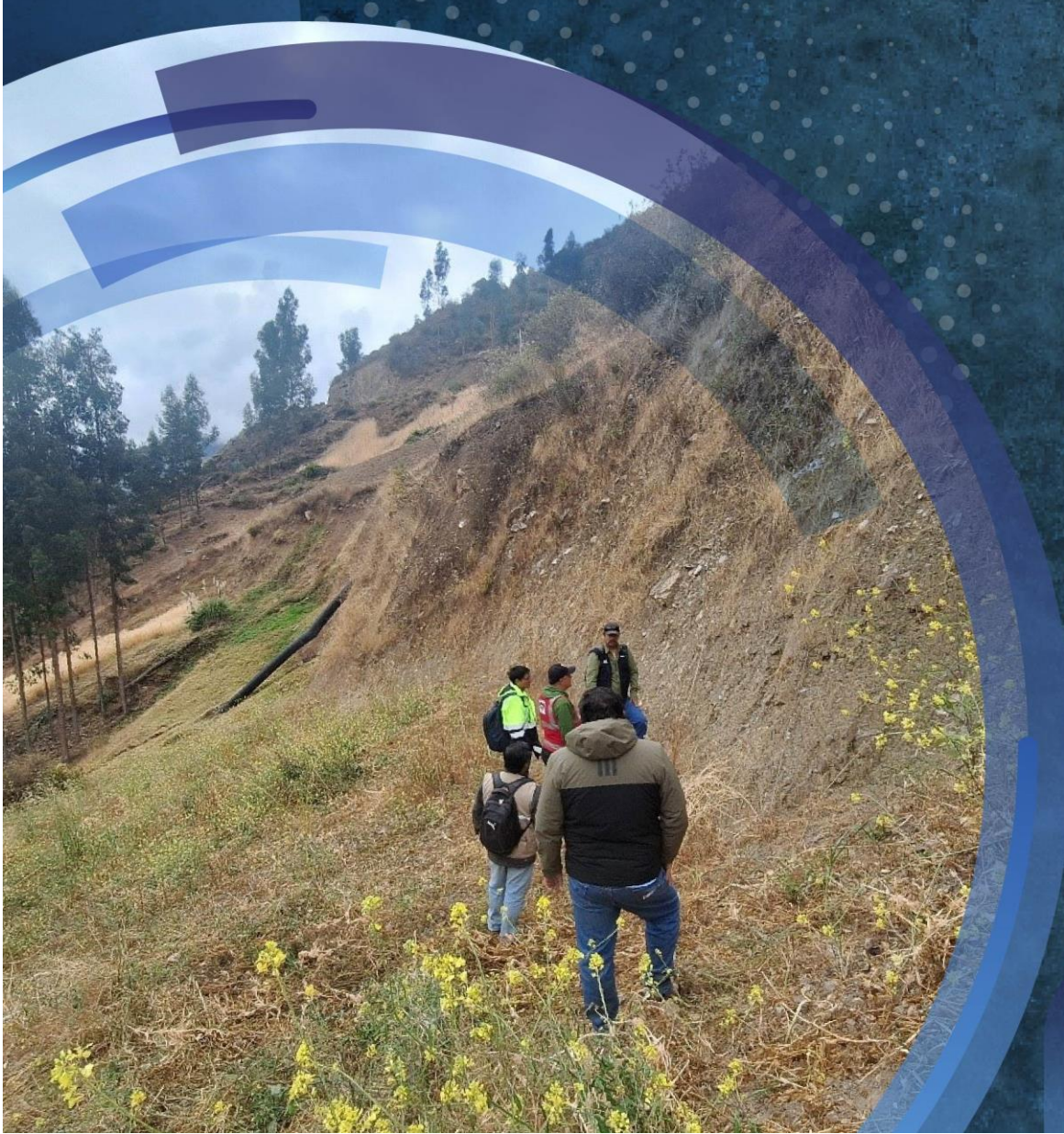


Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
Opinión Técnica N° 18-2024

**EVALUACIÓN TÉCNICA DEL ESTADO ACTUAL
DEL DESLIZAMIENTO DE NUNUPATA**

Departamento Ancash
Provincia Huari
Distrito Chavin de Huántar



**Agosto
2024**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. UBICACIÓN	3
2.1. Accesibilidad.....	4
2.2. Población	5
2.3. Clima.....	5
3. ANTECEDENTES O TRABAJOS ANTERIORES	5
4. ANÁLISIS	7
4.1. Contexto geológico y geomorfológico	7
4.2. Estado actual del deslizamiento de Nunupata	7
5. CONCLUSIONES	13
6. RECOMENDACIONES	14
7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	15

OPINIÓN TÉCNICA

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL ESTADO ACTUAL DEL DESLIZAMIENTO DE NUNUPATA

(Distrito de Chavín de Huántar, provincia de Huari, departamento Ancash)

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico, desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Asistencia Técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional, de esta manera, contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico.

En atención al Oficio N° 423-2024-MDChH/A, el alcalde de la Municipalidad Distrital de Chavín de Huántar, solicita una Opinión técnica sobre el estado actual del deslizamiento de Nunupata.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Guisela Choquenaira y Fabrizio Delgado realizar dicha inspección técnica, llevada a cabo el día 11 de junio del 2024. La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información y los datos obtenidos durante la inspección de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron, cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad distrital de Chavín de Huántar y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2. UBICACIÓN

El área evaluada se encuentra en la margen derecha del río Huachecsa, a 2.5 km, al suroeste de la localidad de Chavín de Huántar. Políticamente, pertenece al distrito de Chavín de Huántar, provincia de Huari, departamento de Ancash (figura 1); en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) (tabla 1):

Tabla 1. Coordenadas del área evaluada

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	258579	8939268	9°35'20.02"	77°11'58.61"
2	259228	8939338	9°35'17.88"	77°11'37.32"
3	259299	8938238	9°35'53.68"	77°11'35.22"
4	258666	8938360	9°35'49.58"	77°11'55.95"
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	259096	8938837	9°35'34.15"	77°11'41.75"

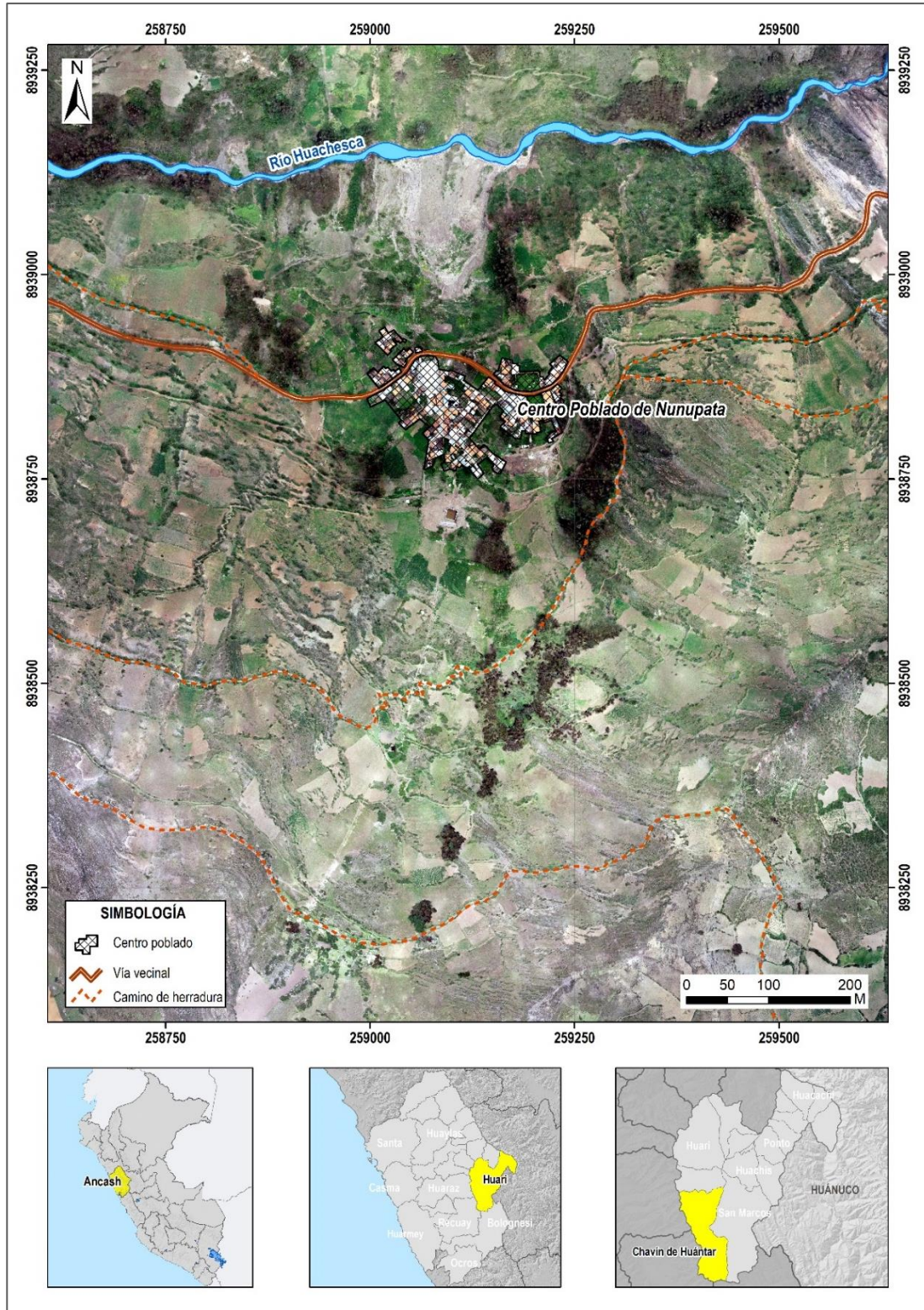


Figura 1. Mapa de ubicación del área evaluada.

2.1. Accesibilidad

Se accede por vía terrestre desde la ciudad de Lima (Ingemmet-sede central), mediante la siguiente ruta (cuadro 1):

Cuadro 1. Rutas y accesos al área evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Catac	Carretera asfaltada	367	6h 18 minutos
Catac – Chavín de Huántar	Carretera asfaltada	67.2	1h 21 minutos
Chavín de Huántar - Nunupata	Trocha carrozable	6.2 km	20 minutos

2.2. Población

Según el sistema de Información geográfica del Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI, 2017), la distribución poblacional del centro poblado de Nunupata asciende a 150 Habitantes (varones, mujeres y niños), y 60 viviendas censadas. <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

Con apoyo de los trabajos de campo se evidencia que las viviendas de Nunupata están construidas en su mayoría de material rústico (adobes), además cuenta con una Institución educativa y cancha deportiva, ubicadas sobre el cuerpo del deslizamiento antiguo en proceso de reactivación.

2.3. Clima

El tipo climático de la zona, según la clasificación de Kopen, corresponde a un clima “templado moderado lluvioso”, con inviernos secos, la temperatura máxima varía entre 16° a 20°, las mínimas varían entre 4° y 8°, siendo la temperatura media anual de 18°. La precipitación anual entre en el periodo septiembre – mayo varía entre 1200 a 1400 mm (Fuente: SENAMHI).

3. ANTECEDENTES O TRABAJOS ANTERIORES

Entre los principales estudios realizados a nivel local en el distrito de Chavin de Huántar, se pueden mencionar:

- A. Informe técnico N° A7423 “Evaluación Ingeniero Geológica en el centro poblado de Nunupata” (Choquenaira, et al, 2023). En el cual recomiendan monitorear el desplazamiento: instalando puntos de control en la ladera y midiendo el desplazamiento relativo en función del espacio y tiempo (figura 2).
- B. Informe técnico N° A7312 “Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en el centro poblado de Nunupata” (Choquenaira, et al, 2022). Describe y tipifica los deslizamientos reactivados, que podrían represar el cauce del río Huachecsa, cuyo desembalse podría afectar al Centro Arqueológico de Chavín de Huántar y viviendas de la localidad de Chavín de Huántar, que se encuentran localizados a 2.5 km aguas abajo del deslizamiento de Nunupata.
- C. Informe técnico N° A7361 “Peligos geológicos y zonas críticas entre Chavín de Huántar y Pomachaca” (Choquenaira, et al., 2023). Describe la cartografía realizada entre Chavín de Huántar y Pomachaca, a escala 1/25 000, donde el centro poblado de Nunupata es considerado como zona crítica y peligro muy alto a deslizamientos.

- D. Informe técnico. Movimientos en masa en la cuenca del río Huachecsa, Chavín de Huántar (Fidel, S., et al 2007). Describe la cartografía de peligros geológicos a escala 1:25 000, donde identificaron deslizamientos, derrumbes en la ladera noreste del cerro Cruz de Shallapa (figura 1), Así mismo, identificaron flujos de detritos que afectaron la localidad de Chavín de Huántar y el centro Arqueológico del mismo nombre, presentando hasta tres eventos de gran magnitud.
- E. Boletín N° 38, serie C: Riesgos Geológicos en la Región Áncash, realizado por Zavala, B. et al 2009; mencionan que el aluvión del 17 de enero de 1945, afectó parcialmente al complejo arqueológico de Chavín de Huántar y ocasionó 400 muertos. Este sector es considerado como de alta susceptibilidad a movimientos en masa y como zona crítica a peligros geológicos.

El estudio también realiza un análisis de susceptibilidad a movimientos en masa presentado en un mapa a escala 1: 250 000, donde el cerro Cruz de Shallapa y la localidad de Chavín de Huántar, se encuentran en zona de susceptibilidad Muy Alta. Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

- F. Informe técnico. Primer reporte “Zonas críticas por peligro geológico y geohidrológico en la región Ancash” (Zavala, 2007), determinó que el valle del río Mosna hasta la localidad de Puchca como **Zona Crítica (44)**, debido a la peligrosidad que representa ante la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y flujo de detritos, con evidencia de aluviones históricos en el valle.

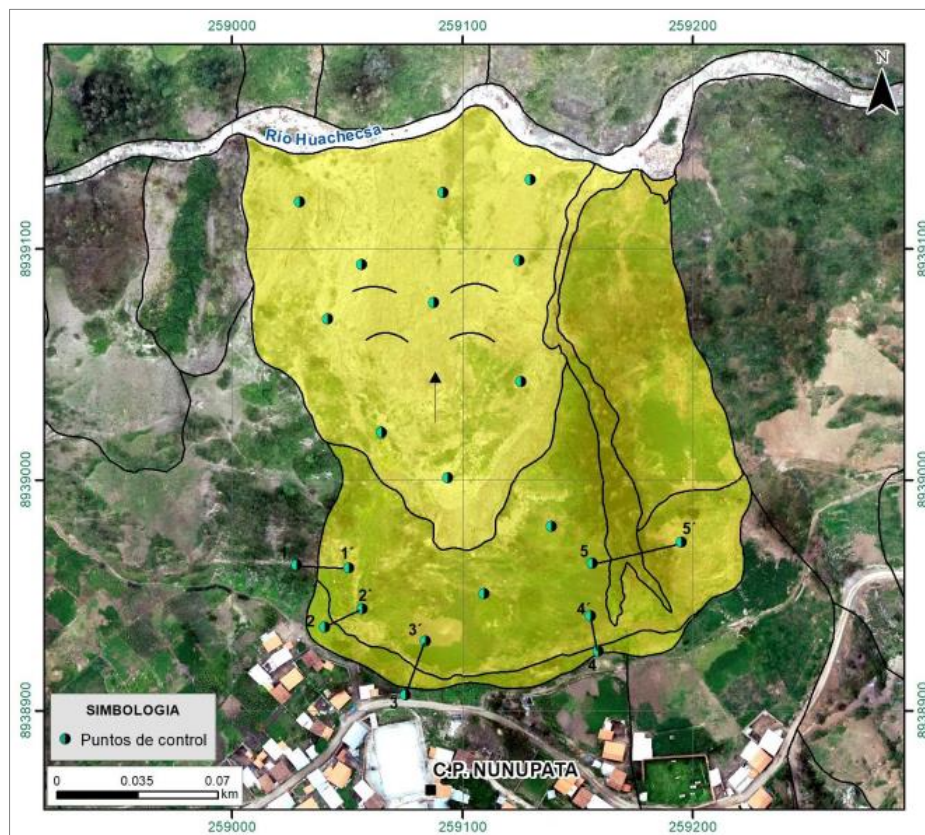


Figura 2. Mapa propuesto para monitoreo con estacas o puntos gps. (Tomado de Choquenaira et al., 2022).

4. ANÁLISIS

4.1. Contexto geológico y geomorfológico

El deslizamiento de Nunupata, se desarrolla principalmente sobre secuencias sedimentarias de areniscas de grano fino a medio, color gris blanquecinas y verdosas, intercaladas con lutitas y limolitas abirragadas de la Formación Carhuaz, dispuestas en niveles que varían de 0.10 m a 1.2 m, con presencia de óxidos y surgencias de agua, dispuestas en dirección suroeste, con una inclinación de 65° hacia el lado este y 35° en la parte alta. Las areniscas se presentan medianamente fracturadas formando tres familias de discontinuidades y moderadamente meteorizadas en las caras expuestas.

Hacia la parte alta de Nunupata afloran areniscas cuarzosas intercaladas con niveles de calizas grises y ferruginosas, que pasan hacia la parte superior a bancos medianos de calizas grises y negras intercaladas con algunos niveles de limoarcillitas gris oscuras de la Formación Pariahuanca; además de calizas negras con venillas de calcita de la Formación Chulec, proyectadas al flanco izquierdo del deslizamiento en dirección suroeste, con una inclinación de 72°. En zonas puntuales, este afloramiento presenta estructura de lapiaz debido a la erosión que genera el agua de escorrentía pluvial. La presencia de fósiles en esta Formación es abundante.

Todas las litologías antes mencionadas, se encuentran cubiertos por depósitos inconsolidados, denominados coluviales y coluvio deluviales. El primero está compuesto por fragmentos líticos de origen sedimentario, angulosos a subangulosos con diámetros de hasta 1.5 m, gravas, arenas medias a gruesas con contenidos de limos y arcillas. Estos depósitos se han originado por meteorización y destrucción mecánica de las rocas preexistentes, así como por depositación gravitacional, produciéndose acumulaciones en la base de las laderas; condicionando la formación de escarpas de deslizamientos desde la parte alta hacia Nunupata.

Los depósitos coluvio-deluviales están compuestos por fragmentos angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.02 a 0.17 m (15%) envueltos en una matriz de arenas medias a gruesas (35%) con contenidos de limos (45 %) y ligero contenido de arcillas (5%). Según sus características ingeniero geológicas presenta estructura masiva, heterogeneidad en su composición, variabilidad de sus propiedades mecánicas y espesores, porosos, y de baja plasticidad.

Por otro lado, hacia el pie del deslizamiento, flanco derecho, se observó la presencia de un afloramiento rocoso de areniscas de grano fino, color verde grisáceo, con contenido de óxidos en las partes superficiales, intercaladas con limoarcillitas muy fracturadas y meteorizadas, lo cual estaría sirviendo como contención a la masa deslizada. Así mismo, funciona como barrera al estrechar el curso natural del río Huachecsa, formando en esa zona una morfología encañonada (~3 m de ancho).

4.2. Estado actual del deslizamiento de Nunupata

El centro poblado Nunupata y alrededores involucra cuatro depósitos de deslizamientos, denominados D1, D2, D3 y D4, de los cuales los deslizamientos D3 y D4 se han reactivado en los últimos años, que a continuación se describen:

El deslizamiento de Nunupata (D-4; figura 3), viene a ser un deslizamiento de tipo rotacional el cual está reactivado por sectores, posee un área de aproximadamente 2.0 Ha. Presenta

una corona de forma semicircular - elongada de 145 m de longitud, un salto principal de 5 m, con un ancho promedio de 100 m en la zona media y una distancia entre la corona y pie del deslizamiento de 186 m.

El escarpe del deslizamiento presenta una pendiente $>45^\circ$, mientras que el cuerpo muestra una inclinación de 35° , lo que facilita que el material detrítico, poco consolidado se erosione y remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad, y por acción del agua de escorrentía pluvial el cual se filtra en el depósito. Al pie del deslizamiento (zona media), se tiene afloramiento rocoso; el cual estaría sirviendo como contención para que la masa no acelere su movimiento y se deslice; sin embargo, está siendo incisado por el río Huachecsa, formando en esa zona una morfología encañonada.

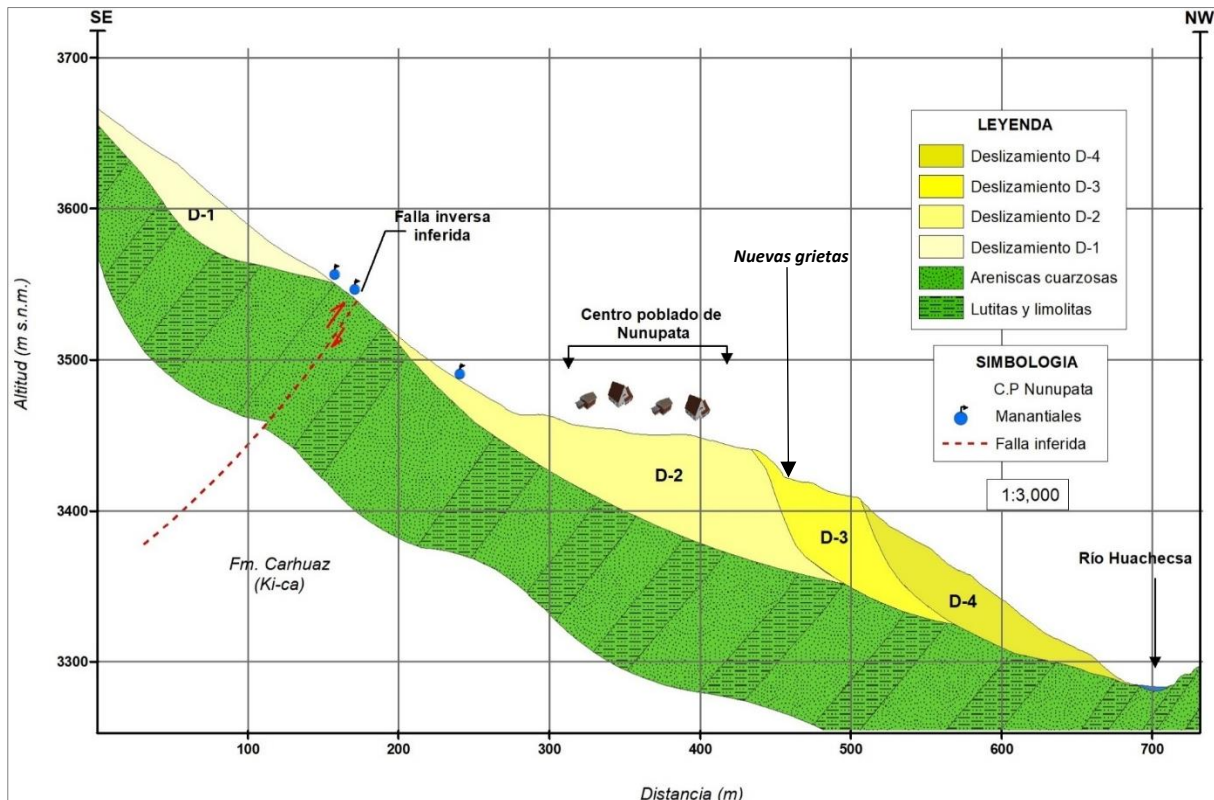


Figura 3. Perfil geológico que evidencia los diferentes depósitos formados por la reactivación de deslizamientos. Modificado de G. Choquenaira (2023).

Dentro de los antecedentes de actividad de este deslizamiento, se tiene que, a inicios del 2023, continuó el movimiento y deformación por sectores; evidenciado por múltiples agrietamientos longitudinales en la zona posterior a la corona, llegando a presentar grietas con aperturas de 20 cm en promedio a lo largo de hasta 70 cm de longitud en el terreno.

Durante la inspección realizada el 11 de julio del 2024, se observó que el depósito del deslizamiento D3 (figura 3) continua con un movimiento vertical, muestra de este movimiento viene a ser el tubo de riego que actualmente está expuesto en superficie, con un desnivel de 1.8 m del suelo en comparación al año 2022 (figura 4) en la cual este tubo se encontraba cubierto en el subsuelo. Este hecho infiere que en este periodo el deslizamiento tuvo un avance de forma progresiva - vertical, y en dirección al río Huachecsa.

En la base de la escarpa del deslizamiento D3, que tiene ~7 m de altura, se observan agrietamientos (figura 5), estos son similares a los evidenciados en la inspección del año 2022.

Estas grietas se distribuyen a lo largo de toda la base de la escarpa (figura 6). La aparición de estos desplazamientos en el terreno nos indica que el deslizamiento es activo y continuará moviéndose de forma progresiva.

Así también en el cuerpo del deslizamiento D3, justamente en la zona posterior al deslizamiento D4, se ha observado levantamiento del terreno por empuje de los esfuerzos desestabilizadores que ejercen ladera arriba (figura 7).

Al Este de la tubería, se evidencia filtraciones de agua (figura 8), incrementando la humedad y saturación del terreno producto del continuo riego en los terrenos de cultivo. Es importante mencionar que, mientras más saturado se encuentre un terreno de agua, tiene más probabilidad de deslizarse.



Figura 4. Escarpe del deslizamiento D3, se observa movimientos verticales dejando expuesto el tubo colector de agua. Se puede ver que este tubo el año 2022 estaba enterrado en el subsuelo, pero en la actualidad está expuesto. La línea amarilla muestra el escarpe del deslizamiento y la línea punteada de color blanco muestra el último movimiento vertical de 1.80 m.



Figura 5. Vista de agrietamientos longitudinales producidos en la base del escarpe del deslizamiento D3.

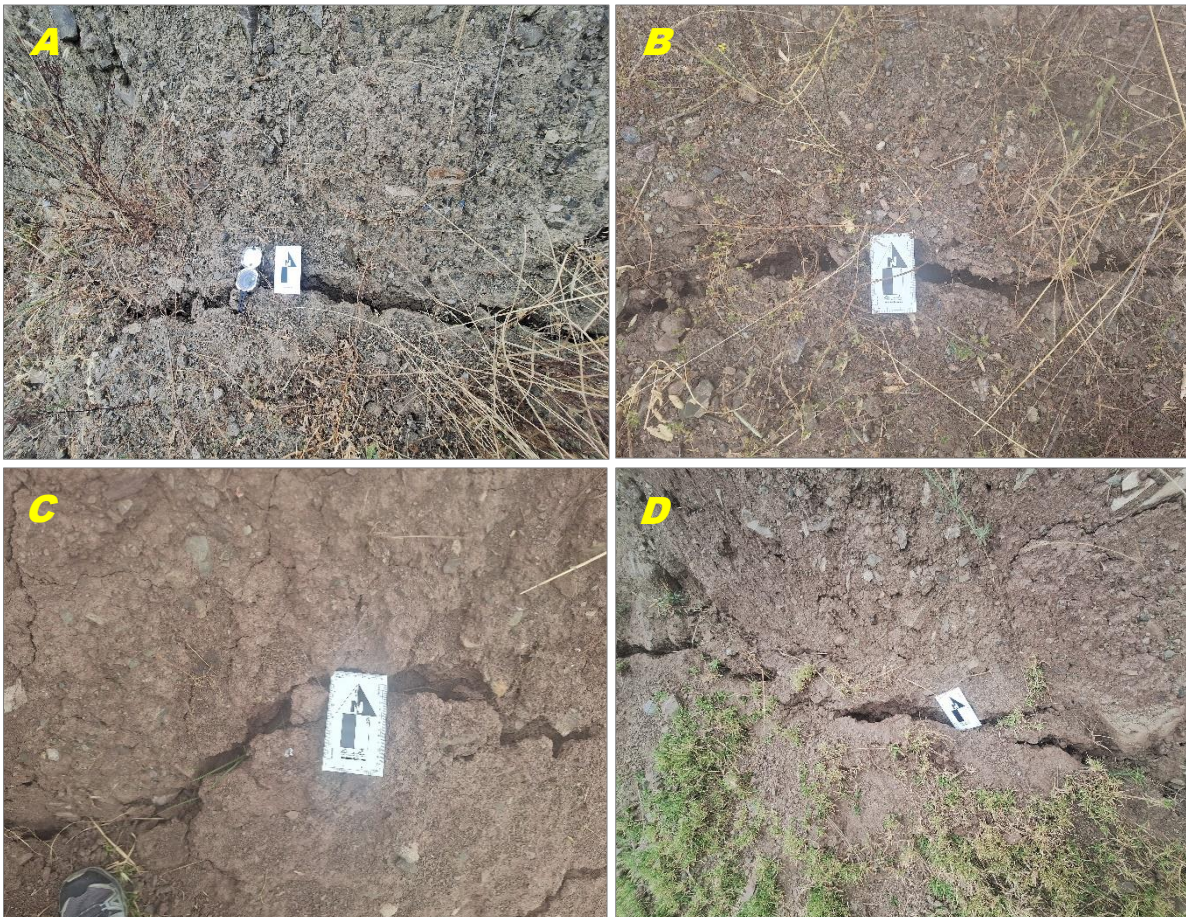


Figura 6. A, B, C y D) Evidencia de agrietamientos con aberturas centimétricas a lo largo de la base del escarpe del deslizamiento D3.



Figura 7. Para el 2024, la zona delimitada en círculo blanco se ha desplazado, formando un bloque basculado de 2.2 m, en dirección al río Huachecsa.



Figura 8. Zona húmeda y saturada originada por la constante filtración de agua que proviene desde la parte alta de Nunupata.

En el cuerpo del deslizamiento D2, donde actualmente se encuentran ubicadas las viviendas, infraestructura y vías de acceso del centro poblado, se ha observado grietas en las paredes de algunas viviendas (fotografía 1), así como también en el muro de la Institución Educativa Inicial (fotografía 2), en dirección al norte, es decir a favor de la pendiente.



Fotografía 1. Grieta en el interior de una vivienda en el centro poblado Nunupata, producto de la deformación del terreno.



Fotografía 2. Vista de la pared agrietada de la Institución Educativa Inicial del centro poblado Nunupata.

5. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica y geodinámica realizado en campo sobre el estado actual del deslizamiento de Nunupata, emitimos las siguientes conclusiones:

1. Según el análisis multitemporal de registros fotográficos de los años 2022 y 2024 en el deslizamiento de Nunupata, se ha observado un desplazamiento vertical de aproximadamente 1.8 m en dirección al río Huachecsa, evidenciado por el desnivel de la tubería de riego, lo cual muestra el avance progresivo y activo del evento.
2. Durante la inspección de campo se ha observado nuevos agrietamientos longitudinales en la base de la escarpa del deslizamiento D3, similar a lo evidenciado en la inspección del año 2022 donde los agrietamientos han ido incrementado hasta desplazarse ladera abajo.
3. Se reitera la conclusión que el uso inadecuado de riego usado para los cultivos de alfalfa (riego por aspersión las 24 horas del día) en el cuerpo y áreas adyacentes del deslizamiento de Nunupata, está generando mayor saturación de agua e incrementando el peso del terreno, acelerando la deformación del terreno.

6. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones con la finalidad de reducir y/o mitigar el impacto de peligros asociados a deslizamientos en el centro poblado Nunupata.

Se recomienda que los diseños y ejecuciones de las obras señaladas líneas abajo, deben ser realizadas por personal especializado en geotecnia:

1. Debido al avance progresivo del deslizamiento D3 del centro poblado Nunupata, como medida preventiva, reubicar a las viviendas asentadas en la parte posterior de dicho evento (cuerpo del deslizamiento 2).
2. Monitoreo permanente de los deslizamientos D2, D3 y D4 mapeados en la figura 3, a través de la instalación de puntos de control en la ladera y la medición del desplazamiento relativo en función del espacio y tiempo. Se puede implementar puntos de control de GPS, para con ello conocer la velocidad de movimiento en periodos secos y húmedos. Utilizar GPS de precisión (GPS diferencial).
En base al monitoreo que se propone se debe establecer un Sistema de Alerta Temprana (SAT).
3. Determinar el tipo de medidas estructurales a realizar, en base al estudio de detalle, entre ellos la construcción de zanjas de coronación impermeabilizados por encima de la corona del deslizamiento D-2 de Nunupata, con el propósito de captar las aguas de escorrentía que se formen en la ladera superior de los deslizamientos, derivándolas hacia quebradas próximas por medio de canales revestidos o drenes tipo "francés". Así mismo, implementar sistemas subdrenaje, tipo espina de pez en la ladera sur que circunda el centro poblado, el cual reducirá las presiones intersticiales, como los indicados en el Anexo 2.
4. Reemplazar el cultivo de alfalfa en la zona, ya que esta al requerir mucha agua para su cultivo, tiende a producir la inestabilidad de los taludes (genera saturación de los terrenos). Este es considerado uno de los principales factores que está acelerando la reactivación del deslizamiento de Nunupata.
5. Es importante iniciar con la implementación de planes de forestación en las laderas que circunscriben, por el lado sur, al centro poblado de Nunupata, con plantaciones nativas, ya que las raíces de la vegetación ayudan a estabilizar el suelo y reducir la erosión, lo que disminuirá la cantidad de material que podría ser erosionado. Así mismo coadyuvará en la reducción de infiltración de agua pluvial sobre el terreno.
6. Restringir el vertimiento de aguas de uso doméstico, siendo necesario la construcción de sistemas adecuados de desagüe.
7. Contemplar la construcción de un muro que proteja el del deslizamiento, ante la erosión que genera el río Huachecsa.

.....
Ing. GUISELA CHOQUENAIRA GARATE
Especialista en movimientos en masa
INGEMMET

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Choquenaira Garate, G., Núñez Juárez, S., Fidel Smoll, L., Núñez Peredo, M., & Ccorimanya Chalco, E. (2022). *Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en el centro poblado Nunupata*. Distrito Chavín de Huántar, provincia Huari, departamento Ancash. Lima: Ingemmet. Informe Técnico A7312, 46 p.: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico.
2. Choquenaira Garate G., Huayta Pacco, R., Núñez Peredo, M., Luna Guillen, G., Ccorimanya Chalco, E., Fidel Smoll, L. (2023). Evaluación ingeniero – geológica en el cerro Cruz de Shallapa. Distrito de Chavín de Huántar; provincia Huari; departamento de Ancash. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico Lima. Ingemmet, Informe Técnico A7371, 68 p.
3. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Peligros geológicos y zonas críticas entre Chavín de Huántar y Pomachaca. Distritos Chavín de Huántar, San Marcos, Huántar, Huachis y Huari; provincia Huari; departamento Áncash. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7361, 66p.
4. Zavala, B; Valderrama, P; Pari, W; Luque, G; Barrantes, R (2009) - Riesgos geológicos en la región Ancash. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 38.