

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7706**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR HUANCHILCA

Departamento: La Libertad

Provincia: Pataz

Distrito: Chillia



DICIEMBRE  
2025

## EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR HUANCHILCA

(Distrito Chillia, Provincia Pataz, Departamento La Libertad)



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

*Equipo técnico:*

*Wilson Gómez Cahuaya  
Guisela Choquenaira Garate*

### **Referencia bibliográfica**

*Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). "Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Huanchilca". Distrito Chillia, Provincia Pataz, Departamento La Libertad, Informe Técnico N°A7706, Ingemmet 40p.*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Objetivos del estudio .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Aspectos generales.....</b>	<b>5</b>
1.3.1. Ubicación.....	5
1.3.2. Población.....	6
1.3.3. Accesibilidad.....	7
1.3.4. Clima .....	8
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>9</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Unidades litoestratigráficas.....</b>	<b>11</b>
3.1.1. Formación Contaya .....	11
3.1.2. Depósitos Cuaternarios .....	13
3.1.2.1. Depósitos coluvio-deluviales.....	13
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Pendiente del terreno .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Unidades y subunidades geomorfológicas .....</b>	<b>17</b>
4.2.1. Montaña en roca metasedimentaria (M-rm) .....	17
4.2.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd).....	18
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>20</b>
<b>5.1. Movimientos en masa .....</b>	<b>20</b>
5.1.1. Deslizamiento .....	22
<b>5.2. Factores condicionantes.....</b>	<b>27</b>
<b>5.3. Factores desencadenantes.....</b>	<b>27</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO 1: MAPAS .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS.....</b>	<b>36</b>

## RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos asociados a movimientos en masa en el sector Huanchilca, en el distrito de Chillia, provincia Pataz y departamento La Libertad. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico cumple con la función de brindar asistencia en materia de peligros geológicos a los tres niveles de gobierno.

El substrato rocoso está constituido por pelitas y metapelitas ligeramente esquistocreados; en macizos rocosos de baja resistencia a la compresión axial que oscilan entre 50 a 100 Mpa, asimismo se encuentran ligeramente foliado y fracturado derivados de una tectónica pasada. Superficialmente, estas rocas se encuentran muy fracturadas y fuertemente meteorizadas, el cual, las convierten en altamente susceptibles a la generación de movimientos en masa, tipo deslizamientos y deslizamientos-flujos.

Los depósitos coluvio deluviales dispuestos sobre la ladera norte del cerro Achacato, corresponden a material incompetente constituido de gravas y cantos de tamaños heterométricos mal seleccionados dispuestos en matriz areno limosa. Su baja cohesión y resistencia a la erosión, hace que sean fáciles de remover y transportar por escorrentía superficial en épocas de precipitaciones prolongadas y anómalas, el cual, están relacionados indirectamente con los movimientos en masa.

Desde una perspectiva geomorfológica, estos procesos se desarrollaron sobre un sistema montañoso modelada en roca metasedimentaria, caracterizada por un relieve abrupto, con pendientes que varían entre 15° a 45°. Estas condiciones morfológicas del terreno han propiciado la generación y evolución de los procesos geodinámicos.

Como resultado de la inspección, se han identificado movimientos en masa como deslizamientos y deslizamiento-flujos, así también, un evento activo, que configura un deslizamiento en proceso de desarrollo ubicado en la ladera media del cerro Achacato que afecta parte de la infraestructura local y a la I.E N°80671 del sector Huanchilca.

De acuerdo con las condiciones y rasgos geológicos, geomorfológicos y geodinámicas, se considera al sector Huanchilca e I.E. N°80671 con **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de deslizamientos.

Finalmente, se recomienda a las autoridades competentes y tomadores de decisiones, implementar medidas indicadas en las recomendaciones; sugiriendo principalmente para los deslizamientos: construir canales de drenaje/coronación con una sección de material impermeable (como geomembranas o arcillas), a fin de evitar filtraciones, implementar un sistema de drenaje a fin de disminuir la saturación del terreno en el cuerpo del deslizamiento y alrededores y reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas a fin de dar una mayor resistencia y cohesión a los suelos superficiales, principalmente en la parte media superior de la ladera norte del cerro Achacato. Además, se recomienda realizar el EVAR correspondiente.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye de esta forma 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.

Atendiendo la solicitud del Gobierno Regional de La Libertad; según oficio N° 001955-2024-GRLL-GGR-ORDN-SGD. Es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los Ingenieros Wilson Gómez Cahuaya y Guisela Choquenaira Garate para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva en el sector Huanchilca, el cual se efectuó en coordinación con los representantes del sector mencionado.

La evaluación técnica se ejecutó en 03 etapas: la etapa de pre-campo empezó con la recopilación de antecedentes de estudios de geología, geodinámica externa y geomorfología por parte del INGEMMET; etapa de campo consistió en la observación geológica, toma y medición de datos estructurales (levantamiento fotogramétrico con dron, captura de imágenes fotográficas), cartografiado al detalle, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento digital e interpretación de toda la data extraída en campo, que involucra fotointerpretación cartográfica geológica y geodinámica para la identificación de procesos de movimientos en masa a través de imágenes satelitales que ofrece la plataforma Google Earth, elaboración de mapas, figuras temáticas y finalmente redacción del informe final.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Chillia, Provincia Pataz, Gobierno Regional de La Libertad e instituciones técnico 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

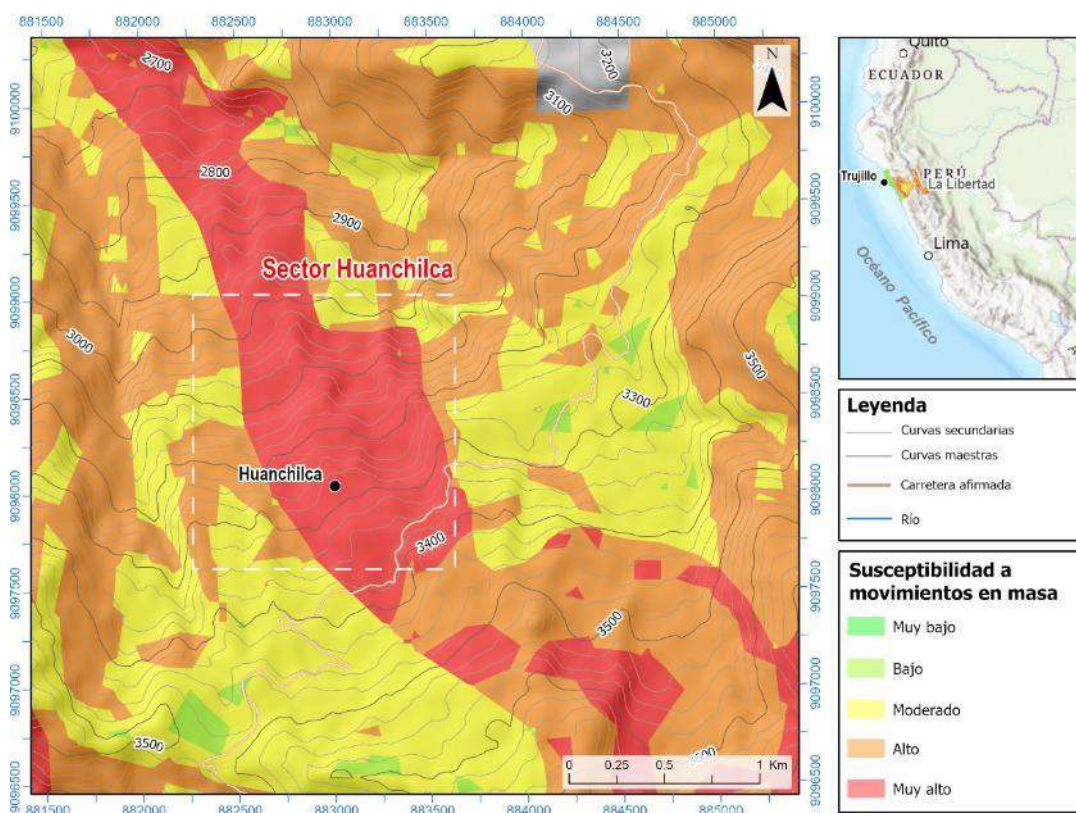
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Huanchilca, distrito Chillia, provincia Pataz y departamento La Libertad.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención y reducción ante peligros geológicos evaluados.

## 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a la geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes.

- a) Riesgo Geológico en la Región La Libertad INGEMMET (Medina et al., 2012). Donde señala que el sector Huanchilca presenta alta a muy alta susceptibilidad a movimientos en masa (**Figura 1**).
- b) Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Hoja: 16-h, INGEMMET (Wilson et al., 1995). Determinan las unidades geológicas del Paleozoico y Mesozoico de origen sedimentario y metamórfico en el sector Huanchilca y alrededores.



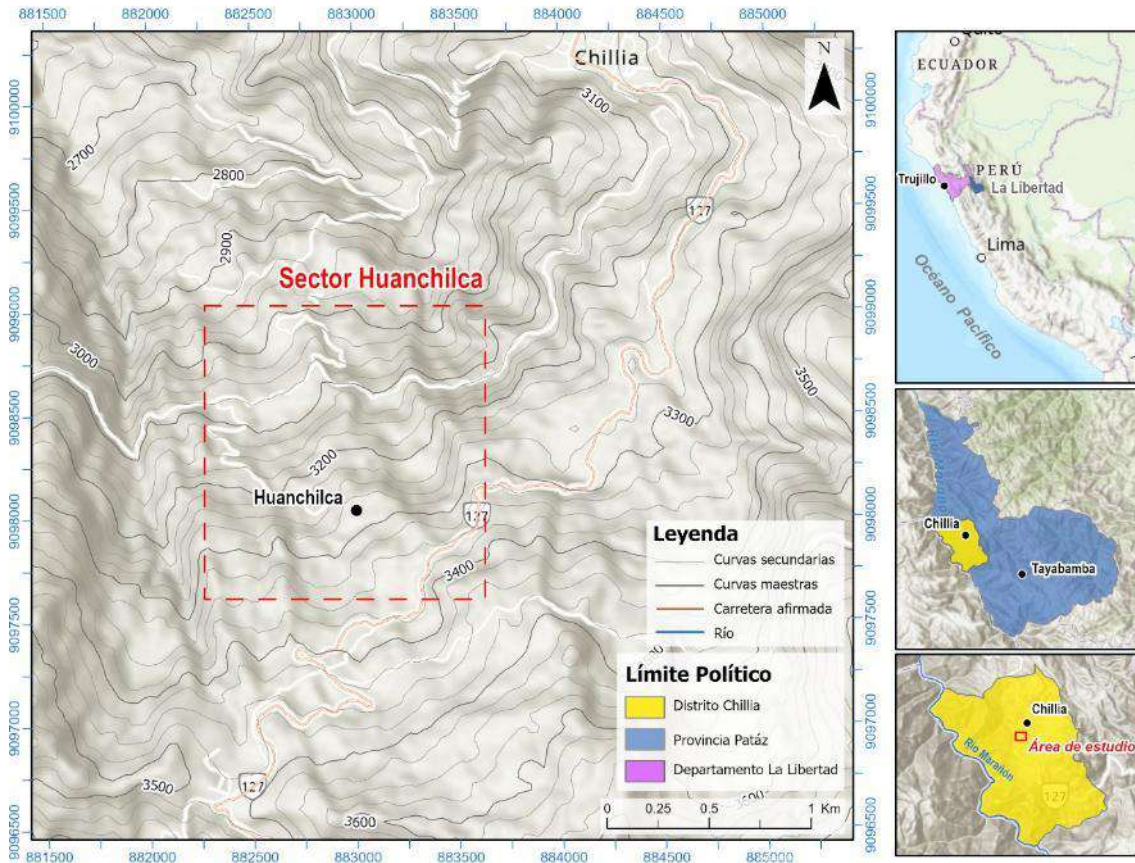
**Figura 1.** Susceptibilidad por movimientos en masa del sector Huanchilca. Tomado y adaptado de Medina et al., (2012).

## 1.3. Aspectos generales

### 1.3.1. Ubicación

El sector Huanchilca, políticamente pertenece al distrito Chillia, provincia Patate y departamento La Libertad. Está comprendido entre las siguientes coordenadas UTM WGS 84: 221735 Este y 9098821 Norte (**Figura 2**).

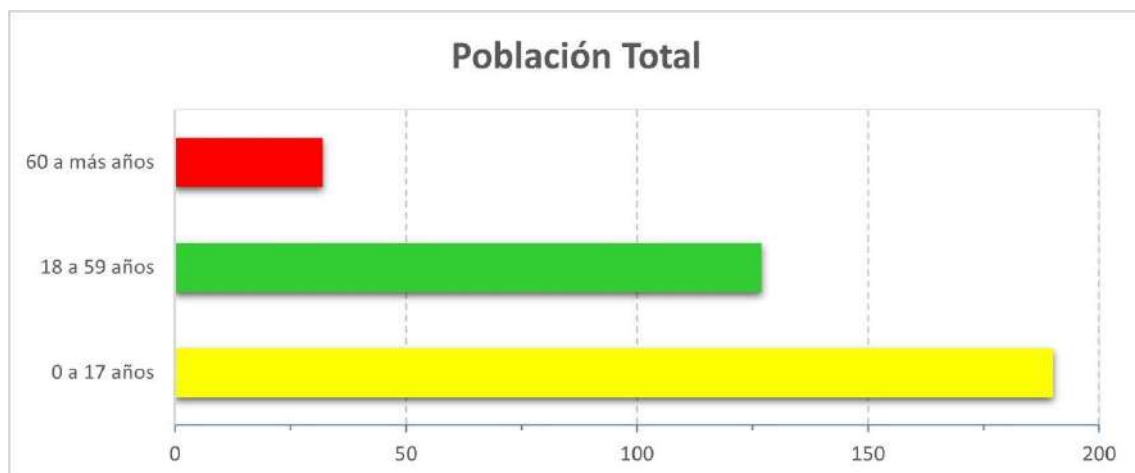
Desde el punto de vista morfoestructural, el sector Huanchilca sitúa al borde oeste de la Cordillera Oriental del norte del Perú; y cabecera del flanco derecho de la vertiente oriental de la cuenca del Río Marañón.



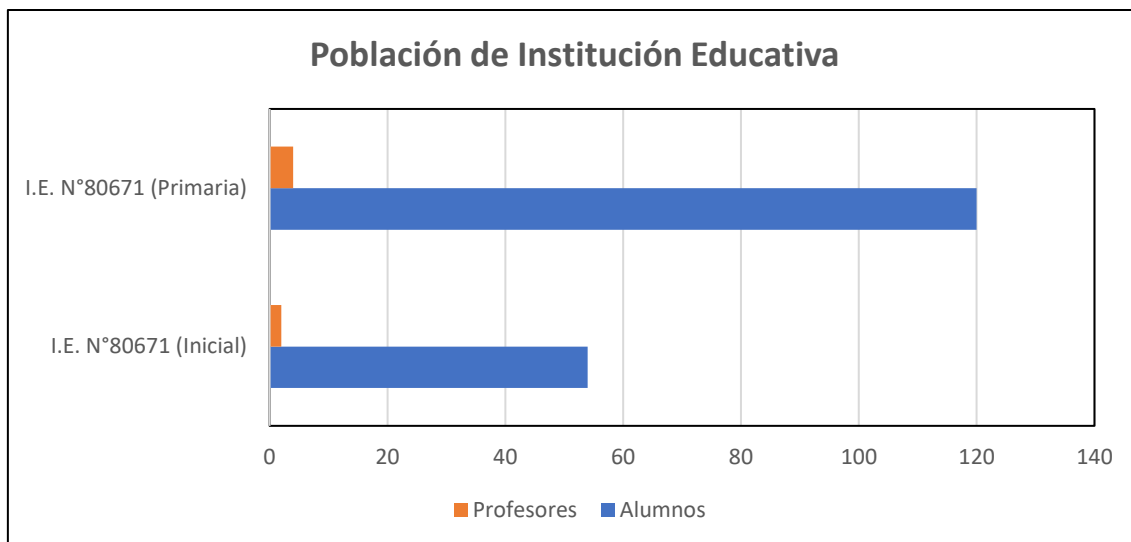
**Figura 2.** Ubicación de la zona evaluada en el sector Huanchilca, distrito Chillia, provincia Pataz y departamento La Libertad.

### 1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas del 2017. La población total susceptible a movimientos en masa en el sector Huanchilca es alrededor de 349 habitantes distribuidas en ~71 viviendas, y con un grupo etario joven principalmente (**Figura 3**). De igual modo, se conoce la población educativa situada en Huanchilca (**Figura 4**).



**Figura 3.** Distribución poblacional asentada del sector Huanchilca expuesta a peligro geológico por deslizamientos (<https://censo2017.inei.gob.pe/>). Fuente: Elaboración propia.



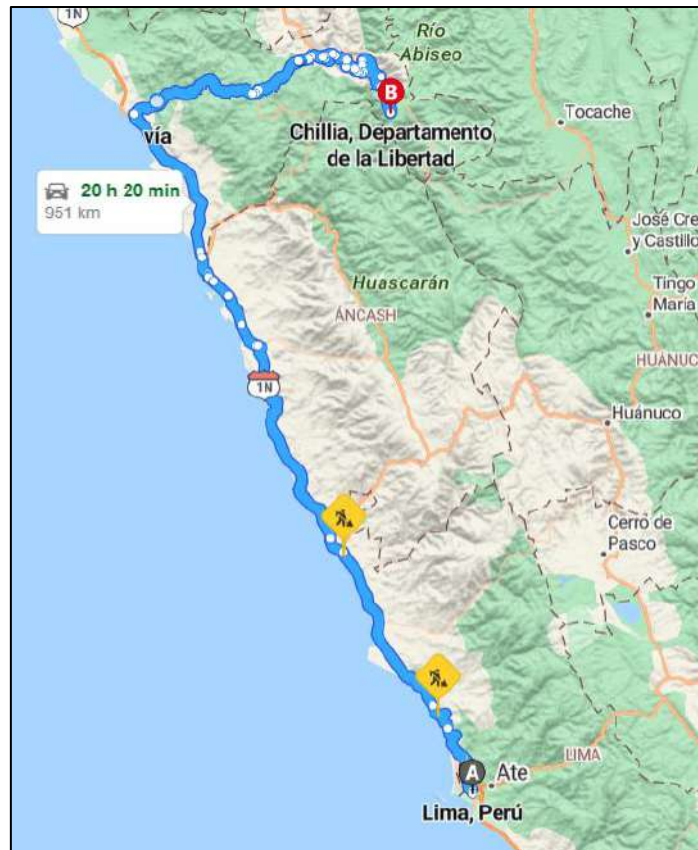
**Figura 4.** Distribución de la población de alumnos y profesores en el poblado Huanchilca expuesta a peligro geológico por deslizamiento (<https://censo2017.inei.gob.pe/>). Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.3. Accesibilidad

Para acceder al área de evaluación, desde la sede principal del INGEMMET, ubicada en el distrito de San Borja, Lima, se sigue siguiente ruta (**Tabla 1 y figura 5**).

**Tabla 1.** Ruta y acceso a la zona evaluada.

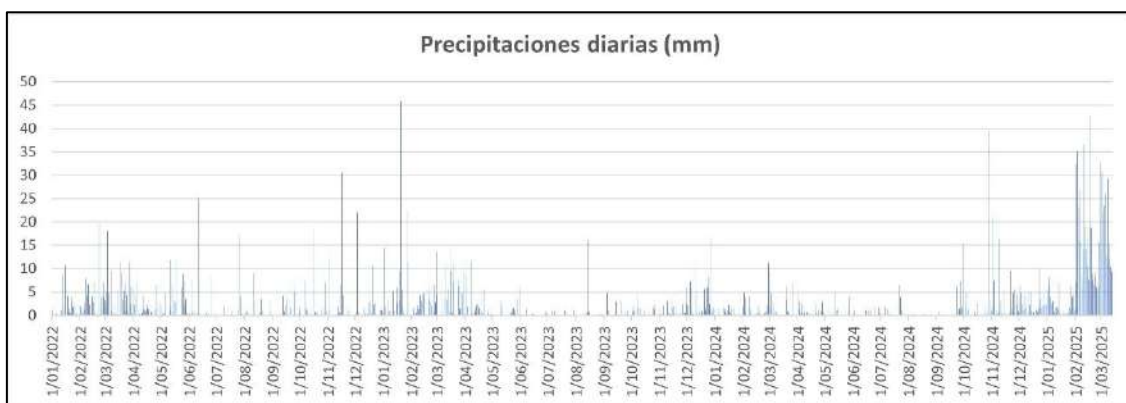
Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Lima (INGEMMET) – Trujillo	Asfaltada	866	16 h 9 min
Trujillo – Huamachuco	Asfaltada	180	3 h 30 min
Huamachuco – Chillia	Carretera afirmada	205	8 h 20 min
Chillia – Sector Huanchilca	Trocha carrozable	4.5	15 min



**Figura 5.** Ruta de accesibilidad al Sector Huanchilca, distrito Chillia, Provincia Patate, departamento La Libertad.

### 1.3.4. Clima

Respecto a las precipitaciones, se tiene datos recopilados y disponibles de la NASA, en la que se tiene datos más puntuales en la zona evaluada que corresponden a los años 2022 al 2024 (enero a abril) y 2025 (enero – 13 marzo) el cual muestra que las precipitaciones más altas y anómalas registradas corresponden al mes de febrero del 2023 y a los meses de febrero y marzo del 2025, lo que contribuye significativamente a la generación de inestabilidad de laderas y el origen de deslizamientos y derrumbes (**Figura 6**).



**Figura 6.** Precipitaciones diarias registradas por la NASA en el sector Huanchilca, obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Fuente: Elaboración propia.

## 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 cual se desarrollan diversas 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.

Todas estas denominaciones tienen 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:

- **Actividad:** La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).
- **Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- **Agrietamiento:** Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.
- **Derrumbe:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.
- **Erosión de laderas.** Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.
- **Deslizamiento.** Son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud (Cruden, 1991). Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.
- **Factor condicionante:** Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

- **Factor detonante:** Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.
- **Flujo.** Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea deslizamiento o una caída. Estos pueden ser canalizados (flujos de detritos o huaicos) y no canalizados (avalanchas).
- **Flujo de detritos (huaico).** Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.
- **Ladera:** Superficie natural inclinada de un terreno.
- **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.
- **Movimiento en Masa:** Fenómeno de remoción en masa (Colombia, Argentina), proceso de remoción en masa (Argentina), remoción en masa (Chile), Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.
- **Peligro geológico:** 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:** La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.
- **Zonas críticas:** Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Algunas pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

De acuerdo a la Carta Geológica Nacional, en el sector Huanchilca, afloran rocas metamórficas y sedimentarias, representadas por las unidades litoestratigráficas; de la Formación Contaya. Los depósitos coluviales y coluvio-deluviales descansan discordantemente sobre las unidades anteriormente mencionados.

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

La unidad que intervienen directamente con los procesos de movimientos en masa en el sector Huanchilca, son las rocas sedimentarias de la Formación Contaya.

##### 3.1.1. Formación Contaya

**Definición.** Definida por Newell y Tafur (1943) en las proximidades de los cerros de Contaya departamento de Loreto, representada por una serie metamórfica de pizarras grises.

En el sector Huanchilca esta unidad fue reconocida por Wilson et al., (1995), se extiende a manera de franjas de dirección preferencial NO-SE. Sus principales afloramientos se observan en la ladera norte del cerro Achacato.

Litológicamente, están constituidos por pelitas y metapelitas ligeramente esquistoscedados, con cristales de cuarzo de textura bandeada, compactos; presentan morfología abrupta, conspicua y relieve accidentado; ocupando las partes del valle del río Marañón, precisamente en los alrededores del sector Huanchilca (**Fotografía 1**).

Estos macizos rocosos presentan características físicas de baja resistencia a la compresión axial (al golpe del martillo) que oscilan entre 50 a 100 Mpa, asimismo se encuentran ligeramente foliados y fracturados producto de una tectónica pasada a lo largo de su historia geológica (**Fotografías 1 y 2**).

Superficialmente, estas rocas se encuentran fuertemente fracturadas y meteorizadas; lo que los convierte en altamente susceptibles a la generación de movimientos en masa, así como, deslizamientos y movimientos complejos (**Fotografías 1 y 2**).



**Fotografía 1.** Metapelitas y filitas deformadas donde se observa una foliación marcada. Esta unidad presenta localmente un macizo rocoso muy fracturado y meteorizado en condiciones altamente húmedas, atribuida a la Formación Contaya.



**Fotografía 2.** Detalle de las metapelitas deformadas de la Formación Contaya, en los alrededores de la localidad Huanchilca. Nótese, la foliación bien marcada.

### **3.1.2. Depósitos Cuaternarios**

#### **3.1.2.1. Depósitos coluvio-deluviales**

Son depósitos inconsolidados localizados en la ladera norte del cerro Achacato. Se trata de materiales transportados por escorrentía superficial y depositados en las quebradas y cárcavas que disectaron la ladera norte del cerro Achacato en el sector Huanchilca (**Figura 7**).

Litológicamente, está constituido de gravas y cantos de tamaños heterométricos mal seleccionados dispuestos en una matriz arenolimsa. Estas secuencias conforman suelos que se caracterizan por presentar baja cohesión y resistencia a la erosión que son fáciles de remover y transportar por escorrentía superficial en épocas de precipitaciones prolongadas y anómalas, el cual, están relacionados con deslizamientos y flujos (**Fotografías 3 y 4**).



**Figura 7.** Depósitos Coluvio-deluviales sobre la ladera norte del cerro Achacato en el sector Huanchilca. Vista mirando al sur.



**Fotografía 3.** Detalle de los depósitos Coluvio-deluviales con cobertura vegetal poco densa en el sector Huanchilca. Vista mirando al noroeste.



**Fotografía 4.** Detalle de los depósitos coluvio-deluviales removidos por actividad agrícola en el sector Huanchilca. Vista mirando al oeste.

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendiente del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la propagación de las mismas.

Se consideraron seis rangos de pendientes que van de 0°-1° considerados terrenos llanos; 1°a 5° terrenos inclinados con pendiente suave; 5°a 15° pendiente moderada; 15°a 25° pendiente fuerte; 25°a 45°pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno como muy escarpado.

Para el sector en mención se elaboró un mapa de pendientes a partir de un modelo de elevación digital (DEM) de resolución de 5 m/pixel, proveída por CONIDA (**Figura 8**).

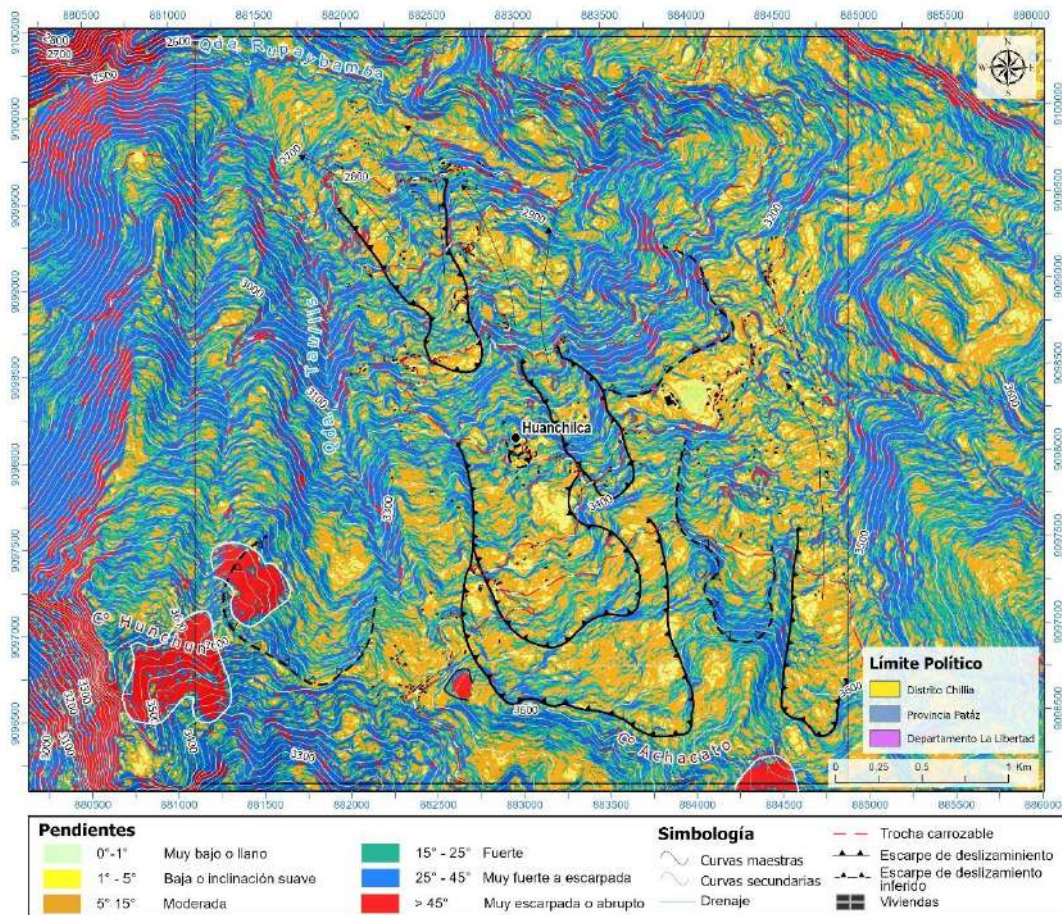
El área muestra un relieve accidentado y escalonado en la ladera norte del cerro Achacato, sus pendientes van de moderado a muy fuerte que oscilan entre 5° a 15° y 25° a 45° respectivamente. El sector Huanchilca, precisamente, se encuentra asentado en una zona con terrenos de moderado pendiente, justo en la ladera media del Achacato. (**Figura 8 y Fotografía 5**).

**Tabla 2.** Rango de pendientes del terreno.

<b>RANGOS DE PENDIENTES DE TERRENO</b>		
<b>Pendiente</b>	<b>Rango</b>	<b>Descripción</b>
0° - 1°	Muy baja	Comprende terrenos planos o llanos como mesetas formadas en la cresta del cerro Achacato.
1° - 5°	Baja	Terrenos semillanos con ligera inclinación que se distribuye a lo largo de la ladera norte del cerro Achacato. Parte de la población de Huanchilca se encuentra asentada en este rango de pendientes, justo al lado del río.
5° - 15°	Media	Terrenos ocupados principalmente por suelos residuales de la Formación Contaya y de depósitos cuaternarios. Gran parte de la población y las instituciones educativas se encuentran asentadas en este rango de pendientes.
15° - 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen principalmente en la parte baja de la ladera norte del cerro Achacato. Forman geoformas con relieves accidentado por el cambio de pendiente brusco. Los depósitos Coluvio-deluviales yacen de manera escalonada.
25° - 45°	Muy fuerte	Relieve abrupto localizados en zonas con morfología escalonada y cambios bruscos de pendiente y en las zonas de escarpe de los deslizamientos. Así también, se localizan en las márgenes de las quebradas que disectan la ladera norte del cerro Achacato.
>45°	Muy escarpado	Relieve con pendiente que no se observan en el sector Huanchilca.



**Fotografía 5.** Relieve muy accidentado y abrupto con pendientes pronunciadas en la ladera norte del cerro Achacato en el sector Huanchilca. Vista mirando al suroeste.



**Figura 8.** Pendientes del terreno en el sector Huanchilca, donde se muestra la relación de los movimientos en masa con la pendiente. Se observa una estrecha relación entre las zonas de escarpe con la pendiente.

## 4.2. Unidades y subunidades geomorfológicas

### 4.2.1. Montaña en roca metasedimentaria (M-rm)

Geforma modelada en roca metasedimentaria perteneciente a la Formación Contaya. Esta unidad se extiende en la parte suroeste y sur del sector Huanchilca, donde el relieve predominante es de tipo montañoso. Su ladera norte presenta una morfología escalonada, algo ondulada debido a la erosión y meteorización de sus afloramientos (**Fotografía 6**).

Su origen se debe principalmente a fases de exhumación<sup>1</sup> que involucró procesos tectónicos y erosivos que dieron lugar a una topografía abrupta. Su ladera aloja depósitos residuales y coluvio deluviales depositados sobre pendientes moderados a fuertes, que, en la actualidad representan zonas inestables y sujetas a procesos de movimientos en masa.

<sup>1</sup> Proceso geológico y tectónico que implica levantamiento y el ascenso de rocas de la corteza hacia la superficie (England & Molnar, 1990).



**Fotografía 6.** Unidad geomorfológica de montaña modelada en roca metasedimentaria y sedimentaria. Nótese, la población asentada en una pendiente moderada a fuerte. Vista mirando al sur.

#### 4.2.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

En el sector Huanchilca, estas geoformas se observan en la parte media y baja de la ladera norte del cerro Achacato.

Se trata de materiales coluviales combinadas con la dinámica deluvial constituida por secuencias no consolidadas dispuestas sobre laderas con pendientes muy pronunciadas, el cual, se caracterizan por presentar baja cohesión y que ofrecen poca resistencia a la erosión y son fácilmente removidas por escorrentía superficial, lo que les convierte en zonas inestables asociadas a procesos de remoción en masa, así como, derrumbes, deslizamiento-flujo y erosión en cárcavas (**Fotografías 7, 8 y 9**).



**Fotografía 7.** Unidad de Vertiente Coluvio deluvial dispuesta en la parte baja de la ladera con dirección suroeste hacia el río Marañón.



**Fotografía 8.** Unidad de Vertiente Coluvial-deluvial conformado por material inconsolidado dispuesta en pendiente suaves que van de 15° a 25° de inclinación. Zona ubicada en la ladera norte del cerro Achacato.



**Fotografía 9.** Vertiente Coluvial-deluvial disectado por quebradas que se activan en temporada de lluvias.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el área estudiada se identificaron y cartografiaron procesos de movimientos en masa, lo que configuran como peligros geológicos según la clasificación sugerida por el “Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007”.

En el presente informe, se describen los principales peligros geológicos detallados en el sector Huanchilca.

### 5.1. Movimientos en masa

La caracterización de los movimientos en masa en esta área, se realizó en base al análisis a detalle de los rasgos geológicos, geomorfológicos, y de geodinámica durante los trabajos de campo y gabinete, en donde, se identificaron y cartografiaron los diferentes tipos de movimientos en masa a través de la toma de datos estructurales que conlleva esta misma, basado principalmente en la observación y caracterización morfométrica in situ; de igual modo se tomaron capturas de imágenes y fotografías a nivel de terreno, complementada con el análisis de imágenes satelitales de la plataforma Google Earth y Sentinel 2.

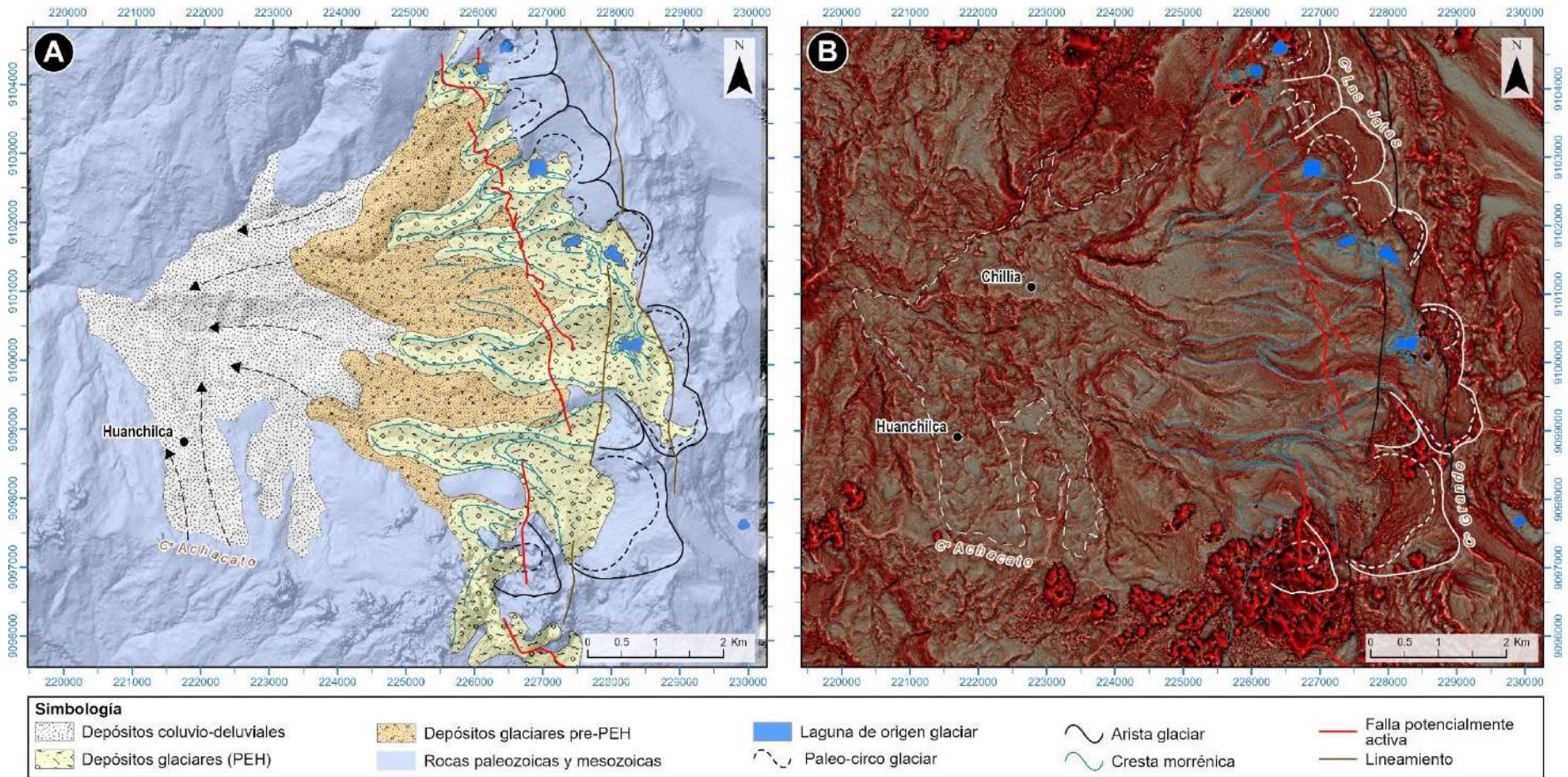
Para caracterizar los movimientos en masa, y entender el origen de los depósitos coluvio deluviales en donde actualmente albergan varios procesos de remoción se generaron mapas ráster de Red Relief Image Map (RRIM), a partir de un Modelo de Elevación Digital (DEM) de 5 m de resolución proveído por CONIDA. Se trata de una técnica que representa visualmente el relieve de la superficie terrestre mediante una escala cromática usando colores con tonos rojos para simular variaciones en la altitud, esto permite resaltar características importantes del terreno (**Figura 9**).

En la figura 9, se resalta los rasgos morfométricos y geológicos que un DEM convencional no proporciona. En este análisis, se ha logrado observar la interacción de la dinámica de los deslizamientos y movimientos complejos (deslizamiento-flujo), el cual representan un peligro latente para los pobladores asentadas sobre la ladera norte del cerro Achacato en el sector Huanchilca.

De acuerdo con la imagen RRIM, se observa que los depósitos coluvio deluviales derivaron a partir del arrastre, retrabajamiento y removilización de antiguos depósitos morrénicos heredados por la acción dinámica de glaciares que se instalaron sobre la vertiente occidental comprendido entre los cerros Las Jetas y Grande al este del sector Huanchilca (**Figura 9**).

Estos depósitos morrénicos dejados sobre la ladera se dieron por la alternancia y fluctuaciones de glaciares en distintos periodos. En el sector Huanchilca, se tiene evidencias desde al menos la Pequeña Edad de Hielo (PEH); según los rasgos morfológicos expresados sobre el terreno y que resaltan en la imagen RRIM. En dicha zona, se ha logrado diferenciar dos depósitos de morrenas las que fueron acumuladas en periodos antes y durante la PEH. Estas denominaciones y edades fueron correlacionadas con las morrenas datadas en la Cordillera Blanca, donde la PEH abarca un rango de edad que va de 0.5 a 1.0 miles de años, según Concha et al., (2023) (**Figura 9**).

Estos depósitos de morrenas fueron posteriormente afectados por la dinámica deluvial y alojados sobre la ladera media y baja del cerro Achacato. Actualmente estas secuencias conforman suelos semiconsolidados e incompetentes donde se viene desarrollando procesos de movimientos en masa, así como, deslizamientos y movimientos complejos que a continuación serán detallados (**Figuras 9 y 10**).



**Figura 9.** A) Mapas donde se muestra los procesos interglaciares y fluctuaciones glaciares en diferentes periodos que dejaron depósitos de morrenas que posteriormente fueron removidos y que dieron lugar a la formación de suelos coluvio deluviales alojados sobre las laderas. Actualmente, estos depósitos son fuentes donde se desarrollan movimientos en masa en el sector Huanchilca. B) Mapa donde se resalta la cartografía y características morfológicas de los procesos interglaciares sobre una imagen ráster RRIM. Fuente: elaboración propia.

### 5.1.1. Deslizamiento

En la ladera media superior del cerro Achacato, conformada por depósitos de movimientos en masa antiguos, se asentó una parte de la población del sector Huanchilca; y que actualmente se presenta un deslizamiento en desarrollo en estado activo que involucra y moviliza material coluvio deluvial, y aparentemente parte del macizo rocoso perteneciente a la Formación Contaya.

En la ladera norte del cerro Achacato se tiene evidencia de movimientos en masa ocurridos en el pasado, donde actualmente se les considera como inactivo-latentes por su pendiente y cobertura de suelos saturados en épocas de intensas precipitaciones. Se trata de un deslizamiento de grandes dimensiones, donde se extiende desde un ancho de ~538 m en la cabecera, hasta ~1200 m en la zona de acumulación que afectó dicha ladera. Su escarpe principal presenta una morfología escalonada y basculada que recorre ~3390 m de longitud, con pendientes fuertes que oscilan entre 15° a 25°. El material de este deslizamiento fue depositado sobre una pendiente que oscilan entre 25° a 45°, donde posteriormente fueron afectados por movimientos complejos (deslizamiento-flujo).

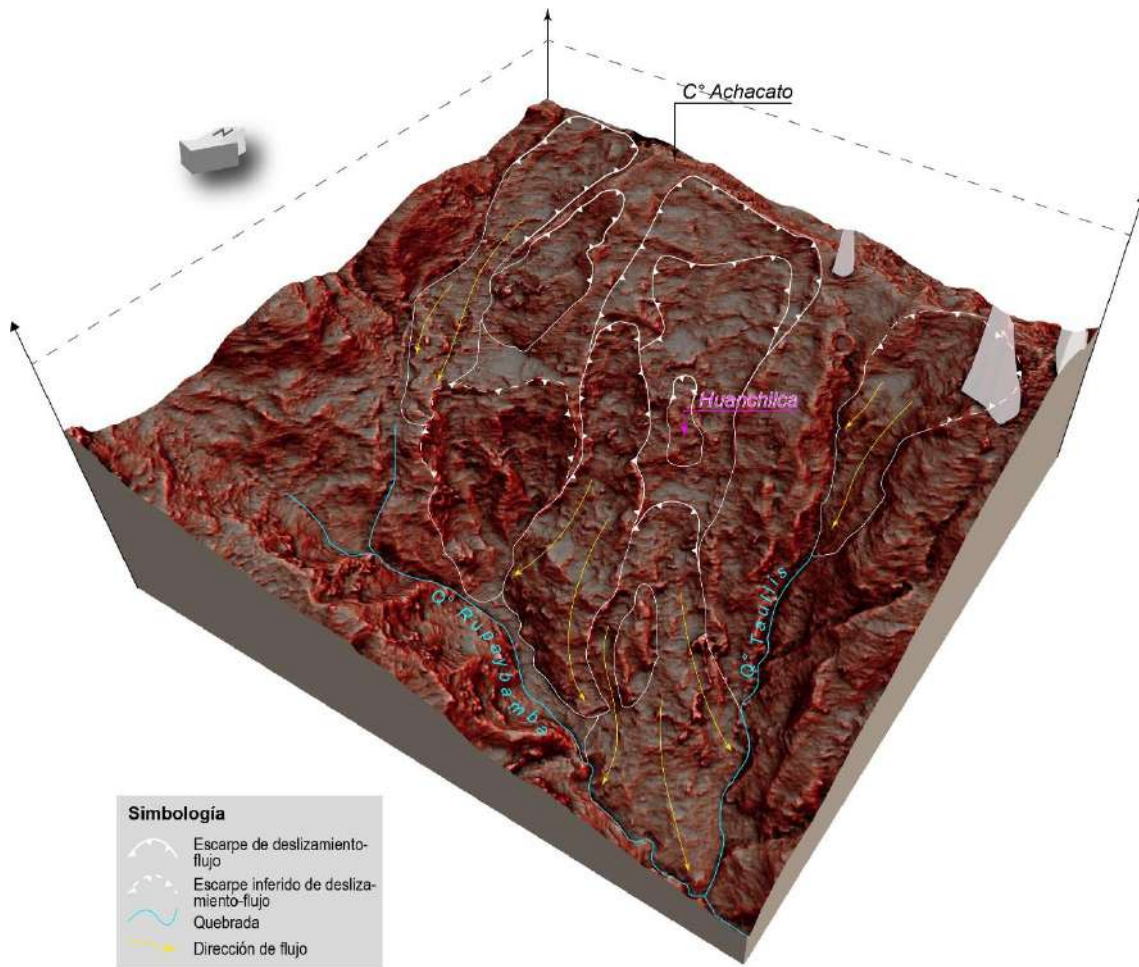
Actualmente, sobre estos depósitos se viene desarrollando un deslizamiento de pequeña a mediana dimensión, con un ancho de ~115 m entre sus flancos, el cual afecta parte de la población y la Institución Educativa N°80671 (**Figuras 10 y 11**), donde se describe a continuación:

Este deslizamiento, se extiende de manera restringida en la parte media superior del cerro Achacato, donde presenta una geometría circular elongada que involucra un área de ~5.6 ha; con un escarpe en desarrollo que nace a una altura de 3325 m y presenta una morfología semicircular e irregular de ~391 m de longitud y un desnivel del escarpe principal en desarrollo al pie de hasta ~94 m (**Figura 11**).

No se distingue muy bien el escarpe principal del deslizamiento, sin embargo, se infiere por las características del terreno y de escarpes discontinuos de menores dimensiones que el principal, que van de 8 a 12 m de longitud, así también, por movimientos de reptación de suelos en la parte de la corona (**Figura 11**).

Por otro lado, se evidencian grietas y fisuras en el cuerpo del deslizamiento, que afectaron la infraestructura de la I.E N°80671 y se disponen en la parte posterior y frontal del salón principal de la institución educativa de Huanchilca; lo que supone un movimiento lento, intermitente pero continuo del deslizamiento en proceso de desarrollo (**Fotografías 11 y 12**).

Asimismo, otra evidencia de que el terreno se encuentra en movimiento son las grietas que atraviesan transversalmente el deslizamiento, estas se localizan en la parte distal del mismo. Se trata de fisuras con morfología sinuosas y continuas de ~14 m de longitud y aberturas de hasta 15 cm (**Fotografía 13**).



**Figura 10.** Block diagrama tridimensional donde se muestra la cartografía de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Huanchilca y alrededores. El evento principal, se desarrolla sobre la ladera media del cerro Achacato, se trata de un deslizamiento en desarrollo que afecta y pone en peligro la seguridad física de una parte de la población y a la institución educativa I.E. N°80671, además revela la fuerte actividad geodinámica en dicho sector, intensificándose en periodos de fuertes precipitaciones.



**Figura 11.** Deslizamiento en proceso de formación en el sector Huanchilca que afecta parte de la población y a la institución educativa I.E. N°80671. Este evento se desarrolla sobre una ladera con pendiente fuerte al norte del cerro Achacato. Vista mirando al sur.



**Fotografía 10.** Grietas verticales que atraviesan las paredes de una vivienda ubicada en la parte proximal, cerca de lo que correspondería la zona de hundimiento del deslizamiento en desarrollo. Estas grietas evidencian movimientos diferenciales lentos pero continuos.



**Fotografía 11.** Grietas verticales y oblicuas de 2 a 8 cm de abertura que afectan la parte posterior de la pared de la I.E. N°80671. Estas grietas revelan deformaciones internas y diferenciales del terreno que configuran un deslizamiento en proceso y en estado activo.



**Fotografía 12.** Grietas y fisuras que afectan la parte delantera de la I.E. N°80671. Estas grietas se manifiestan de manera subvertical y oblicuas que atraviesan la pared, presentan longitud de 1 a 1.5 m con aberturas milimétricas.



**Fotografía 13.** Presencia de grietas (indican flechas amarillas) en el terreno de 14 m de longitud y abertura de hasta 15 cm con un salto de 10 a 15 cm con respecto a la vertical. Esta grieta se localiza en la parte distal del deslizamiento activo.

## 5.2. Factores condicionantes

Los factores condicionantes que están relacionados a los procesos de movimientos en masa, es decir, la ocurrencia de deslizamiento se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Factores condicionantes de los procesos de movimientos en masa.

Factores	Características asociadas
<b>Litológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substrato rocoso de metapelitas muy fracturados y meteorizados.</li> <li>• Presencia de material coluvio deluvial dispuesto sobre la ladera norte del cerro Achacato de baja cohesión y poca resistencia a la erosión y que están relacionados con deslizamientos.</li> </ul>
<b>Geomorfológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaña en roca metasedimentaria afectada por procesos geodinámicos superficiales que son fuentes de material coluvio deluvial disponible sobre la ladera norte del cerro Achacato.</li> <li>• Pendiente del terreno de la montaña que van de fuerte a muy fuerte, lo que permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.</li> </ul>
<b>Factor antrópico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupación inadecuada asentada sobre terrenos inestables e incompetentes.</li> </ul>

## 5.3. Factores desencadenantes

Los principales factores desencadenantes que están asociadas a la ocurrencia de movimientos en masa se detallan a continuación.

**Tabla 3.** Factores desencadenantes por movimientos en masa.

Factores desencadenantes	Características asociadas
<b>Precipitaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de noviembre a abril.</li> </ul>
<b>Hidrológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas de escorrentía superficial que discurren la parte media y alta de la ladera norte del cerro Achacato y desembocan al río Marañón.</li> </ul>
<b>Sismos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han cartografiado fallas potencialmente activas en la zona alta del sector Huanchilca. Estas afectan transversalmente a las morrenas depositadas por los glaciares asociados a la Pequeña Edad de Hielo. Estas estructuras estarían relacionadas a sismos locales y superficiales que detonen y provoquen movilización de material inestable.</li> </ul>

## 6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo y la evaluación de peligros geológicos, se emiten las siguientes conclusiones.

- 1) En el sector Huanchilca, el substrato rocoso está constituido por pelitas y metapelitas ligeramente esquistocedados, con cristales de cuarzo de textura bandeada; con características físicas de baja resistencia a la compresión axial que oscilan entre 50 a 100 Mpa, asimismo se encuentran ligeramente foliados y fracturados producto de una tectónica pasada, superficialmente, estas rocas se encuentran muy fracturadas y fuertemente meteorizadas. Lo cual, las convierten en zonas altamente susceptibles a la generación de movimientos en masa, así como, deslizamientos.
- 2) Los depósitos coluvio deluviales se alojan sobre la ladera norte del cerro Achacato, se trata de material incompetente constituido de gravas y guijarros de tamaños heterométricos mal seleccionados dispuestos en una matriz areno limosa. Estas secuencias conforman suelos que se caracterizan por presentar baja cohesión y resistencia a la erosión que son fáciles de remover y transportar por escorrentía superficial en épocas de precipitaciones prolongadas y anómalas, el cual, están relacionados a deslizamientos y flujos.
- 3) Geomorfológicamente, los procesos por movimientos en masa se desarrollaron sobre una morfología montañosa moldeada en roca metasedimentaria, caracterizada por un relieve accidentado, con pendientes pronunciadas que varían de moderado, fuertes y muy fuertes que oscilan entre 15° a 45°. Estas condiciones morfológicas del terreno han propiciado la generación y evolución de los deslizamientos y movimientos complejos (deslizamiento-flujos).
- 4) Se ha identificado procesos de movimientos en masa como deslizamientos y deslizamiento-flujos (movimiento complejo), de los cuales, un deslizamiento se encuentra en proceso de desarrollo y estado activo, ubicado en la ladera media del cerro Achacato que afecta parte de la infraestructura local de la I.E. N°80671 y alrededores del centro poblado de Huanchilca.
- 5) De acuerdo a las condiciones y rasgos geológicos, geomorfológicos y geodinámicas, se considera al sector Huanchilca y a la I.E. N°80671 expuesto a **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de deslizamientos.

## 7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector Huanchilca.

### Transversales a autoridades y población

- 1) Incluir los peligros geológicos identificados por el Ingemmet en los planes específicos de la gestión del riesgo de desastres de la Municipalidad distrital de Chillia.
- 2) Elaborar planes de contingencia e identificar rutas de evacuación y zonas seguras ante la ocurrencia de peligros geológicos. Posteriormente, implementar simulacros de evacuación y simulaciones en coordinación con la población, con la finalidad de contar con una respuesta rápida y adecuada en situaciones de emergencia.
- 3) Implementar Sistemas de Alerta Temprana-SAT en coordinación con el INDEC1, para la inmediata información de ocurrencia de peligros geológicos en el sector Huanchilca.
- 4) Elaborar la Evaluación de Riesgo (EVAR) con los insumos (mapas a detalle) presentados en el presente informe, con la finalidad de determinar el nivel de riesgo de los elementos expuestos en el sector Huanchilca. Además, de recomendar las medidas correctivas definitivas que atenúen el peligro.

### Ante deslizamientos

- 5) Con la finalidad de reducir el nivel de exposición al peligro geológico, se recomienda la reubicación prioritaria de la I.E. N°80671 asentada sobre el cuerpo del deslizamiento activo.
- 6) Construir canales de drenaje/coronación con una sección de material impermeable (como geomembranas o arcillas), a fin de evitar filtraciones, además de continuos trabajos de mantenimiento (**Ver Anexo 2**).
- 7) Implementar un sistema de drenaje a fin de disminuir la saturación del terreno en el cuerpo del deslizamiento y alrededores (**Ver anexo 2**).
- 8) Prohibir la construcción de viviendas u otra infraestructura en áreas de agrietamiento del terreno en influencia del deslizamiento.
- 9) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas a fin de dar una mayor resistencia y cohesión a los suelos superficiales, principalmente en la parte media superior de la ladera norte del cerro Achacato (**Ver anexo 2**).

Nota: La estabilización de los deslizamientos activos y potencialmente inestables, es un trabajo relativamente complejo que requiere de metodologías especializadas de diseño y construcción, es por ello, que las medidas estructurales deben ser ejecutadas por profesionales especialistas entendidos en la materia.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslide's investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- England, P. & Molnar, P. (1990). Surface uplift, uplift of rocks, and exhumation of rocks. *Geology*, v18, p. 1173-1177. DOI:10.1130/0091-7613(1990)018<1173:SUUORA>2.3.CO;2.
- Evans, S. G., y Hungr, O., (1993). The analysis of rock fall hazard at the base of talus slope: *Canadian Geotechnical Journal*, v. 30p.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017). Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Poblaci3n; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
- Instituto Geol3gico Minero y Metalúrgico (2000). Estudio de riesgos geol3gicos del Perú, Franja N° 1. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geol3gica, 23, 330 p.
- ISRM (1981). Suggest method for the quantitative description of discontinuities in rock masses: *International Journal of Rock Mechanics, Min. Sci. & Geomech. Abstr.* V. 18, p. 85-110.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Regi3n Andina: Una guía para la evaluaci3n de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicaci3n Geol3gica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, SENAMHI (2020). Mapa de clasificaci3n climática del Perú (Texto). Lima, Perú.
- WP/WLI, (1993). A suggest method for describing the activity of a landslide: *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, N°47. p. 53-57.
- Medina, L.; Luque, G.; Pari, W. (2012). Riesgo geol3gico en la regi3n La Libertad. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geol3gica, 50, 238 p.
- Newell N. y Tafur I. (1943). Ordovícico fosilífero en la Selva Oriental del Perú. *Boletín Sociedad Geol3gica del Perú*. 14, pp 516.
- Wilson, J.; Reyes, L. y Garayar, J. (1964). Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari (hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g y 19-i). Instituto Geol3gico Minero y Metalúrgico, Boletín, 16, 85 p.

## **ANEXO 1: MAPAS**

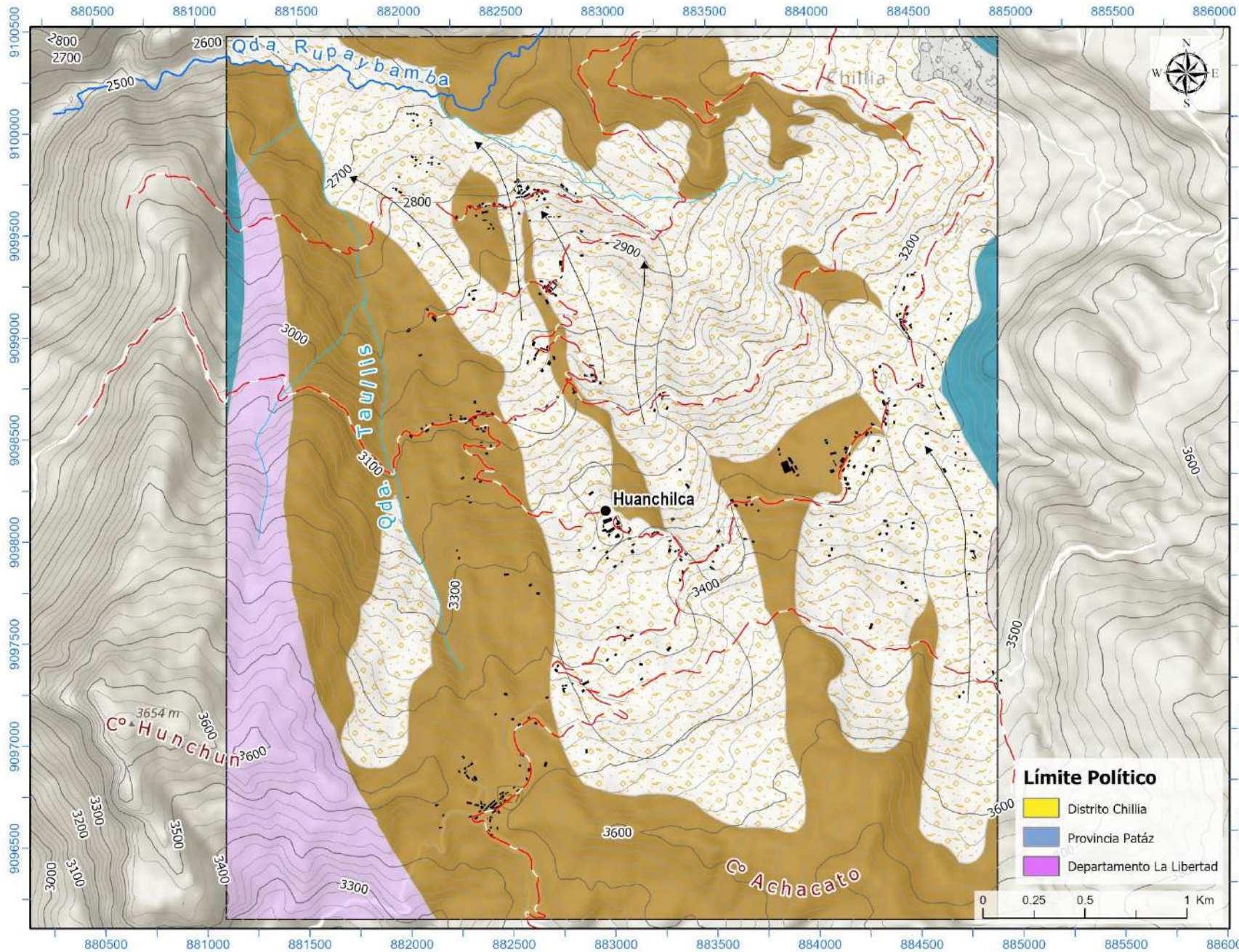
### **MAPAS DEL SECTOR HUANCHILCA**

**Mapa 01:** Mapa Geológico

**Mapa 02:** Mapa de Pendientes

**Mapa 03:** Mapa Geomorfológico

**Mapa 04:** Cartografía de Peligros Geológicos



### Unidades litoestratigráficas

- |  |                              |  |            |  |                   |
|--|------------------------------|--|------------|--|-------------------|
|  | Depósitos Coluviales         |  | Grupo Mitu |  | Formación Contaya |
|  | Depósitos Coluvio-deluviales |  | Grupo Ambo |  |                   |

### Simbología

- |  |                    |  |                   |
|--|--------------------|--|-------------------|
|  | Curvas maestras    |  | Trocha carrozable |
|  | Curvas secundarias |  | Viviendas         |
|  | Drenaje            |  |                   |

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

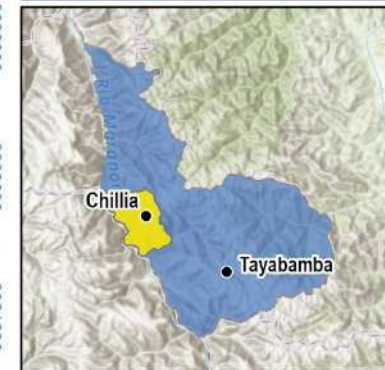
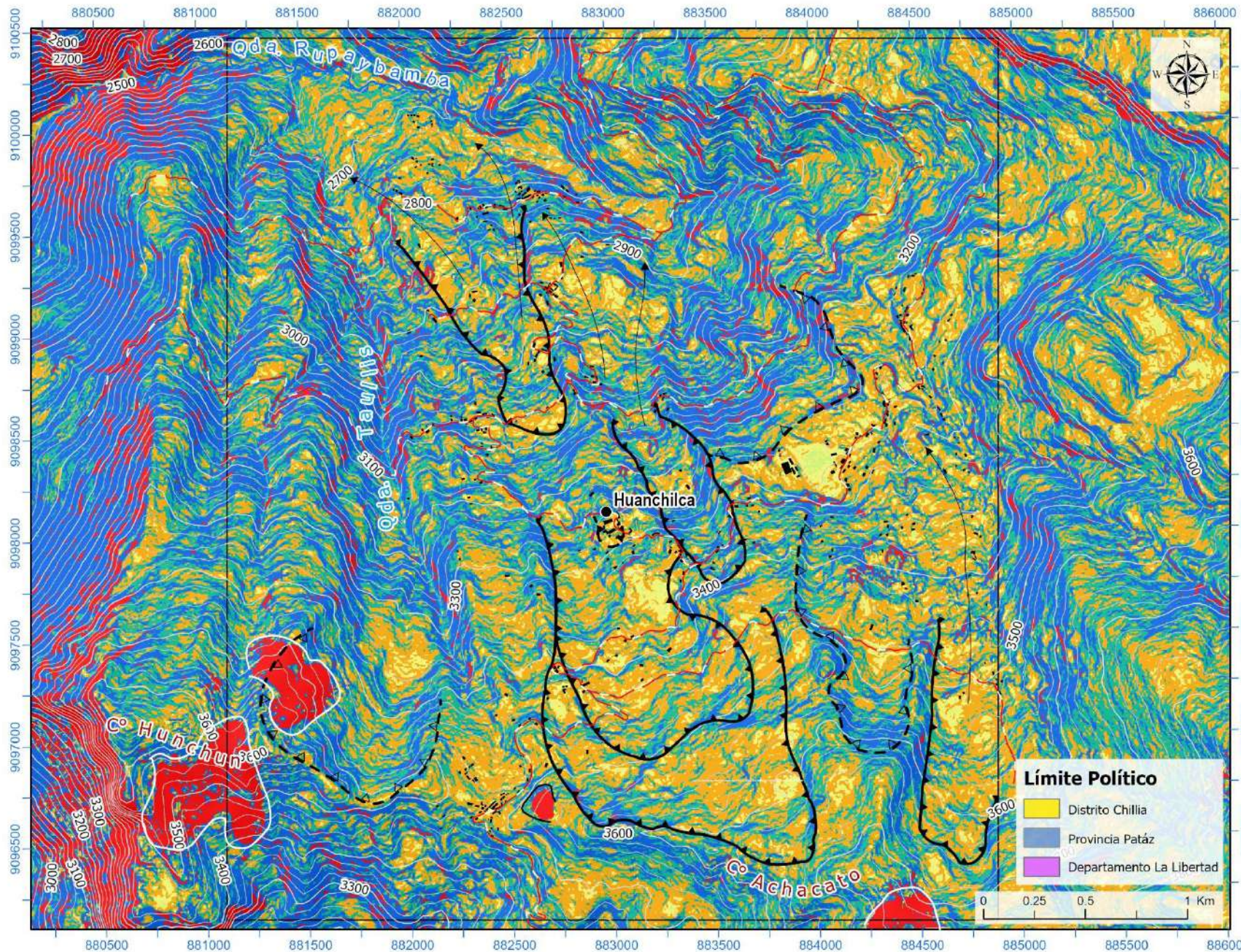
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL  
Y RIESGO GEOLOGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la  
evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa Geológico

**01**

Datum: UTM-WGS84, Zona 18S  
Version digital: año 2025. Version Impreso: 2025



### Pendientes

	0° - 1°	Muy bajo o llano		15° - 25°	Fuerte
	1° - 5°	Baja o inclinación suave		25° - 45°	Muy fuerte a escarpada
	5° - 15°	Moderada		> 45°	Muy escarpada o abrupto

### Simbología

	Trocha carrozable		Escarpe de deslizamiento
	Curvas maestras		Escarpe de deslizamiento inferido
	Curvas secundarias		Viviendas
	Drenaje		

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

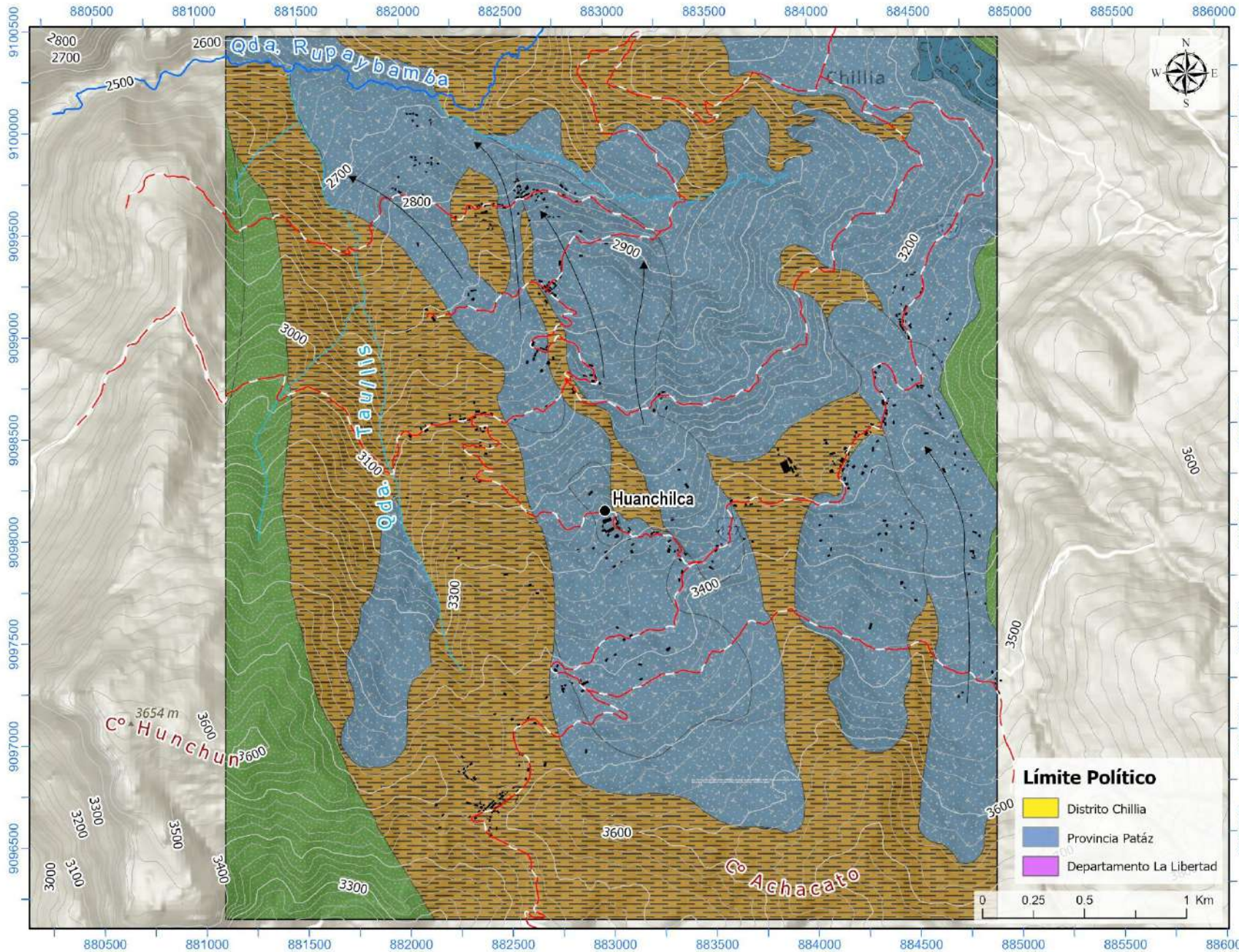
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL  
Y RIESGO GEOLÓGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la  
evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa de Pendientes

**02**

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s  
Versión digital: año 2025. Versión Impreso: 2025



### Unidades geomorfológicas

- Montaña en roca sedimentaria
- Montaña en roca metasedimentaria

- Vertiente coluvial
- Vertiente coluvio-deluvial

### Simbología

- Curvas maestras
- Curvas secundarias
- Drenaje
- Trocha carrozable
- Viviendas

### Límite Político

- Distrito Chillia
- Provincia Patáz
- Departamento La Libertad

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

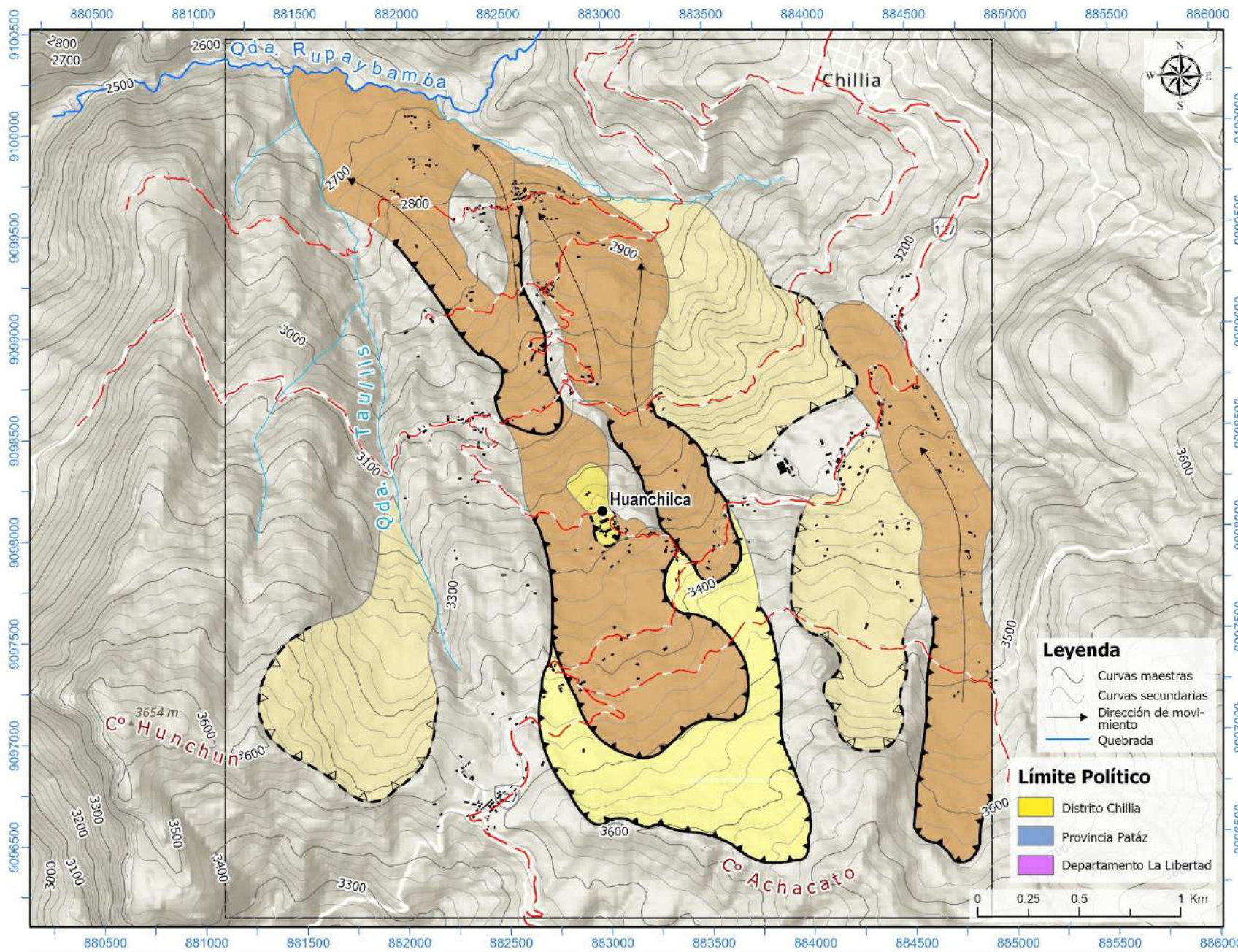
**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa Geomorfológico

**03**

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s  
Versión digital: año 2025. Versión Impreso: 2025



**Legenda**

- Curvas maestras
- Curvas secundarias
- Dirección de movimiento
- Quebrada

**Límite Político**

- Distrito Chillia
- Provincia Patate
- Departamento La Libertad

**Cartografía de peligros geológicos**

- Deslizamiento activo
- Deslizamiento antiguo
- Deslizamiento inactivo latente
- Deslizamiento-flujo

**Simbología**

- Escarpe de deslizamiento
- Escarpe de deslizamiento antiguo
- Escarpe de deslizamiento inferido
- Trocha carrozable
- Drenaje
- Viviendas

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO**

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

**Cartografía de Peligros Geológicos**

Datum: UTM-WGS84, Zona 17s  
 Versión digital: año 2025 Versión Impreso: 2025

**04**

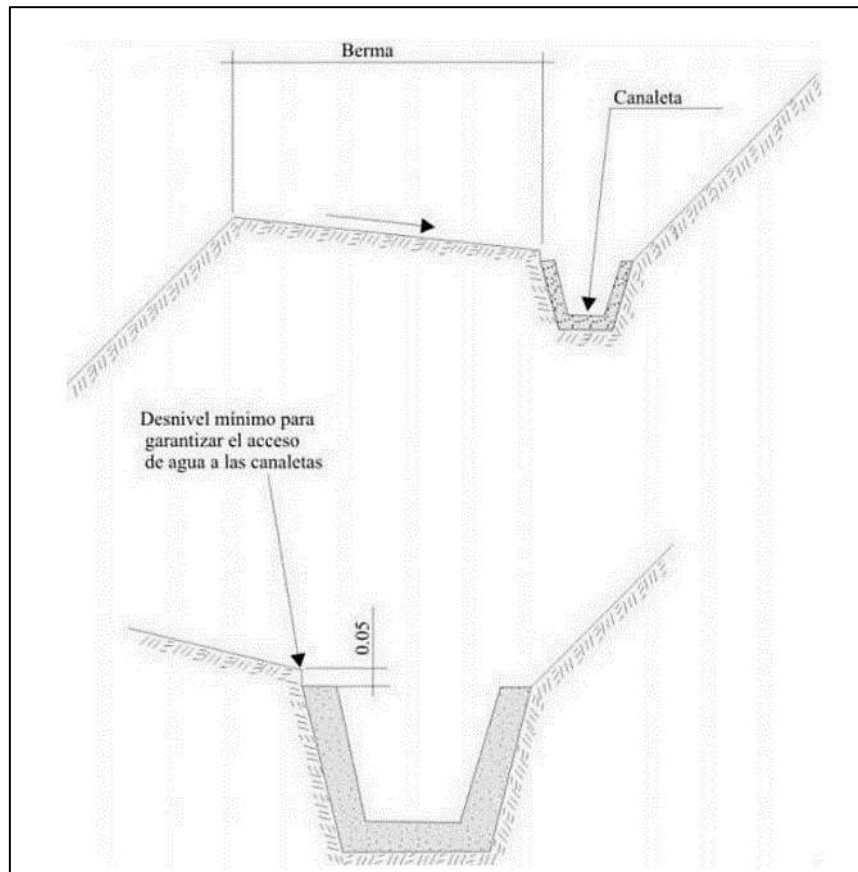
## **ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS**

**Para deslizamientos**

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo en movimiento. Los métodos de estabilización de los movimientos en masa, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizantes en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suárez Díaz, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

**a. Drenaje Superficial**

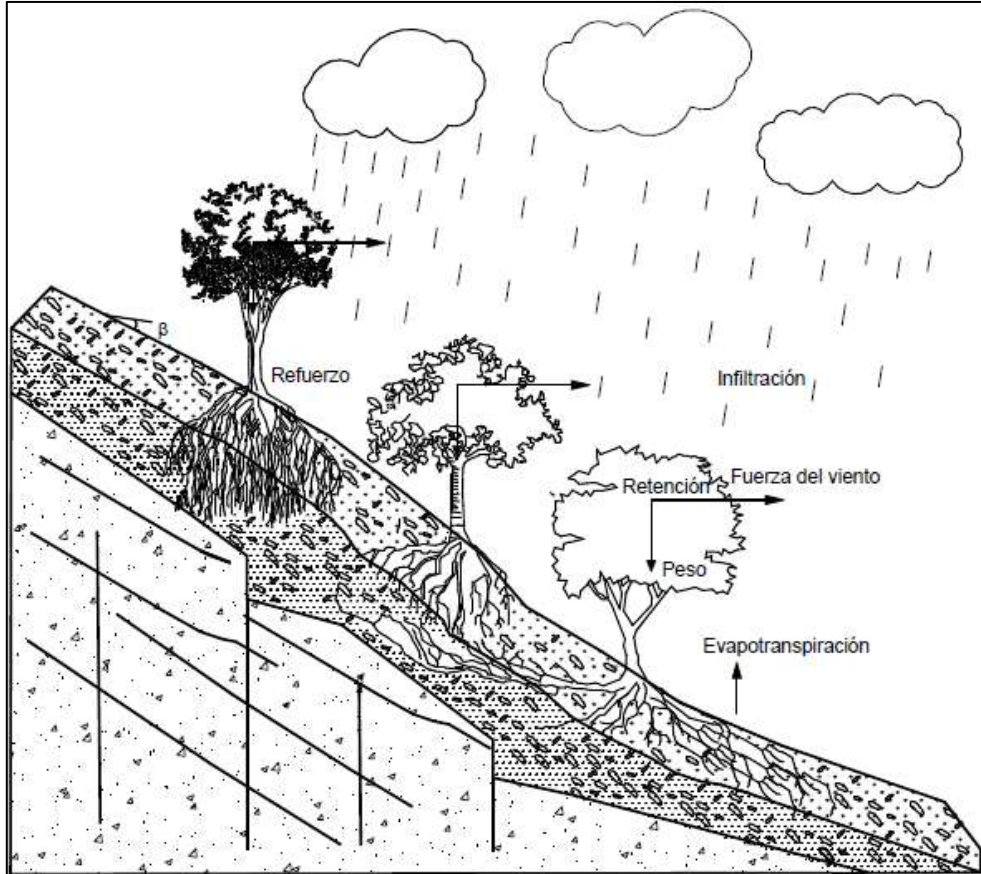
Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de la zona afectada, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior de la zona en movimiento (**Anexo 2.1**). En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.



**Anexo 2.1.** Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

**b. Revegetación**

Los árboles y arbustos de raíz profunda aportan una resistencia cohesiva significativa a los mantos de suelo más superficiales y al mismo tiempo, facilitan el drenaje subterráneo, reduciendo en esta forma la probabilidad de movimientos en masa poco profundos (Suárez Díaz, 2007).



**Anexo 2.2.** Estabilización de taludes utilizando vegetación. Fuente: Suarez, Díaz (2007).



**Anexo 2.3.** Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.