2006) Diagnostico de peligros geodinámicos en los parques Arqueológicos de Písaq y Ollantaytambo-Cusco. Boletín del instituto francés de Estudios Andinos, año/vol. 35, número 002. pp. 97- 120. Lima: Intituto Frances de Estudios Andinos.

Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36–75.

Guzmán, A.; Rivera, M. & Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2003). Inspección de los peligros en las comunidades de Cuyo Chico, Ampay, Ccotataqui. Distrito Pisac, provincia Calca, departamento de Cusco. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A5882, 27 p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Monitoreo del deslizamiento de Cuyo Chico periodo 2021 - 2022, distrito Pisac, provincia Calca, departamento Cusco. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7405, 27 p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el río Kitamayo., distrito de Pisac, provincia de Calca, departamento de Cusco. Lima: Ingemmet. Informe Técnico A7062, 25 p.

Sánchez, A., Zapata, A. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Pícha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q), Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) y Ayapata (28-v). Escala 1:100 000. Ingemmet, 51p, 15 mapas.

Taípe, E. (2017). Monitoreo geodésico de fallas activas en la región Cusco-Periodo 2017, Ingemmet, 26 p.

Taípe, E., Benavente, C., Vilchez, M., Delgado, F. (2012). Deslizamiento activo de Cuyo Chico. Resultados preliminares del monitoreo con GPS, Ingemmet, 6p.

Vilchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligro geológico en la región Cusco. Ingemmet, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 202 p, 9 mapas.

ANEXO 1

Recomendaciones “Monitoreo del deslizamiento de Cuyo Chico periodo 2021 - 2022, distrito Pisac, provincia Calca, departamento Cusco, Informe Técnico A7405, 2023”

4. RECOMENDACIONES

1. Permanecer alerta e informar al personal de INDICE o GRD local, sobre la aparición de nuevas grietas en viviendas, el suelo o ante la ocurrencia de hundimientos.
2. Limitar o prohibir construcciones en zonas de peligro, que hayan sido afectadas o inventariadas anteriormente por movimientos en masa locales.
3. De intensificarse la deformación y ampliarse sectores inestables (reptación), contemplar la posibilidad de reubicación del poblado de Cuyo Chico, puesto que la zona representa peligro para la seguridad de los pobladores ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud, lluvias extraordinarias o excepcionales y factores antrópicos.
4. Practicar riego tecnificado (goteo u otros según el tiempo y cantidad de agua suficiente que requiera el cultivo). Impermeabilizar canales y darles mantenimiento permanente. Debe evitarse dejar discurrir el agua por más horas de las que se necesite para el tipo de cultivo sembrado. El correcto uso del riego debe ser planificado por especialistas en el tema y supervisado por las entidades competentes. Así mismo, deben restringirse cultivos tras la corona de la zona más activa para evitar posibles acumulaciones de agua generadas por fugas o excesos de riego.
5. Continuar con el monitoreo del deslizamiento de Cuyo Chico. Instalar estaciones de monitoreo permanente.

ING. LUIS ALBÍNEZ BACA

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