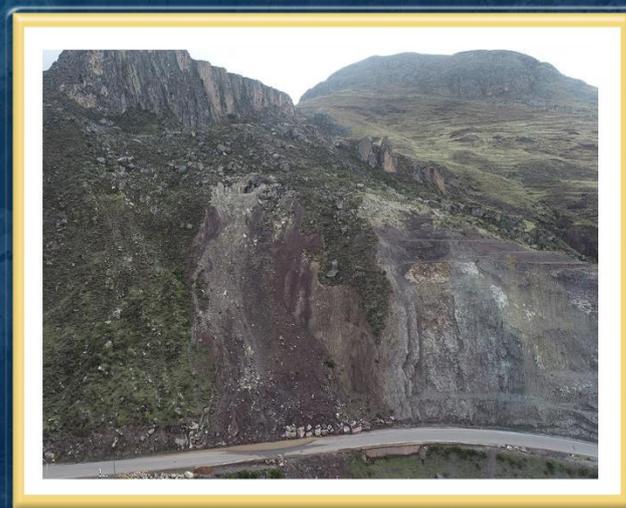


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7236**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO DE HUAYLACUCHO

Departamento Huancavelica  
Provincia Huancavelica  
Distrito Huancavelica



FEBRERO  
2022

## EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO DE HUAYLACUCHO

*(Distrito, provincia y departamento de Huancavelica)*

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

*Equipo de investigación:*

*Norma L. Sosa Senticala*

### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). - *Evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Huaylacucho, distrito, provincia y departamento de Huancavelica*. Lima: Ingemmet, Informe técnico A7236, p 47.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>DEFINICIONES .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Objetivos del estudio .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Aspectos generales.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.1. Ubicación.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3.2. Accesibilidad.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.3. Clima.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.4. Zonificación Sísmica .....</b>	<b>9</b>
<b>2. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Unidades litoestratigráficas .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.1. Formación Chúlec, Pariatambo (Ki-chu,pt).....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.2. Formación Pampachacra (Po-pa) .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.3. Depósitos cuaternarios .....</b>	<b>12</b>
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Pendientes del terreno .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Unidades geomorfológicas.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.1. Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (RM-rs).....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.2. Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd).....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.3. Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.4. Subunidad de vertiente coluvial (V-co) .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.5. Subunidad de Terraza aluvial (T-al).....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.6. Subunidad Abanico de piedemonte (Ab) .....</b>	<b>20</b>
<b>4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Deslizamiento ocurrido el 16/01/2021 .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2. Deslizamiento reactivado de la C.C. Huaylacucho.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3. Avalancha de rocas .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4. Otras ocurrencias.....</b>	<b>34</b>
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>38</b>
<b>ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN.....</b>	<b>44</b>

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el centro poblado de Huaylacucho, perteneciente a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Huancavelica, provincia y departamento Huancavelica. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno.

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona y alrededores corresponden a rocas de origen sedimentario compuesto por intercalaciones de lutitas y calizas, estas rocas se encuentran altamente meteorizadas, con espaciamentos muy próximas entre sí, aberturas algo abiertas; así como areniscas, limolitas rojas y amarillentas y verdes intercaladas con calizas, moderadamente meteorizadas; también depósitos superficiales coluvio-deluviales, coluviales (bloques, gravas, guijarros con clastos de naturaleza litológica heterogénea, subangulosos a angulosos, envueltos en una matriz limo arenoso-arcilloso) no consolidados, asociados a las avalanchas de rocas; depósitos aluviales y fluviales (bolones, gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, limos y arcillas).

Las geoformas identificadas, según su origen, son: tectónico degradacional y erosional (montañas de rocas sedimentarias); depositacional y agradacional principalmente originada por procesos denudativos y erosional, que afectan las geoformas anteriores y configuran geoformas de piedemonte (vertiente con depósito de deslizamiento, depósitos coluvio-deluviales, y depósitos coluviales); así como planicies (terrazas aluviales y abanicos). Se considera, que el principal factor condicionante que originan la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa, son las pendientes del terreno que va desde moderada ( $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) a muy fuerte ( $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ).

En el centro poblado Huaylacucho, se identificaron movimientos en masa, tipo deslizamiento, evento que presenta intensa actividad que afectó 80 m de la carretera Huancavelica – Lircay, muro de contención, cuneta; también podría afectar cuatro viviendas, así como una estación de servicio (en construcción), ubicadas al costado de la carretera. Así mismo se pudo evidenciar la reactivación de un deslizamiento antiguo, que afecta y pone en peligro a cuatro viviendas, el centro cívico, una iglesia y una plataforma deportiva, ubicadas en la escarpa del deslizamiento; también podría afectar postes de tendido eléctrico; además se observó una avalancha de rocas.

Por las condiciones geológicas (tipo de rocas), configuración geomorfológica (terrenos con pendiente moderada a muy fuerte), así como la presencia de movimientos en masa y procesos geohidrológicos; el centro poblado de Huaylacucho se consideran con **Peligro Muy Alto**. De igual forma, ese sector es considerado como **Zonas Crítica**.

Estos movimientos en masa pueden ser detonados por lluvias intensas y/o prolongadas, filtraciones de agua al subsuelo o por movimientos sísmicos.

Finalmente, en este informe, se brinda algunas recomendaciones que se consideran importante tomar en cuenta, como reubicar algunas viviendas, instalar mallas para los bloques colgados así mismo realizar trabajos de sensibilización a los pobladores en temas de peligros geológicos y gestión de riesgo a fin de minimizar las ocurrencias y daños que pueden ocasionar los procesos identificados.

## DEFINICIONES

El Perú es un país que por su variedad de climas, complejidad geológica y ubicación en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, está expuesto a diversos peligros geológicos que pueden convertirse en desastres. Se brinda una definición de los términos más importantes del presente informe:

<b>AVALANCHA DE ROCAS</b>	Son flujos de gran longitud extremadamente rápidos, de roca fracturada, que resultan de deslizamientos de roca de magnitud considerable (Hungar et al., 2001). Pueden ser extremadamente móviles y su movilidad parece que crece con el volumen. Sus depósitos están usualmente cubiertos por bloques grandes, aun cuando se puede encontrar bajo la superficie del depósito material fino derivado parcialmente de roca fragmentada e incorporada en la trayectoria. Algunos depósitos de avalanchas pueden alcanzar volúmenes del orden de kilómetros cúbicos y pueden desplazarse a grandes distancias; con frecuencia son confundidos con depósitos morrénicos.
<b>DESLIZAMIENTO</b>	Es un movimiento, ladera abajo, de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales, a su vez, pueden ser planares y/o en cuña.
<b>MOVIMIENTOS EN MASA</b>	Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad (Cruden, 1991). Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.
<b>PELIGROS GEOLÓGICOS</b>	Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones (Ingemmet 2004).
<b>SUSCEPTIBILIDAD A MOVIMIENTOS EN MASA</b>	La susceptibilidad está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado. La estimación de la susceptibilidad se basa en la correlación de los principales factores (intrínsecos) que contribuyen en la formación de movimientos en masa.
<b>ZONA CRÍTICA</b>	Las zonas o áreas consideradas como críticas (Fidel et al., 2006), presentan recurrencia en algunos casos periódica a excepcional de peligros geológicos y geohidrológicos; alta susceptibilidad a procesos geológicos que puede causar desastres y alto grado de vulnerabilidad.

## 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 “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Provincial de Huancavelica, según Oficio N° 439-2021-ALC/MPH, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación del deslizamiento reciente ocurrido el día sábado, 16 de enero del 2021 que afectó un tramo de la carretera Lircay – Huancavelica, muro de contención de concreto y además podría comprometer una estación de combustible y dos viviendas ubicadas en al pie del deslizamiento.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a la Ing. Norma Sosa Senticala, para realizar la evaluación de peligros geológicos en el sector previamente mencionado, el día 23 de noviembre del 2021, en coordinación con representantes de la Unidad de Defensa Civil y Seguridad Ciudadana de la Municipalidad Provincial de Huancavelica.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de Huancavelica 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.

### 1.1. Objetivos del estudio

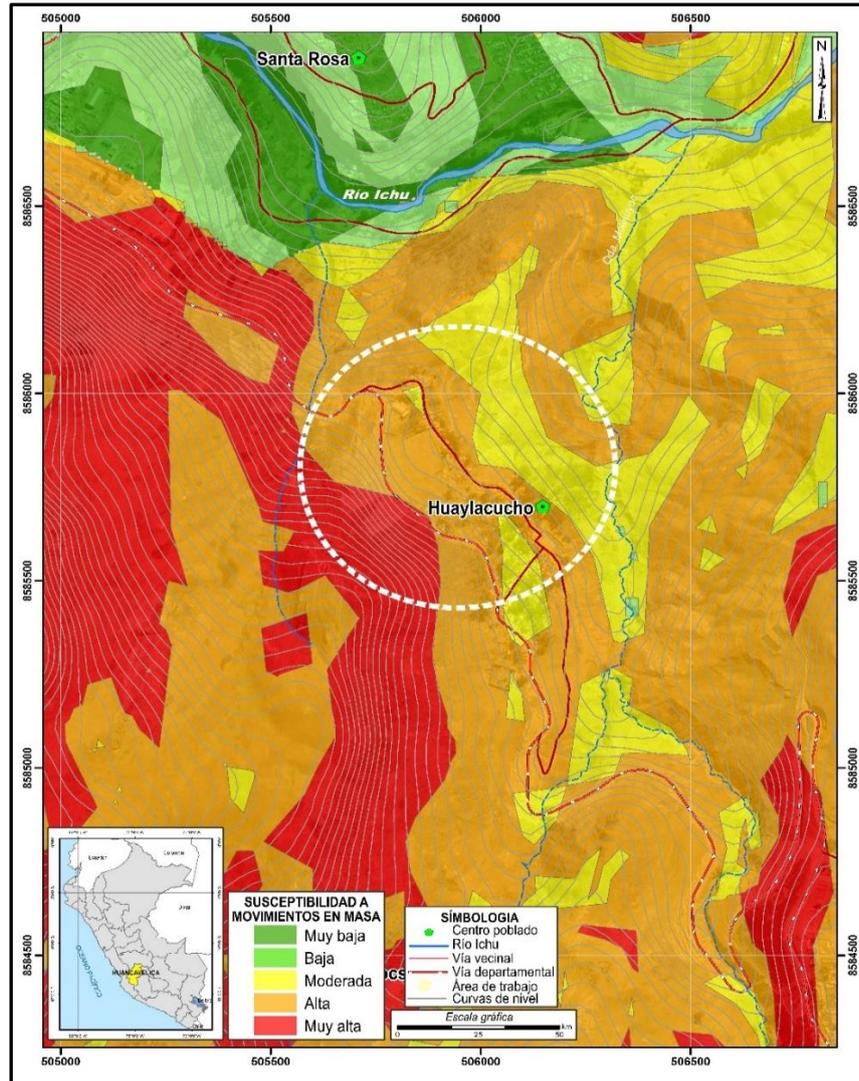
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos ocurridos en el centro poblado de Huaylacucho, eventos que comprometen la seguridad física de la población, viviendas y sus medios de vida en la zona de influencia del evento.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos
- c) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

## 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que sirven de referencia, tales como informes técnicos y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N° 69, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológicos en la Región Huancavelica” (Vílchez et al., 2019). Contiene el inventario de peligros geológicos en la región Huancavelica, donde se registra un total de 1 740 ocurrencias.  
Así mismo, de acuerdo con el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000, se evidencia que el centro poblado de Huaylacucho se encuentran en **zonas de susceptibilidad moderada a muy alta** (figura 1).
- B) Informe técnico: Zonas Críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica (Vílchez & Ochoa, 2014), en el cuadro 1: Zonas críticas identificada en el sector Huaylacucho - Harinapata, km 3+000 al km 9+200, por deslizamientos, avalancha de rocas y flujos de detritos, (código **N°11**). Dentro de este estudio también realizaron el inventario de 1740 ocurrencias, dos de estas ocurrencias se encuentran dentro de la zona de estudio.
- C) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huancavelica (26-n), Escala 1: 50 000 (Romero, D., Torres, V., 2003); Este estudio fue realizado dentro del Proyecto de Revisión y Actualización de la Carta Geológica Nacional, contempla la descripción actualizada de la geología de la zona de estudio, que corresponde rocas sedimentarias de las formaciones Chúlec, Pariatambo y Pampachacra y depósitos del Holoceno.
- D) Boletín N°73, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología del cuadrángulo de Huancavelica (Morche, W., Larico, W., 1996). En este boletín se muestran las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores conformada por rocas sedimentarias Chúlec, Pariatambo y Pampachacra.



**Figura 1:** Susceptibilidad por movimientos en masa del centro poblado de Huylacucho y alrededores. Fuente: Vílchez et al., 2019.

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

El centro poblado de Huaylacucho, políticamente pertenece al distrito, provincia y departamento de Huancavelica (figura 2), el cual se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S):

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	505778.00	8585316.00	-12.79	-74.94
2	505502.00	8585864.00	-12.79	-74.94
3	506076.00	8586168.00	-12.78	-74.94
4	506338.00	8585549.00	-12.79	-74.94

<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
C	505811.00	8585705.00	-12.79	-74.94

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada del centro poblado de Huaylacucho es de 344 habitantes, distribuidos en un total de 196 viviendas, de las cuales 156 se encuentran ocupadas y 40 desocupadas.

### 1.3.2. Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio se realizó por vía terrestre desde la oficina central de Ingemmet (Lima), hasta el centro poblado de Huaylacucho (Huancavelica), mediante la siguiente ruta (cuadro 2):

**Cuadro 2.** Ruta de acceso

<b>Ruta</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo estimado</b>
Lima – Pisco	Asfaltada	234	3 horas 10 min
Pisco - Huaytará	Asfaltada	119	2 horas
Huaytará - Huancavelica	Asfaltada	236	5 horas 15 min
Huancavelica - Huaylacucho	Afirmada	4.8	15 min

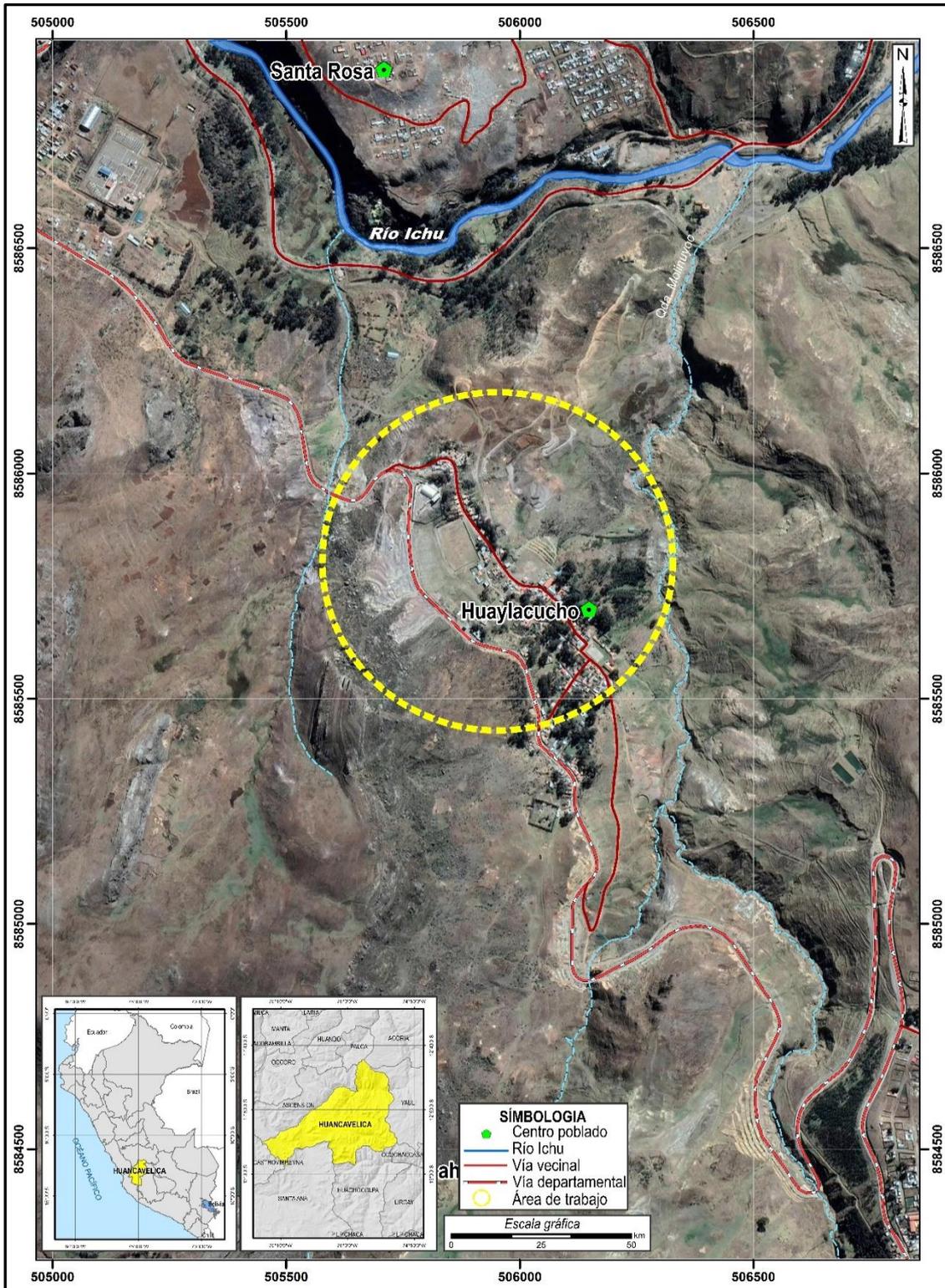


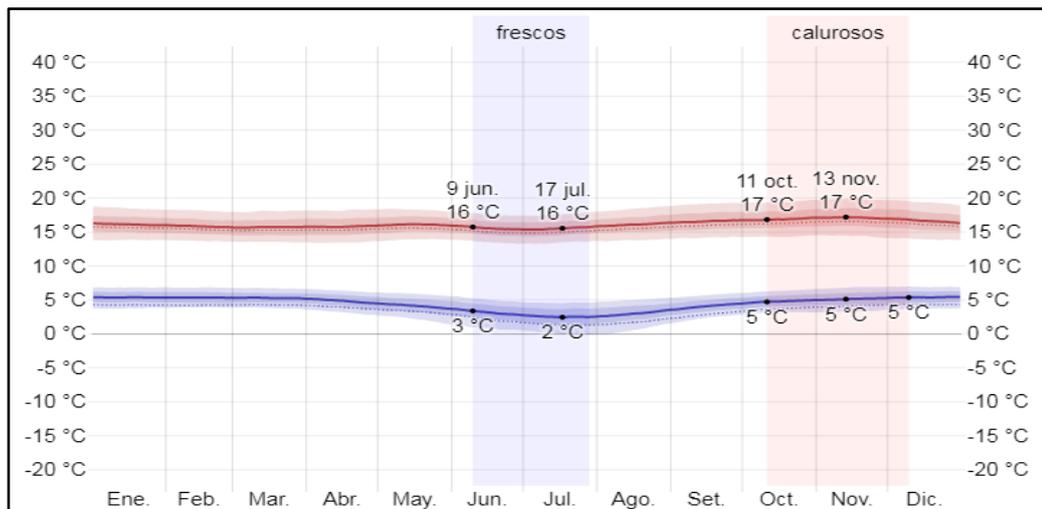
Figura 2: Ubicación del centro poblado de Huaylacucho y alrededores.

### 1.3.3. Clima

El clima en el distrito de Huancavelica de acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020) B(o,i)C<sup>1</sup>H3: es caracterizado especialmente por tener un clima de tipo: lluvioso y semifrío, seco en invierno, humedad relativa comprendida entre 65% y 84%.

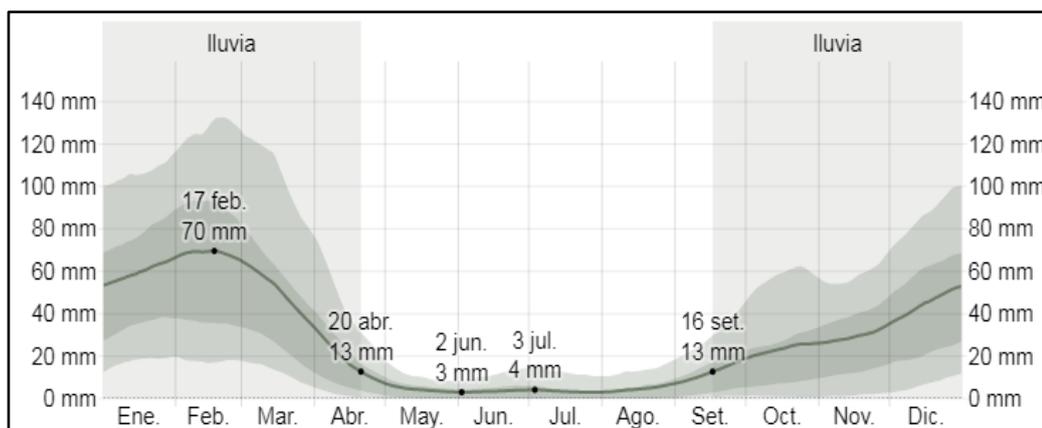
Localmente, este tipo climático cuyo relieve está formado por punas altoandinas, con temperaturas bajas durante todo el año que varían entre -5 °C y 20°C, descendiendo en ocasiones a valores de -12 °C.

La temperatura máxima anual oscila entre máxima de 20°C en verano y mínima de 8°C en invierno (figura 3).



**Figura 3.** Temperaturas máximas (línea roja) y mínimas diarias (línea azul), promedio diario, para el distrito de Huancavelica. **Fuente:** Weather Spark, 2021.

La precipitación pluvial es variable y está vinculada estrechamente a la altitud. La precipitación media anual registrada en la estación pluviométrica de Huancavelica en los últimos 4 años (periodo 2018-2021), es de 232 mm. Las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a marzo (figura 4).



**Figura 4.** Precipitación promedio anual (periodo 2017-2020), distribuida a lo largo del año para el distrito de Huancavelica. **Fuente:** SENAMHI.

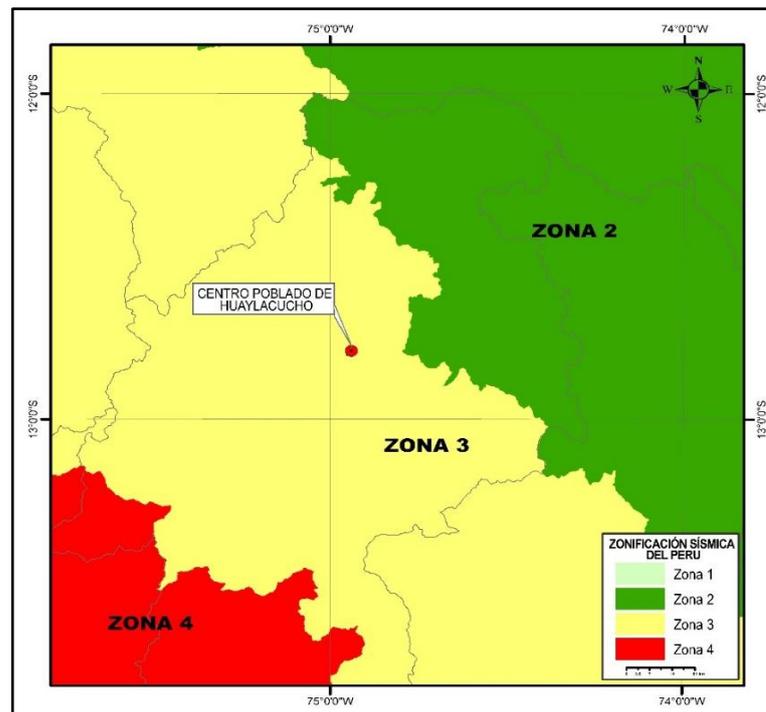
### 1.3.4. Zonificación Sísmica

El territorio nacional se encuentra dividido en tres zonas, como se muestra en la figura 5. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el cuadro 3. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (DS No. 003-2016-VIVIENDA).

Según dicho mapa, el área de estudio, se ubica en la Zona 3 (sismicidad Alta), localizada desde la línea de costa hasta el margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.35 g.

**Cuadro 3.** Factores de zona Z.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10



**Figura 5.** Zonificación sísmica del Perú. Fuente: Alva (1984).

## 2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología del área de estudio se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Huancavelica, 26n-III, escala 1:1000 (Morche et al., 1996), así como la información contenida en el Boletín N° 73: "Geología de cuadrángulo de Huancavelica" (Morche et al., 1996) y la "Memoria descriptiva de la revisión y

actualización del cuadrángulo de Huancavelica (26-n) Escala 1: 50 000" (Romero & Torres, 2003); publicados por Ingemmet.

De igual manera se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones de campo.

## 2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas son principalmente de origen sedimentario de la Formación Chúlec - Pariatambo, Pampachacra, así como depósitos recientes coluvio-deluviales, coluviales, aluviales y fluviales (anexo 1 – mapa 01).

### 2.1.1. Formación Chúlec, Pariatambo (Ki-chu,pt)

Según Romero & Torres (2003), esta unidad está compuesta por lutitas calcáreas en la base, pasando hacia arriba a margas interestratificadas con calizas en estratos delgados con una coloración gris amarillenta y con grosores inferiores a 50 cm (figuras 6 y 7), intercaladas con algunos estratos de margas, en la parte media de la secuencia se encuentra calizas de color gris, con presencia de nódulos de chert (fotografía 1), este afloramiento, ha sido reconocido al noroeste de la comunidad campesina de Huaylacucho.

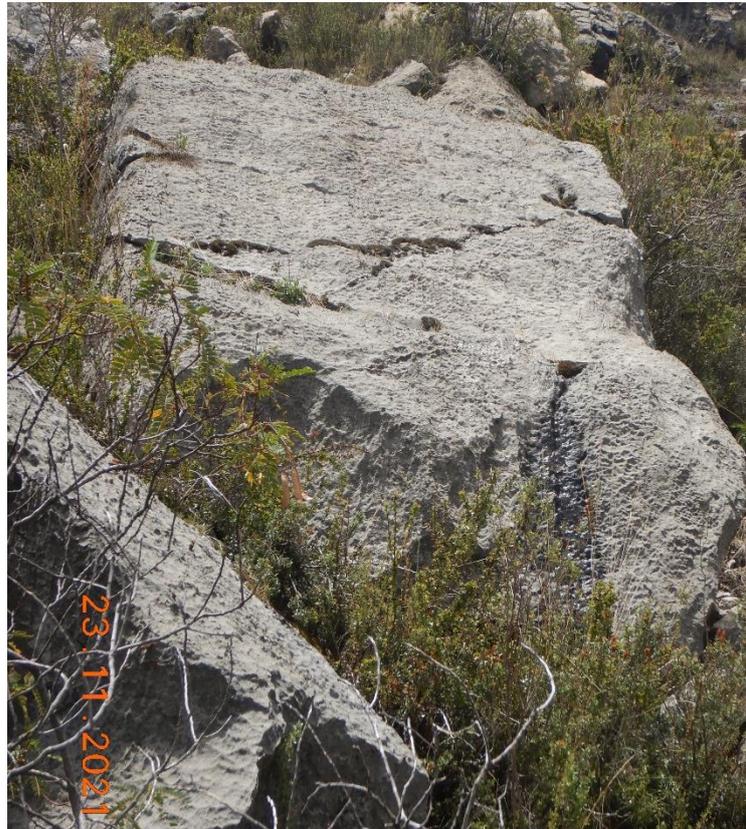
Geomecánicamente, estas rocas se encuentran muy fracturadas (F4), con espaciamentos muy próximas entre sí (0.05 m a 0.30 m) y aberturas algo abiertas (0.1 mm-1.0 mm). Además, se encuentran altamente meteorizadas (A4), es decir más de 50% está desintegrada a suelo.



**Figura 6.** Sustrato rocoso conformado de calizas con intercalación de lutitas (líneas punteadas de color amarillo), Estas rocas se presentan muy fracturas y altamente meteorizadas.



**Figura 7.** Sustrato rocoso conformado por lutitas altamente meteorizadas.



**Fotografía 1.** Presencia de nódulos de chert.

### 2.1.2. Formación Pampachacra (Po-pa)

Esta unidad sobreyace en discordancia angular indistintamente a las formaciones Chúlec-Pariatambo, aflorando únicamente en el cuadrante III al este de la ciudad de Huancavelica; está compuesta por unos conglomerados basales, intercalación de areniscas, limolitas rojas y amarillentas y verdes intercaladas con calizas blanquecinas, hacia la parte superior se tienen tobas, conglomerados, areniscas.

Las rocas en este sector se encuentran medianamente fracturadas (F3), con espaciamientos muy próximas entre sí (0.05 m a 0.30 m) y aberturas algo abiertas (1.0 – 0.30 mm). Además, se encuentran moderadamente meteorizadas (A3).



**Fotografía 2.** Vista tomada con el dron donde se puede apreciar viviendas del centro poblado Santa Rosa asentada sobre la Formación Pampachacra.

### 2.1.3. Depósitos cuaternarios

#### **Depósitos coluvio-deluvial (Qh-cd):**

Depósito inconsolidado constituido por bloques de gravas, guijarros con clastos de naturaleza litológica heterogénea, subangulosos a angulosos, envueltos en una matriz limo arenoso-arcilloso, acumulados al pie de laderas prominentes, como material de escombros que han sufrido transporte (figura 8).

#### **Depósito coluvial (Qh-co)**

Estos depósitos están inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos de tamaños variables y de naturaleza litológica homogénea. Presentan nula o poca compactación y acumulados al pie de taludes escarpados (figura 9).

#### **Depósito aluvial (Qh-al):**

Conformados por depósitos de gravas y arenas redondeados a subredondeados de forma discoidal; transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias (figura 10). Su granulometría está compuesta por bloques (20%), bolos (15%), gravas

(30%), arenas (30%) y limos (5%); Formando parte de la llanura de inundación, así como de las terrazas fluviales; son de edad Cuaternario.



**Figura 8.** Depósitos coluvio-deluvial formado por fragmentos de roca angulosos de tamaño variable envueltos en una matriz limoarcilloso.



**Figura 9.** Depósito coluvial al noreste del poblado de Huaylacucho.

### Depósito fluvial (Qh-fl):

Conformados por gravas y arenas mal seleccionadas en matriz arenolimosa. Se le puede apreciar en el curso principal del río Ichu, formando parte de la llanura de inundación, así como de las terrazas fluviales (figura 10, fotografía 3). Su granulometría está compuesta por bloques (30%), gravas (30%), arenas (30%) y limos (5%).



**Figura 10.** Vista donde se puede observar los depósitos aluviales en la margen izquierda de la quebrada de Molinuyoc.



**Fotografía 3.** Depósito fluvial conformado por material redondeado, ubicado en la quebrada Molinuyoc.

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

#### 3.1. Pendientes del terreno

En el anexo 1 – mapa 2, se presenta el mapa de pendientes, elaborado en base a información del modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución (USGS).

Del cual se puede determinar que el sector evaluado y alrededores se encuentran en una ladera cuyos rangos de pendiente van desde la conformación de terrenos llanos (0°-1°), pasan de inclinación suave (1°-5°) a pendiente moderada (5°-15°), conformando una amplia depresión de dirección norte sur, originada por la erosión fluvial y la actividad geodinámica. Así mismo se observa un cambio abrupto a terrenos de pendientes fuerte (15°-25°) a muy fuerte (25°-45°) hasta llegar a terrenos muy escarpados (>45°), los cuales corresponde laderas de montañas, resultantes de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre.

En promedio, la pendiente del sector evaluado se encuentra en una ladera cuyos rangos varían entre muy escarpado (>45°) a moderado (5°-15°), cuyas características principales se describen en el siguiente cuadro 4:

**Cuadro 4.** Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano	Comprende terrenos planos de las zonas de altiplanicie, extremos más distales de abanicos aluviales y torrenciales, bofedales, terrazas, llanuras de inundación fondos de valle y lagunas.
1°a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de fondos de valles, planicies y cimas de lomadas de baja altura, también en terrazas aluviales y planicies.
5°a 15°	<b>Moderado</b>	Laderas con inclinaciones entre 5° y 15° se consideran con susceptibilidad moderada a los movimientos en masa de tipo reptación de suelos, flujos de detritos. En este rango se asienta el centro poblado de Huaylacucho y se identificaron derrumbes en ambas márgenes de la quebrada Molinuyoc.
15°a 25°	<b>Fuerte</b>	Pendientes que se distribuyen principalmente en los bordes de abanicos aluviales, conos, piedemontes proluviales-aluviales y planicies.
25°a 45°	<b>Muy fuerte</b>	Se encuentran en laderas de colinas y montañas sedimentarias, así como terrazas aluviales, que forman acantilados, vertientes de los valles. En este rango se generó el deslizamiento reciente y se tienen avalanchas de rocas antiguas.
>45°	Muy escarpado	Distribución a lo largo de laderas, cumbres de colinas y montañas sedimentarias, así como acantilados, donde se generaron la mayor cantidad de deslizamientos.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (anexo 1 – mapa 03), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación. (Vilchez, M., et al, 2019).

En la zona evaluada y alrededores se observan las siguientes unidades y subunidades geomorfológicas:

**Cuadra 5.** Unidades y subunidades geomorfológicas

<b>Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional</b>	
<b>Unidad</b>	<b>Subunidad</b>
Montaña	Montañas en roca sedimentaria (RM-rs)
<b>Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional</b>	
<b>Unidad</b>	<b>Subunidad</b>
Piedemonte	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)
	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)
	Vertiente o piedemonte coluvial (V-co)
Planicie	Terraza aluvial (T-al)
	Abanico de piedemonte (Ab)

**Unidad de montaña:** *Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual*

#### 3.2.1. Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (RM-rs)

Estas subunidades han sido levantadas por la actividad tectónica y su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia-escorrentía, los glaciares y el agua de subsuelo, con fuerte incidencia de la gravedad. En estas montañas, el plegamiento de las rocas superficiales no conserva rasgos reconocibles de las estructuras originales, sin embargo, estas pueden presentar localmente laderas controladas por la estratificación de rocas sedimentarias, sin que lleguen a constituir cadenas montañosas.

El área evaluada corresponde a montañas en afloramientos de rocas sedimentarias de las formaciones Pariatambo y Pampachacra: sus relieves se encuentran asociados a procesos dominantes de erosión de ladera, caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos. Se distribuyen en forma adyacente a las zonas de fuerte pendiente y se ubican al oeste del centro poblado de Huaylacucho (figura 11).



**Figura 11.** Vista con dirección al NW, donde se observa montañas en rocas sedimentarias (RM-rs) de la Formación Pariatambo, ubicada al oeste del centro poblado de Huaylacucho.

**Unidad de Piedemonte:** Esta unidad son resultado de procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, las corrientes marinas, las mareas y los vientos, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados

### 3.2.2. Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial (acarreados y acumulados por efecto de la gravedad) y deluvial (acumulación de material al pie de laderas, depositados por flujos de agua que lavan materiales sueltos de las laderas). Se encuentran interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales, estos se acumulan al pie de laderas de montañas o acantilados de valles (figura 12). Se pueden asociar geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo movimientos complejos, reptación de suelos, avalancha de detritos y flujos de detritos.

### 3.2.3. Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Son acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, son depósitos de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles.

Su morfología es cóncava y su disposición es elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa, también se incluye deslizamientos en procesos de formación cuya escarpa ya ha definido un cuerpo, que tienen avance lento. (Figura 13).



**Figura 12.** Vista de subunidad vertiente coluvio – deluvial, ubicada en la parte alta del centro poblado de Huaylacucho.



**Figura 13.** Se observa depósito de deslizamiento, las cuales se ubican al este del centro poblado de Huaylacucho, los cuales se ubican en la margen derecha de la quebrada Molinuyoc.

#### 3.2.4. Subunidad de vertiente coluvial (V-co)

Son aquellos depósitos que se encuentran acumulados al pie de laderas, como material del escombros constituido por fragmentos rocosos angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea. Los depósitos de esta unidad carecen de

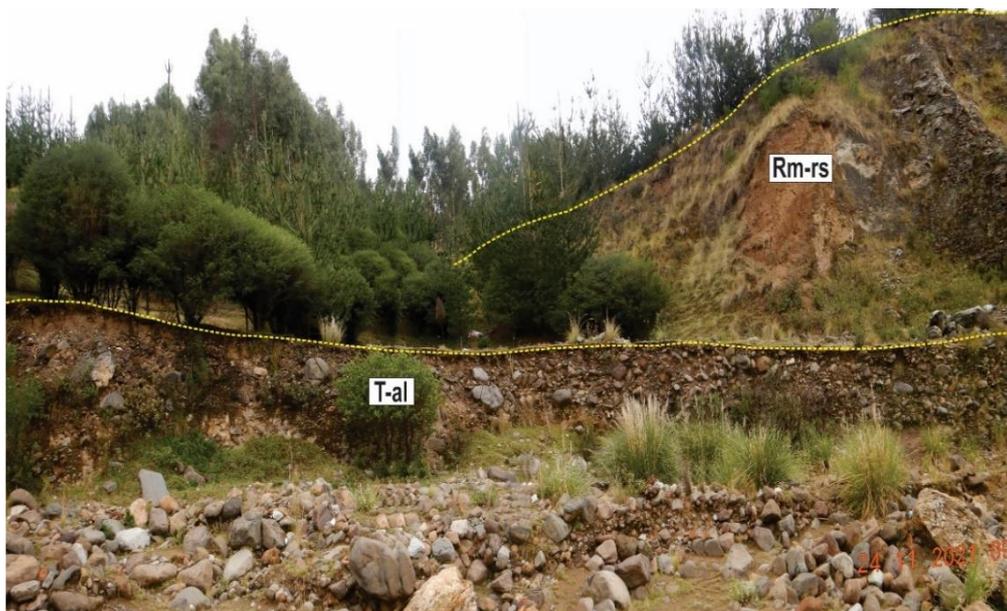
relleno, son sueltos sin cohesión, conformando taludes de reposo poco estables (figura 14).



**Figura 14.** Vista con dirección al sureste donde se delimitó la vertiente coluvial (con líneas de color amarillo).

### 3.2.5. Subunidad de Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de las llanuras de inundaciones o del lecho principal del río Ichu, a mayor altura, presentan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de profundización del valle (figura 15). Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.



**Figura 15.** En la margen derecha de la quebrada Molinuyoc, se delimitó con líneas de color amarillo a la terraza aluvial en la parte inferior; así como en la parte alta a montañas de roca sedimentaria.

### 3.2.6. Subunidad Abanico de piedemonte (Ab)

Es una forma del relieve depositacional originado en la base o pie de un frente montañoso, asociada a la descarga de sedimentos de un curso de agua (río o quebrada), drena desde un área topográficamente elevada a un área baja y plana adyacente. Esta subunidad se encuentra al pie de la quebrada Molinuyoc.

## 4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en el centro poblado de Huaylacucho, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento, avalancha de rocas, derrumbe y erosión de laderas (PMA: GCA, 2007).

Este movimiento en masa, tienen como causas o condicionantes, factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal. Se tiene como “desencadenante” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.

Los peligros geológicos identificados en la zona inspeccionada y sus alrededores se presentan en el anexo 1 – mapa 4

Para la caracterización de los eventos geodinámicos, se realizó en base a la información obtenida de los trabajos de campo, en donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ, la toma de datos GPS, fotografías a nivel de terreno y del levantamiento fotogramétrico con dron, de donde se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.45 cm y 0.03 cm por pixel, respectivamente.

En la zona de estudio se han identificado y caracterizado los siguientes peligros geológicos:

### 4.1. Deslizamiento ocurrido el 16/01/2021

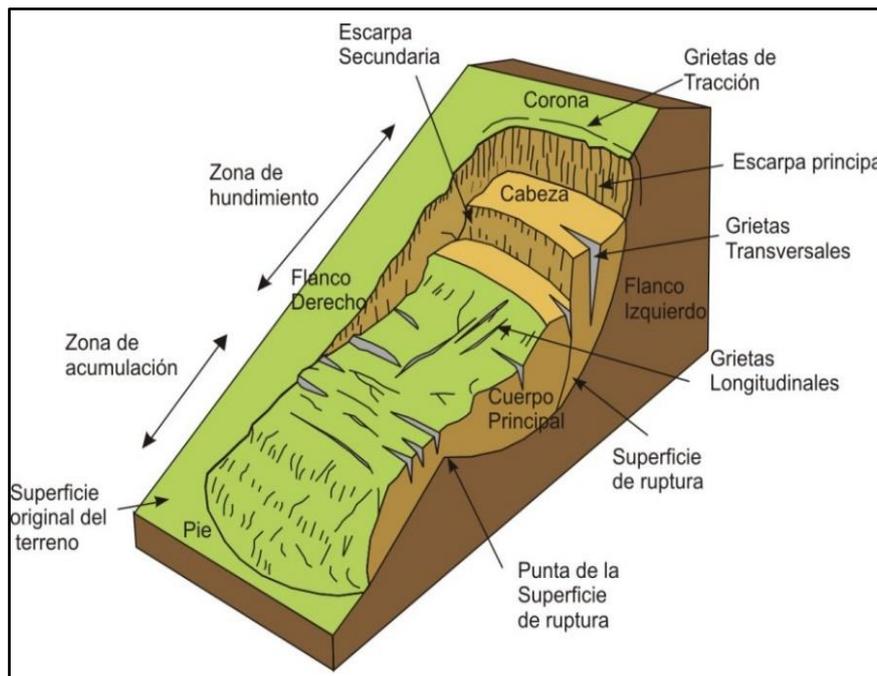
El 16 de enero del 2021, aproximadamente a las 02:48 horas, a consecuencias de las intensas lluvias se produjo un deslizamiento (figuras 16 y 17).

El deslizamiento es de tipo rotacional, presenta una escarpa principal de 72 m de longitud, salto de 2 m aproximado, con una distancia entre escarpa y el pie de deslizamiento de 110 m, ubicado entre las coordenadas UTM 8585711 N, 505803 E con una altitud de 3823 m s.n.m. (figura 18).

Este deslizamiento se generó en el cuerpo de una avalancha de rocas, este evento produjo el asentamiento de terreno, que interrumpió un tramo de 80 m de la vía Huancavelica a Lircay, afectando el muro de contención instalado en ese tramo.



**Figura 16.** Vista del deslizamiento ocurrido en enero del 2021, se delimito la escarpa de color amarilla.



**Figura 17.** Esquema de un deslizamiento rotacional donde se muestran sus diferentes partes.

El deslizamiento generó las siguientes afectaciones en infraestructuras, las que se detallan a continuación:

**Cuadro 6:** Afectaciones generadas por el deslizamiento del 16/01/2021

INFRAESTRUCTURA	COORDENADAS UTM-WG84			Afectación (m)
	NORTE	ESTE	COTA	
Tramo de carretera	8585694	505833	3822 m s.n.m.	80 m
Cuneta	8585723	505814		60 m
Muro de contención	8585704	505816		28 m



**Figura 18.** Imagen tomada con el dron, donde puede apreciarse el deslizamiento (delimitado con línea de color amarillo), que afectó la carretera Huancavelica – Lircay; agrietamientos con líneas punteadas de color verde; también se delimitó con líneas separadas de color rojo a la avalancha de rocas antigua.

A 1 m de la escarpa del deslizamiento se observaron agrietamientos transversales con longitudes de hasta 2 m, profundidades visibles de 1.20 m y separaciones entre 0.5 cm a 40 cm (figura 18), con saltos de hasta 0.55 cm.



**Figura 19.** Agrietamientos transversales de hasta 2 m de longitud, ubicada a 1 m del deslizamiento rotacional, con dirección NE, con saltos de 0.55 cm.

Se muestra la evolución del deslizamiento usando imágenes satelitales de los años 2008, 2013, 2017, 2019 y 2021; obtenidas de la plataforma Google Earth (figura 20). Donde se observa que el deslizamiento se generó a partir del 2019.

Algunos pobladores indicaron que producto de la construcción de la nueva carretera asfaltada, se generó el deslizamiento en medio del cuerpo de una avalancha de rocas, cabe mencionar que, en el estudio “Peligro Geológicos en la Región Huancavelica” (Vílchez et al., 2019); ya se había identificado en la zona, la avalancha de rocas con el Código de inventario: 37807; donde indicaron que dicho evento podría afectar el tramo de la carretera afirmada Km 3+900 y algunas viviendas.



**Figura 20.** Evolución del deslizamiento ocurrido el 16 de enero del 2021, en donde se observa el avance; cabe mencionar que las afirmaciones que dieron los pobladores coinciden con la construcción de la carretera afirmada en el año 2019 y la desestabilización de la ladera, generándose el deslizamiento.

#### 4.1.1. Características visuales del evento

El deslizamiento ocurrido en la comunidad campesina de Huaylacucho, presenta las siguientes características y dimensiones:

- Estado de la actividad del movimiento: Activo
- Deslizamiento de tipo: Rotacional
- Forma de la escarpa principal: Semicircular.
- Superficie de rotura: Semicircular y alargada.
- Longitud de la escarpa: 70 m.

- Desnivel entre escarpa y pie: 110 m.
- Salto de escarpa principal, comprendido entre: 1 a 2 m

Dentro del cuerpo del deslizamiento se observó emanación de agua subterránea, según indican los pobladores esta apareció con la presencia del deslizamiento (figura 21)



**Figura 21.** Se observa emanación de agua del cuerpo del deslizamiento, esta apareció con la generación del evento.

#### 4.2. Deslizamiento reactivado de la C.C. Huaylacucho

Dentro del centro poblado de Huaylacucho se pudo evidenciar la reactivación de un deslizamiento de tipo rotacional, en la margen derecha de la quebrada Molinuyoc, presenta una escarpa de 125 m, con una distancia entre escarpa y el pie de deslizamiento de 169 m; ubicada entre las coordenadas UTM 8585591 N, 506177 E con una altitud de 3754 m s.n.m.; este evento está afectando a 04 viviendas (material noble), 01 local de dos pisos utilizado como el centro cívico, 01 iglesia de adobe; así como la vereda de concreto ubicada en la fachada de dichas viviendas (figuras 22, 23 y 24), este deslizamiento fue identificado en el estudio: “Peligro Geológicos en la Región Huancavelica” (Vílchez et al., 2019), Codificado :61093.

**Cuadro 7:** Afectaciones generada por el deslizamiento reactivado.

INFRAESTRUCTURA	CÓDIGO	ESTADO	COORDENADAS UTM-WG84		
			NORTE	ESTE	COTA
Centro cívico	<b>CC</b>	Clausurado	8585588	506198	3751 m s.n.m
Iglesia	<b>ICPH</b>	Clausurado	8585574	506184	
Vivienda	<b>V1</b>	Deshabitada	8585618	506177	
Vivienda	<b>V2</b>	Deshabitado	8585613	506184	
Vivienda	<b>V3</b>	habitado	8585607	506189	
Vivienda	<b>V4</b>	habitada	8585600	506198	



**Figura 22.** Imagen tomada con el dron, que nos permite visualizar las infraestructuras afectadas por la reactivación del deslizamiento, ubicados próximos a la plataforma deportiva.



**Figura 23.** En las imágenes es posible observar los agrietamientos en las paredes y pisos del Centro Cívico e iglesia, ubicadas al costado de la plataforma deportiva.



**Figura 24.** Se observa agrietamientos en la vivienda de concreto de dos pisos (V1) producto del empuje de terreno, actualmente la vivienda se encuentra deshabitada por temas de seguridad; así como agrietamientos en las paredes de las viviendas continuas.

#### 4.1.2. Factores condicionantes

- Pendiente pronunciada de la ladera, de moderada ( $5^{\circ}$  a  $15^{\circ}$ ) a muy escarpada ( $>45^{\circ}$ ).

- Configuración geomorfológica del área (montaña en roca sedimentaria), en esta unidad se observa mayor frecuencia de erosión de laderas y presencia de movimientos en masa, vertiente o piedemonte coluvio-deluvial y depósitos de deslizamientos.
- Litología conformada por lutitas intercaladas con calizas fracturadas a muy fracturadas y altamente meteorizadas.

#### 4.1.3. Factores detonantes y desencadenantes

- PRECIPITACIONES: Lluvias intensas y/o excepcionales de 232 mm entre los meses de diciembre a marzo, que saturan los terrenos y los desestabilizan.
- SISMOS: La presencia de sismos de gran magnitud, que según el Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva & Meneses, 1984), la región Huancavelica se encuentra ubicada en la zona 3 que corresponde a una sismicidad alta.
- AGUAS SUBTERRÁNEAS: Se encuentra bajo la superficie de la tierra ocupando el espacio entre las partículas del suelo o entre las superficies rocosas, ubicada en el deslizamiento reciente.

#### 4.1.4. Factores antrópicos

- Corte de talud para la construcción de la carretera en el año 2019; así mismo se quiso realizar andenes, para evitar la generación de eventos similares.
- No cuentan con canales, de vertimiento de aguas servidas, por donde discurre el agua permanentemente; lo que podría estar generando la saturación de terreno.

#### 4.1.5. Daños por peligros geológicos

##### **Deslizamiento reciente:**

- Afectó 80 m de la vía Huancavelica – Lircay.
- Afectó 30 m de muro de contención de concreto.
- Podría afectar estación de servicio (ubicado en la carretera).
- Podría afectar una cancha de fútbol

##### **Deslizamiento reactivado:**

- Afectó (04) viviendas, (01) centro cívico y (01) iglesia del centro poblado de Huaylacucho (ubicadas al costado de la plataforma deportiva).
- Podría afectar (02) postes de tendido eléctrico.
- Afectó 7 m de vereda de concreto
- Podría afectar la plataforma deportiva (concreto)
- Podría afectar árboles.

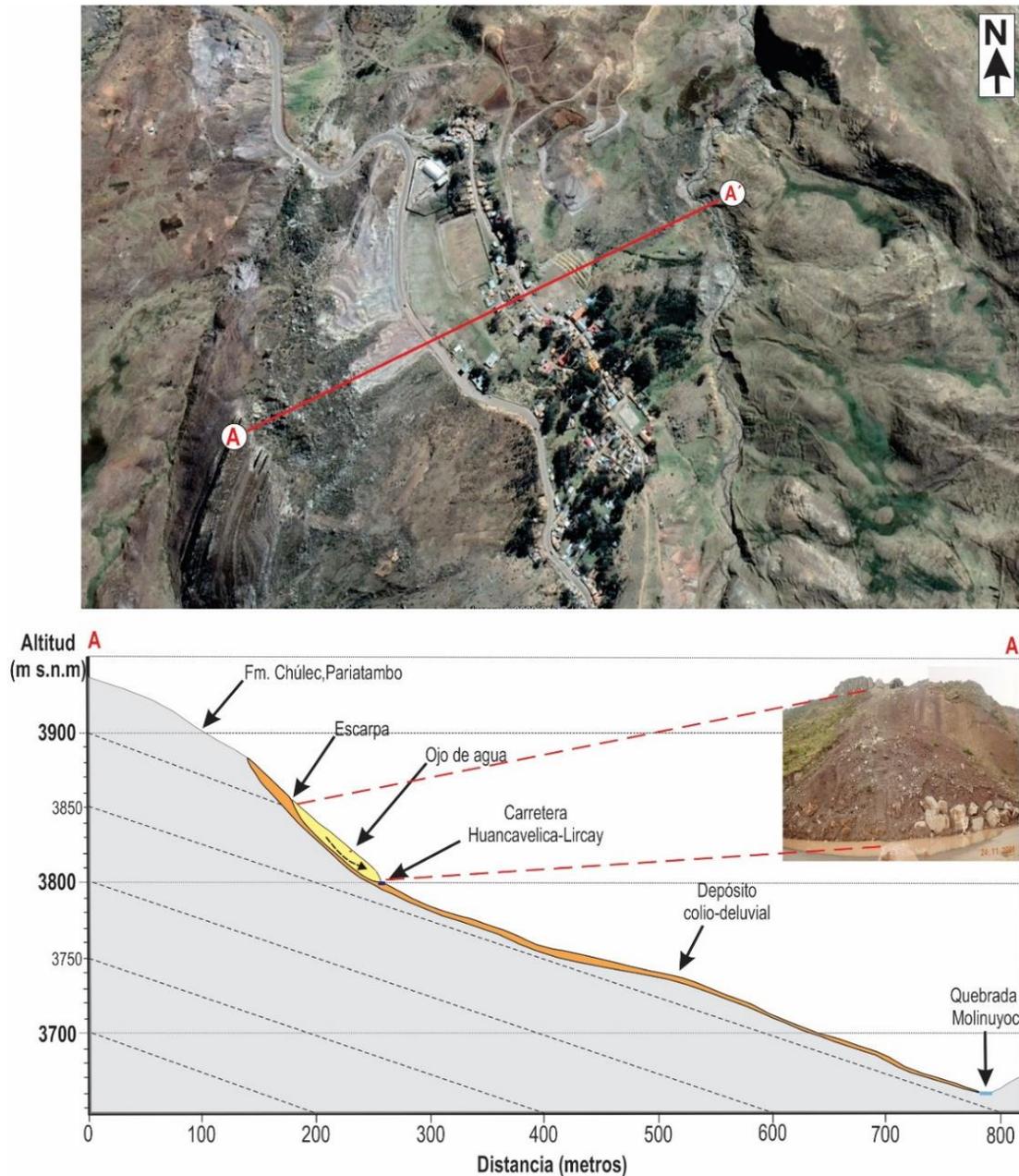
## **ANÁLISIS DEL PERFIL**

En base al levantamiento fotogramétrico con dron y el modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución (USGS), se generó un esquema de la sección transversal del deslizamiento ocurrido el 16 de enero del 2021 en la Comunidad Campesina de Huaylaucho (figura 25), realizado con el objetivo de caracterizar el movimiento:

El perfil transversal A-A´ (Deslizamiento activo), muestra el cuerpo de un deslizamiento reactivado de tipo rotacional generado a partir de una avalancha de rocas antigua, el cual se originó sobre depósitos coluvio-deluviales. El estado del movimiento es activo caracterizado por un desnivel entre escarpa y pie de aproximadamente 110 m.

El factor detonante son las fuertes lluvias, se observó la existencia de filtraciones de aguas subterráneas en el cuerpo del deslizamiento. De manera que el efecto del agua infiltrada se combinó desfavorablemente con las propiedades físico mecánicas de los materiales cuaternarios (de naturaleza poco consolidado) y la pendiente de la ladera que en este caso se encuentra de muy fuerte (25° a 45°).

Las dimensiones del movimiento fueron de aproximadamente 110 m de largo por 80 m de ancho y una profundidad de 2 m, lo cual determina un volumen desplazado de 17600 m<sup>3</sup>. Este proceso, afectó la carretera (obstruyendo el pase vehicular), el muro de contención y la cuneta de concreto ubicadas al pie del deslizamiento.



**Figura 25.** Esquema de sección del deslizamiento de la C.C. de Huaylacucho.

### 4.3. Avalancha de rocas

En el estudio: “Peligro Geológicos en la Región Huancavelica” (Vílchez et al., 2019), identificaron a estos eventos los cuales fueron codificados: 61094 y 37807; Cabe mencionar que, el centro poblado de Huaylacucho se encuentra asentado sobre una avalancha de rocas antigua, así mismo se observan más ocurrencias al NW y SW.

En la parte alta del deslizamiento se identificaron avalanchas con dirección NE, donde se observó bloques de 0.50 cm a 8 m, ubicado entre las coordenadas UTM WGS84 8585569 N, 505784 E con una altitud de 3900 m s.n.m. (figura 26).



**Figura 26.** Vista donde observa las avalanchas de rocas ubicadas en la parte alta del deslizamiento entre las coordenadas UTM 8585569 N, 505784 E, altitud de 3900 m s.n.m.

Se observó un bloque de casi 10 m, el cual se encuentra colgado, ubicado en las coordenadas UTM 8585643 N, 505708 E, con una altitud de 3898 m s.n.m. (figuras 27 y 28).

En febrero del 2020, al promediar las 2:45 am; rodó un bloque de 1.7 m, generando el colapso de una pared de adobe, afectando un criadero de cuyes, esto generó la preocupación en los propietarios. Actualmente, la pared está sustituida, la misma que se encuentra entre las coordenadas UTM 8585641 N, 505898 E con una altitud de 3815 m s.n.m. Aún se puede observar una parte del bloque de roca que se encuentra en dicho lugar desde entonces (figura 29).



**Figura 27** Se observa un bloque de 10 m suspendido en la ladera, el que genera preocupación a los pobladores ubicados metros abajo, así como podría afectar a algún vehículo que puede estar transitando por esa carretera.



**Figura 28** Se observa bloques, estas se ubican en la margen izquierda de la quebrada Molinuyoc, ubicado en las coordenadas UTM 8585587 N, 506277 E, con una altitud de 3734 m s.n.m.



**Figura 29.** Vivienda afectada por el colapso de un bloque de 1.7 m.

#### 4.2.1. Factores detonantes y desencadenantes

- PRECIPITACIONES: Lluvias intensas y/o excepcionales de 232 mm entre los meses de diciembre a marzo, que saturan los terrenos y los desestabilizan.
- SISMOS: La presencia de sismos de gran magnitud, que según el Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva & Meneses, 1984), la región Huancavelica se encuentra ubicada en la zona 3 que corresponde a una sismicidad alta.

#### 4.2.2. Factores antrópicos

- Corte de talud para la construcción de la carretera, el año 2019; así mismo se quiso realizar andenes, para evitar la generación de eventos similares.
- No cuentan con canales, de vertimiento de aguas servidas, por donde discurre el agua permanentemente; lo que podría estar generando la saturación de terreno.

#### 4.2.3. Daños por peligros geológicos

- Destruyó parte de una vivienda (figura 26)
- Destruyó criadero de cuyes
- Podría afectar estación de servicio (ubicado en la carretera).
- Podría afectar la vía Huancavelica – Lircay
- Podría afectar una cancha de fútbol

- Podría afectar a 35 viviendas
- Podría afectar andenes (8585821 N, 506043 E, altitud 3748 ms.n.m).

#### 4.4. Otras ocurrencias

A 710 m al sur desde el deslizamiento, en la carretera Huancavelica – Lircay, entre las coordenadas UTM 8585202 N, 506137 se identificaron agrietamientos y asentamiento de la carretera asfaltada, en el punto de control 485 con aberturas de 0.10 cm, profundidades visibles de hasta 1 m. La afectación de estos agrietamientos llega a 70 m de longitud (figura 30).

Actualmente, una vía de la carretera está bloqueada por temas de seguridad, cabe mencionar que estos agrietamientos se ubican a 200 m. en línea recta de la zona crítica identificada dentro del estudio "Peligro Geológicos en la Región Huancavelica" (2019); donde identificaron deslizamientos, avalancha de rocas y flujos de detritos. Estos agrietamientos se iniciaron a partir del asfaltado de la carretera.



**Figura 30.** Vista donde se observan las grietas en un tramo de 70 m de la carretera, afectó un carril.

## 5. CONCLUSIONES

- 1) En el centro poblado de Huaylacucho, se identificaron peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamiento, avalancha de rocas, derrumbe y erosión de laderas.
- 2) El deslizamiento reciente se generó el 16 de enero del 2021, aproximadamente a las 02:48 horas; el deslizamiento es de tipo rotacional, presenta una escarpa principal 72 m, con salto de 1 - 2 m y un desnivel entre la escarpa y el pie de 110 m; afectó 80 m de la vía Huancavelica – Lircay, 30 m del muro de contención; y podría afectar una estación de servicio y una cancha de fútbol.
- 3) La reactivación del deslizamiento antiguo, presenta una escarpa de 125 m, con una distancia entre escarpa y el pie de deslizamiento de 169 m; afectó (04) viviendas, (01) centro cívico y (01) iglesia del centro poblado y podría afectar (2) postes de tendido eléctrico, 7 m de vereda de concreto, 1 plataforma deportiva de concreto y andenes.
- 4) El centro poblado de Huaylacucho se asienta sobre depósitos de avalanchas de rocas, las mismas que fueron identificadas e inventariadas en el estudio: “Peligro Geológicos en la Región Huancavelica” (Vilchez et al., 2019); en febrero del 2020 al promediar las 2.45 am un bloque de 1.7 m de este depósito rodó generando la destrucción de la pared de una vivienda y criadero de cuyes.
- 5) Las unidades litoestratigráficas en la zona evaluada y alrededores, son de origen sedimentario conformado por las formaciones Chúlec, Pariatambo compuesto por intercalaciones de lutitas y calizas; estas rocas se encuentran altamente meteorizadas (A4), es decir más del 50% esta desintegrada a suelo; algo abiertas (F4), lo que permitiría la filtración de agua proveniente de las lluvias y la Formación Pampachacra conformadas por areniscas, limolitas rojas y amarillentas y verdes intercaladas con calizas, moderadamente meteorizadas (A3); así como depósitos inconsolidados recientes (coluvio - deluvial, coluvial, aluvial y fluvial).
- 6) Geomorfológicamente, la zona de estudio se encuentra en vertientes con depósitos de deslizamiento y coluvio-deluvial, circundadas con montañas de rocas sedimentarias, las laderas presentan pendientes fuertes (15°-25) a muy fuerte (25°-45°), y la parte baja de la carretera presentan pendiente moderada (5°-15°) donde se ubican las vertientes de depósito o piedemonte coluvial y terrazas fluviales.
- 7) Se considera como factor desencadenante las lluvias que se presentan entre los meses de diciembre a marzo y la actividad sísmica, descrito en el ítem, 1.3.4; así como la presencia de aguas subterráneas.
- 8) Por las condiciones geodinámicas (presencia de movimientos en masa y procesos de erosión de laderas), geológicas (tipo de roca), la configuración geomorfológica (laderas con pendiente fuerte a muy escarpado); y la presencia de agrietamientos en los pisos y paredes de algunas viviendas, se considera a el centro poblado de Huaylacucho de **Peligro Muy Alto** y como **Zona Crítica**, donde se pueden producir nuevas reactivaciones de movimientos en masa.

- 9) Con respecto a lo antes mencionado, cabe recalcar que el perímetro del centro poblado de Huaylacucho, se encuentra dentro de una zona de alta a muy alta susceptibilidad a movimientos en masa, lo cual advierte de la alta propensión ante la ocurrencia de movimientos en masa.

## 6. RECOMENDACIONES

### Para la zona del deslizamiento del 16 de enero de 2021

- 1) Reubicar las viviendas ubicadas próximos al deslizamiento, específicamente las que se encuentran al costado de la carretera; así como la estación de servicio (proceso de construcción).
- 2) Prohibir la construcción de nuevas viviendas a lado de la carretera entre el Km 3 +000 al km 9+500.
- 3) Realizar la captación y la derivación de las aguas de manantiales que se encuentran en el cuerpo del deslizamiento y aledañas; estas aguas deberán ser conducidas por medio de canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas).
- 4) Para la zona del deslizamiento se debe implementar un sistema de alerta temprana (SAT), en temporadas de lluvias intensas y/o excepcionales, para informar a la población involucrada y que pueda realizar la evacuación hacia zonas seguras.
- 5) Para los bloques sueltos que se encuentran en la ladera, aledaños a la carretera y viviendas, se debe implementar mallas ancladas, barreras dinámicas y red de anillos, entre otros; utilizados en forma independiente o combinada, según las características de cada ladera. Estos trabajos deben ser diseñados y dirigidos por profesionales con experiencia en el tema, esta recomendación ira de la mano con las mencionadas líneas arriba, desarrolladas en el anexo 2.
- 6) Si continúa la expansión de las grietas; se debe considerar la propuesta de hacer un nuevo trazo de la vía, para el cual es importante realizar estudios geotécnicos previos a la construcción de infraestructura.

### Para la zona del deslizamiento antiguo reactivado

- 1) Reubicar 4 viviendas, ubicadas en la escarpa del deslizamiento antiguo; así como el centro cívico e iglesia.
- 2) Implementar y realizar el monitoreo instrumental del movimiento del deslizamiento.
- 3) Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización, en la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y alturas que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones

forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua.

- 4) Realizar trabajos de sensibilización en temas de peligros geológicos masa y gestión del riesgo de desastres.



**Norma Luz Sosa Senticala**  
Especialista en peligros geológicos  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico



-----  
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL  
Director  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Dirección de Geología Ambiental (2003) - Estudio de riesgos geológicos del Perú-Franja N° 3. INGEMMET, *Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 28, 373 p.

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm).

Morche, W. & Larico, W. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huancavelica-Hoja: 26-n. INGEMMET, *Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional*, 73, 172 p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

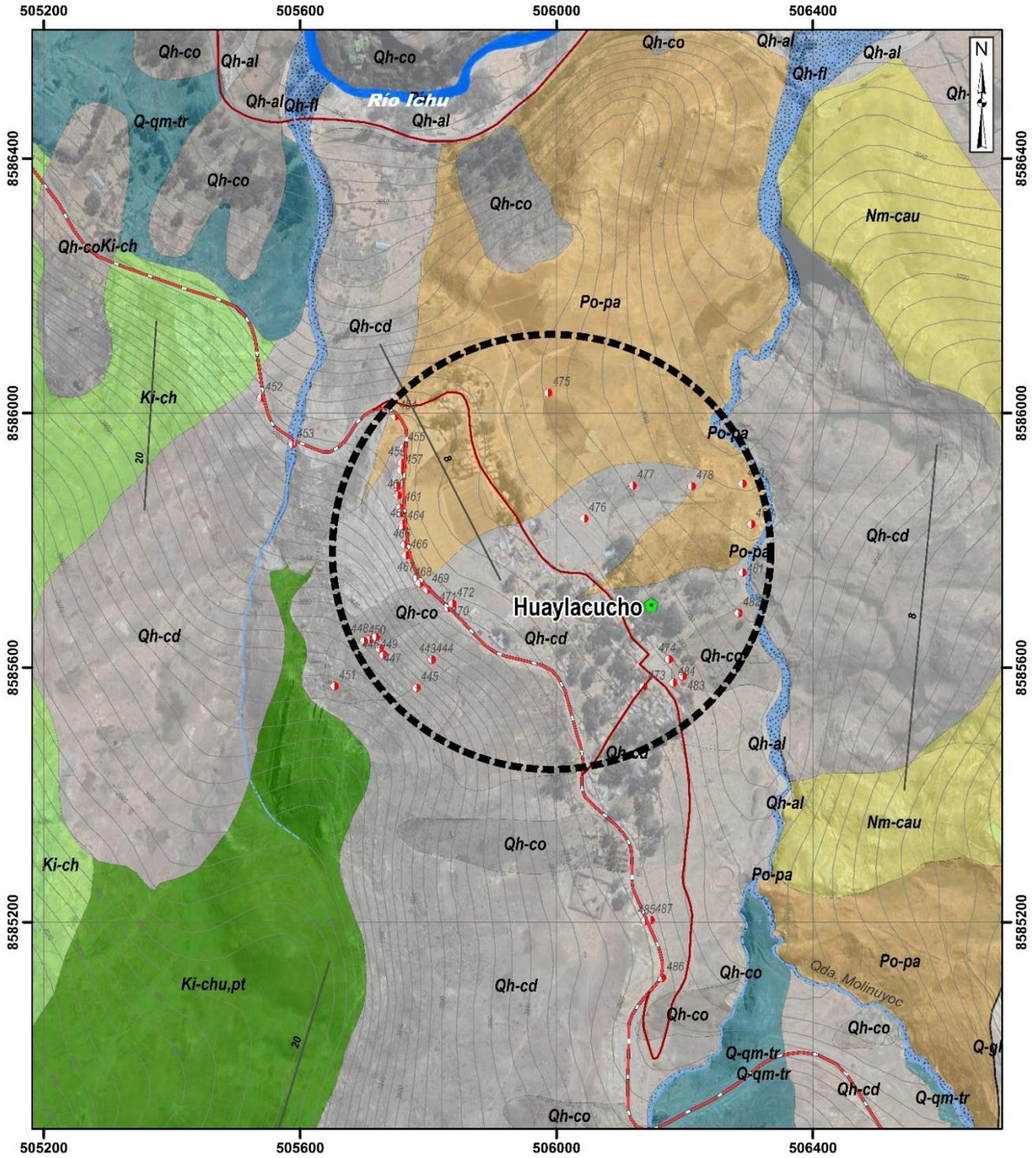
Romero, D. & Torres, V. (2003) - Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huancavelica (26-n), Escala 1: 50 000 Ingemmet.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2020) – SENAMHI. (consulta: agosto 2021). <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>.

Vilchez, M.; Ochoa, M. & Pari, W. (2019) - Peligro geológico en la región Huancavelica. INGEMMET, *Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 69, 225 p., 9 mapas.

Vilchez, M. Ochoa, M, (2014) - Zonas Críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica. Informe técnico. Ingemmet, 56 p.

## **ANEXO 1: MAPAS**



ERA/SISTEMA		UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
MESOZOICO	CUATERNARIO	Qh-al Depósito aluvial
		Qh-cd Depósito coluvio-deluvial
		Qh-co Depósito coluvial
		Qh-fl Depósito fluvial
		Q-qm-tr Depósito químico, travertino.
CRETÁCICO	NEÓGENO	Nm-cau Formación Caudalosa
		Po-pa Formación Pampachaca
		Ki-chu,pt Formación Chúlec, Pariatambo
		Ki-ch Formación Chaylacatía

SIMBOLOGÍA	
	Centro poblado
	Rio Ichu
	Vía vecinal
	Vía departamental
	Área de trabajo
	Curvas de nivel
	Puntos de control
	Buzamiento

Escala gráfica  
 0 0.1 0.2 km

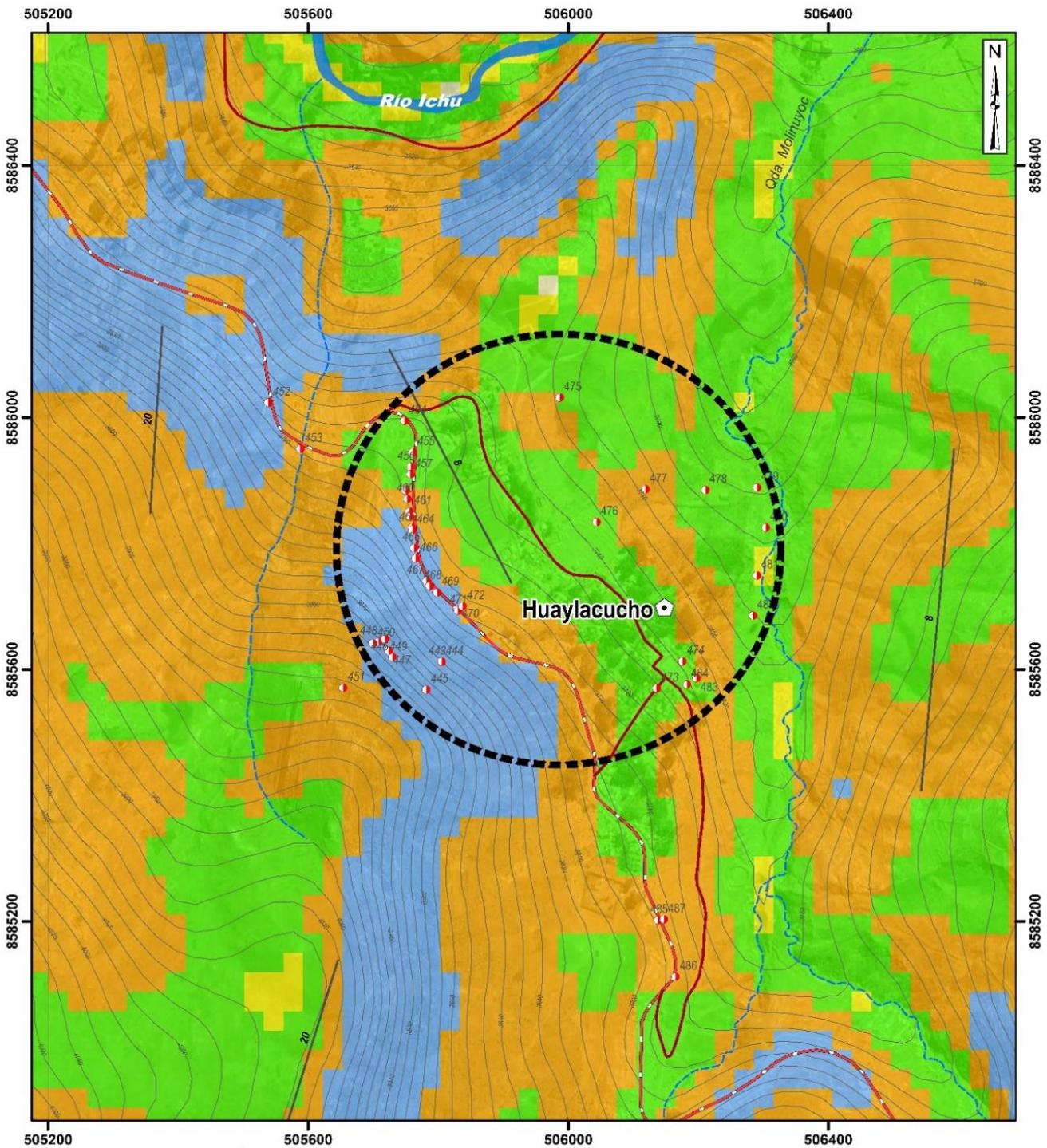
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
 DEPARTAMENTO HUANCAVELICA  
 PROVINCIA HUANCAVELICA  
 DISTRITO HUANCAVELICA

**GEOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO DE HUAYLACUCHO**

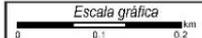
Escala: 1/8 000      Elaborado por: Sosa N.  
 Proyección: UTM Zona 18 Sur      Datum: WGS 84  
 Versión digital 2021      Impreso: Enero, 2022

**MAPA 01**

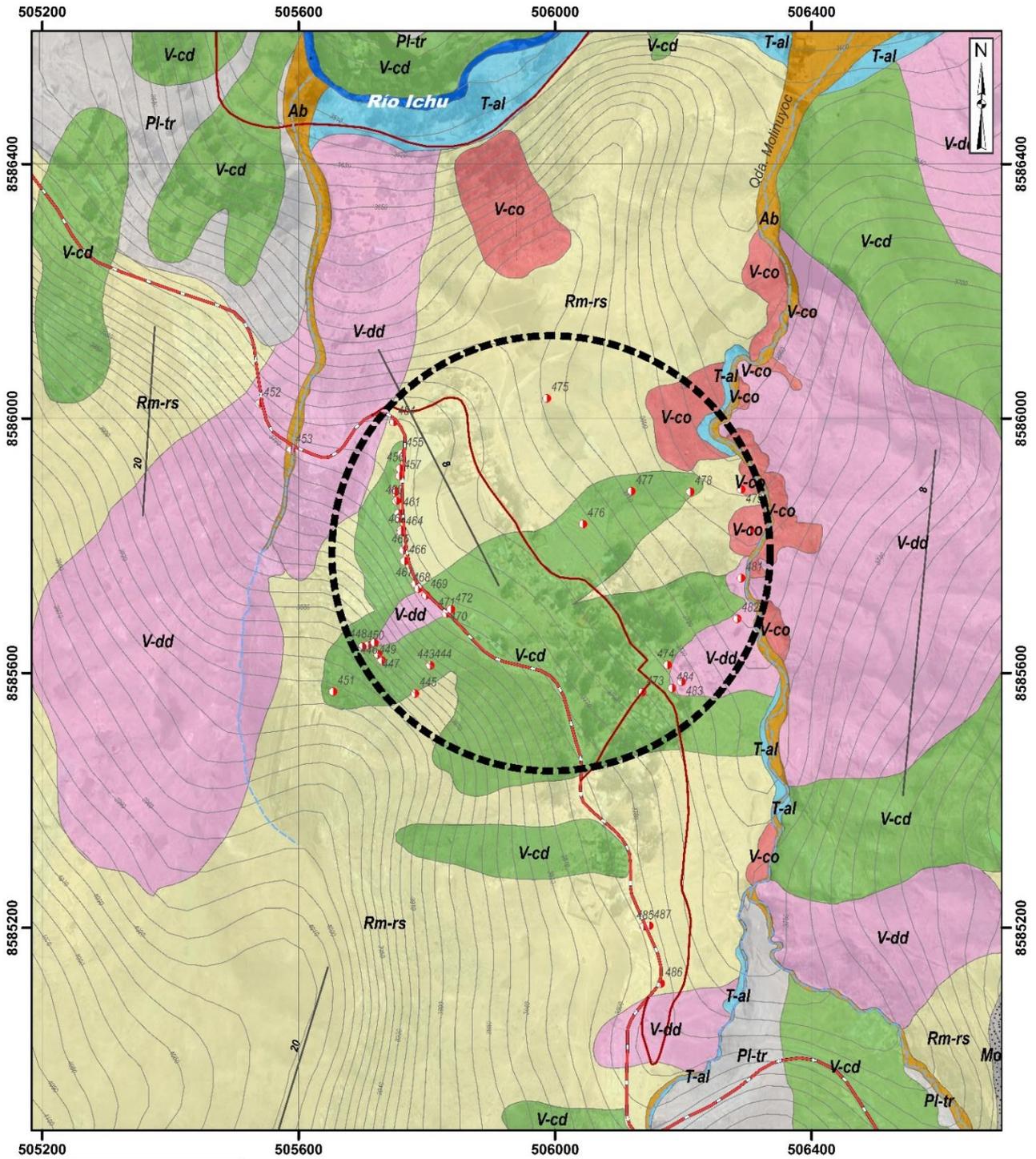


RANGOS DE PENDIENTE	
0°- 1°	Terreno llano
1°- 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5°- 15°	Pendiente moderada
15°- 25°	Pendiente fuerte
25°- 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	Terreno muy escarpado

SIMBOLOGÍA	
	Centro poblado
	Río Ichu
	Vía vecinal
	Vía departamental
	Área de trabajo
	Curvas de nivel
	Puntos de control
	Buzamiento



<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS  <b>INGEMMET</b>          INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>		
<p>DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO          DEPARTAMENTO HUANCVELICA          PROVINCIA HUANCVELICA          DISTRITO HUANCVELICA</p>		
<p><b>PENDIENTE DEL CENTRO POBLADO DE HUAYLACUCHO</b></p>		
Escala: 1/8 000	Elaborado por: Sosa N.	<p><b>MAPA</b> <b>02</b></p>
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2021	Impreso: Enero, 2022	

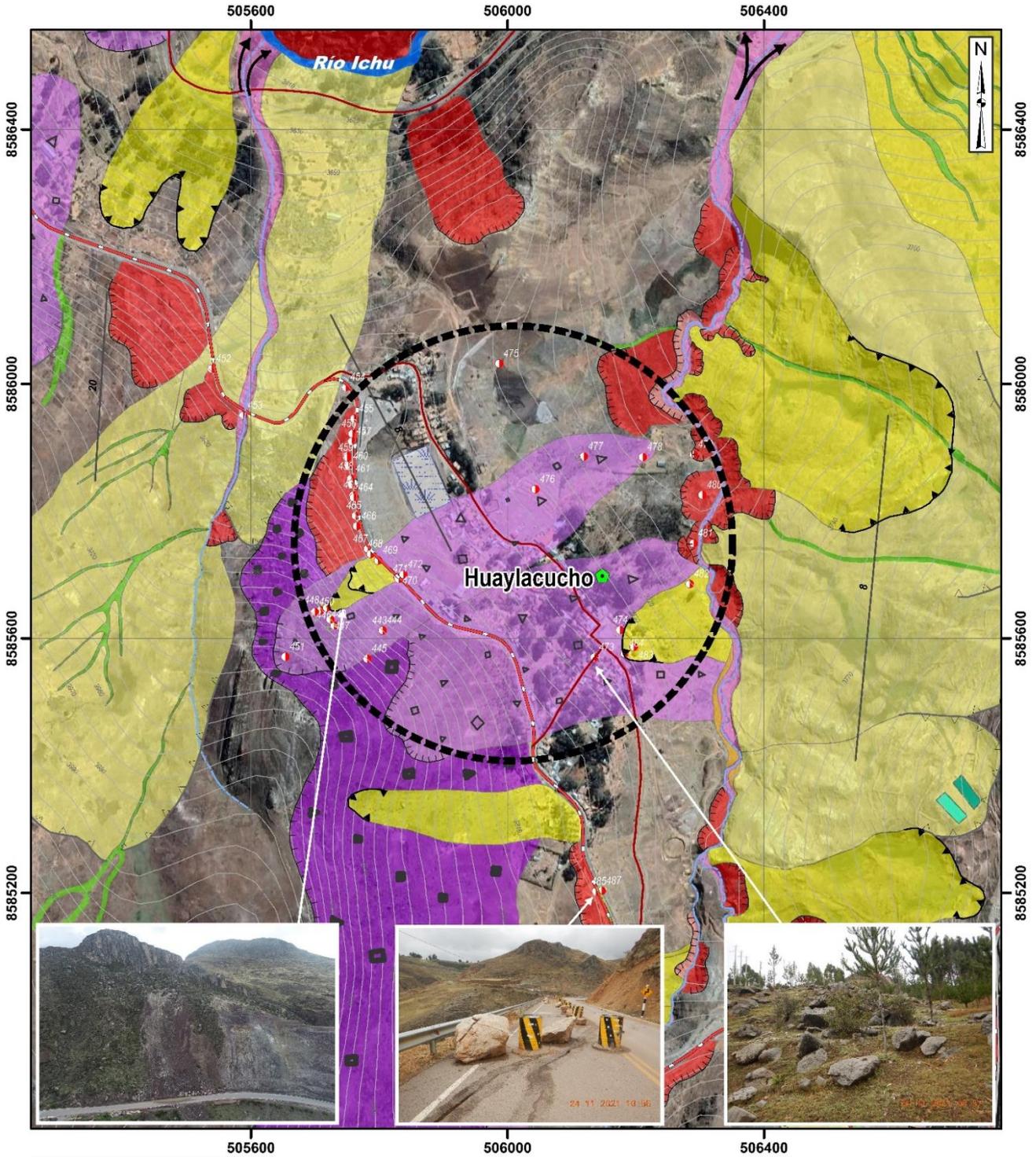


LEYENDA	
CÓDIGO	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
Rm-rs	Montañas en rocas sedimentarias
V-cd	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
V-co	Vertiente o piedemonte coluvial
V-dd	Vertiente con depósito de deslizamiento
Ab	Abanico de piedemonte
T-al	Terraza aluvial
Pl-tr	Planicie de travertino

SÍMBOLOGIA	
	Centro poblado
	Río Ichu
	Vía vecinal
	Vía departamental
	Área de trabajo
	Curvas de nivel
	Puntos de control
	Buzamiento

Escaleta gráfica  
 0 0.1 0.2 km

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO HUANCAMELICA PROVINCIA HUANCAMELICA DISTRITO HUANCAMELICA		
<b>GEOMORFOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO DE HUAYLACUCHO</b>		
Escala: 1/8 000	Elaborado por: Sosa N.	<b>MAPA 03</b>
Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2021	Datum: WGS 84 Impreso: Enero, 2022	



LEYENDA	
	Deslizamiento activo
	Deslizamiento antiguo
	Avalancha de rocas antigua
	Avalancha de rocas
	Derrumbe
	Erosión de ladera
	Flujo de detritos
	Grietas

SÍMBOLOGIA	
	Centro poblado
	Río Ichu
	Via vecinal
	Via departamental
	Área de trabajo
	Curvas de nivel
	Puntos de control
	Buzamiento
	Cancha deportiva
	Pozos de oxidación

Escala gráfica: 0 0.1 0.2 km

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO <b>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</b> DEPARTAMENTO HUANCAMELICA PROVINCIA HUANCAMELICA DISTRITO HUANCAMELICA		
<b>PELIGROS GEOLÓGICOS DEL CENTRO POBLADO DE HUAYLACUCHO</b>		
Escala: 1/8 000 Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2021	Elaborado por: Sosa N. Datum: WGS 84 Impreso: Enero, 2022	<b>MAPA 04</b>

## **ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN**

A partir de la evaluación geológica-geodinámica realizada, se dan algunas propuestas de intervención de forma general para la zona evaluada. Se debe considerar como medidas de prevención y mitigación ante futuros eventos que puedan causar desastres en las laderas del cerro, el no permitir la expansión urbana hacia las laderas.

**Para los bloques sueltos**

- a) Desatar los bloques inestables de la ladera.
- b) Fragmentar los bloques inestables que tengan dimensiones menores a 1.50 m, en base al sistema de dilatación y contracción. Este proceso consiste en quemar la roca y una vez que alcance una alta temperatura (color rojo), agregar agua. Esto ocasionará una contracción muy violenta, dando como resultado su fragmentación.
- c) En la ladera con bloques inestables y con buena cobertura de suelo, se puede estabilizar de la siguiente manera: hacer una excavación en la parte inferior del bloque, con la finalidad que este pierda estabilidad y caiga hacia la parte excavada (figura 1).
- d) Para fines de prevención, al momento de desatar los bloques sueltos, es muy probable que estos se desplacen cuesta abajo, por lo que es necesario poner en alerta a los pobladores de las viviendas ubicadas en la falda de la ladera.



**Figura 1.** Tratamiento de un bloque suelto en suelo potente.

Se recomienda la construcción de zanjas o vallas simples de contención o la ubicación de redes (malla galvanizada) para captar los bloques más pequeños que se desprendan de las laderas superiores a la zona de corte.

**Mallas ancladas:** es un sistema de protección frente a desprendimientos rocosos o que cubre la superficie afectada del talud/ladera por medio de una malla de alambre de acero galvanizado de triple torsión, reforzada con anclajes cortos dispuestos en una grilla, que además se vinculan diagonal y perimetralmente por los extremos con cables de acero (figura 2).

Debe tenerse en cuenta que los anclajes de mallas protegen de la caída de bloques superficiales, pero no representan estabilidad para el caso de fallas de bloques grandes o movimientos de grandes masas de suelo o roca.

Todos estos elementos poseen recubrimiento anticorrosivo salvo los elementos de anclaje (bulones intermedios, los anclajes superiores, tuerca y placas de anclaje).



**Figura 2.** Control de caída de rocas utilizando mallas ancladas.

**Barreras dinámicas:** es un sistema de protección utilizado en taludes con riesgo de caída de rocas, diseñado específicamente para interceptar y retener las rocas en un punto de su trayectoria de caída, disipando la energía cinética del movimiento a través de la deformación plástica de determinados elementos del sistema diseñados a tal efecto, y de la actuación elástica de elementos diseñados con determinados grados de libertad respecto del impacto recibido.

En ciertas situaciones de riesgo de caída de roca, puede que no sea práctico instalar una malla de protección contra cortinas o estabilización de la superficie debido a problemas técnicos, topográficos, de acceso o económicos.

En estos casos a menudo se proporciona una solución rentable mediante la instalación de barreras dinámicas de caída de rocas en la cara de la pendiente. Las barreras dinámicas de protección contra desprendimientos se caracterizan por su capacidad de absorción de impactos. Por ello conforman un sistema muy eficaz y seguro para detener la caída de rocas y otras masas. Su configuración varía de acuerdo con la energía requerida en el impacto previsto (figura 3).



**Figura 3.** Ejemplo de barrera dinámica.

**Red de anillos:** es un sistema de protección utilizado en taludes con riesgo de caída grande rocas, el que, actuando directamente sobre la zona afectada, permita fijar in situ los bloques rocosos inestables, conteniendo los mismos y por tanto eliminando el riesgo de desprendimientos. Está constituida por anillos de acero entrelazados entre sí, sin solución de continuidad y de elevada resistencia. Su configuración permite gran adaptabilidad a la morfología del talud en laderas irregulares. Los anillos trabajan en conjunto en la red, y por ello son ideales para soportar altas cargas e impactos de alta energía ya sea de forma concentrada y distribuida. La red es colocada con anclajes al terreno, conteniendo el macizo fracturado o con riesgo de desprendimiento, la resistencia de la red de anillos es muy elevada (figura 4).



**Figura 4.** Ejemplos de estabilización con red de anillos