

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7052

INSPECCIÓN GEOLÓGICA-GEODINÁMICA DEL ANEXO CHALLHUAPUQUIO EN EL CENTRO POBLADO SAN JUAN DE DIOS

Región Huancavelica
Provincia Angaraes
Distrito Lircay



CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. OBJETIVOS	2
1.2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES	2
2. ASPECTOS GENERALES	4
2.1. Ubicación y accesibilidad.....	4
2.2. Clima e hidrogeología	5
2.3. Vegetación.....	6
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	7
3.1. Unidades litoestratigráficas	8
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	12
4.1. Pendiente del terreno	12
4.2. Unidades geomorfológicas	13
4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	14
4.2.2. Geoformas de carácter depositacional o agradacional.....	15
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	17
5.1. Movimiento complejo (derrumbe - flujo)	17
5.2. Derrumbe.....	24
5.3. Reptación	26
5.4. Deslizamiento.....	27
6. CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO	30
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	34

INSPECCIÓN GEOLÓGICA-GEODINÁMICA DEL ANEXO CHALLHUAPUQUIO EN EL CENTRO POBLADO SAN JUAN DE DIOS

(Distrito Lircay, Provincia Angaraes, región Huancavelica)

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa del anexo de Challhuapuquio del sector San Juan de Dios, en el distrito de Lircay, provincial de Angaraes, región Huancavelica,

Geológicamente, la zona de estudio se asienta en rocas sedimentarias de las formaciones Pariatambo, Chuléc, Pariatambo, conformadas por calizas, calizas arenosas, areniscas calcáreas en capas medianas y rocas volcano-sedimentario de la Formación Chahuarma conformada por brechas, lavas y tobas andesíticas, así como depósitos cuaternarios de diversa tipología: aluviales, fluviales, coluviales y bofedales.

Geomorfológicamente se encuentra en la unidad de montaña, colinas y lomadas de rocas sedimentaria, como las unidades de piedemonte y planicies.

En el anexo Challhuapuquio del sector San Juan de Dios y alrededores, se identificaron peligros geológicos por movimientos en masa de tipo movimiento complejo (derrumbe - flujo), deslizamiento, reptación y erosión de ladera de tipo cárcava.

Los principales factores condicionantes son la pendiente inclinación suave (1° - 5°) a fuerte (15° - 25°), y rocas sedimentarias de mala calidad, que facilitaron la ocurrencia de eventos en el anexo Challhuapuquio del sector San Juan de Dios y alrededores. Los factores desencadenantes, son las precipitaciones pluviales que se dan todos los años entre los meses de noviembre a marzo y eventualmente la actividad sísmica.

Se recomienda que la autoridad local, prohíba la expansión urbana en el anexo Challhuapuquio del sector San Juan de Dios y que se organice un sistema de alerta temprana con la población a fin de monitorear el deslizamiento, reptación, y erosión de ladera (cárcavas) particularmente en la época de lluvias.

1. INTRODUCCIÓN

La municipalidad del sector Challhuapuquio del distrito de Lircay, provincial de Angaraes, mediante Oficio N°1228-2019/MPAL-ALC, de fecha 23 de diciembre del 2019, solicitó al Instituto geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), una evaluación técnica por peligros geológicos en la jurisdicción de Pirca, territorio del distrito de Lircay.

El INGENMET, 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 y consideraciones geotécnicas a nivel nacional; contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológicos en zonas que tengan elementos vulnerables. Para ello, la DGAR designó a la Ing. Norma Sosa Senticala y Geol. Richard Huayta Pacco, para realizar la evaluación técnica respectiva.

El trabajo de campo se realizó el día 27 de febrero del presente, previa coordinación con el alcalde del distrito de Lircay, durante el recorrido por la zona evaluada se contó con la presencia de un representante de la Oficina de Planeamiento de la Municipalidad Provincial de Angaraes; así como pobladores de la zona.

Finalmente, con la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGENMET, la interpretación de imágenes satelitales y fotos aéreas de la zona, datos obtenidos en campo (coordenadas GPS, fotografías), cartografía, se proporciona una evaluación técnica que incluye resultados y recomendaciones para mitigación y prevención de daños ocasionados por procesos activos en el marco de la gestión de riesgo de desastres.

Este informe se pone en consideración a la Municipalidad Provincial de Angaraes y la Municipalidad Distrital de Lircay, provincia de Angaraes, región Huancavelica.

1.1. OBJETIVOS

El presente informe tiene como objetivo:

- Identificar, delimitar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, del distrito de Lircay, que comprenden la seguridad de personas, obras de infraestructura y vías de comunicación.
- Plantear las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.
- Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos por movimientos en masa identificados.

1.2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos anteriores previos que incluyen al anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, del distrito de Lircay, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan las publicaciones realizadas por INGENMET.

- El boletín N° 73, serie A, Carta Geológica Nacional: "Geología del cuadrángulo de Huancavelica" (1996); se describe la geología presente en la zona evaluada, conformada por rocas sedimentarias que van desde el Paleozoico al Cuaternario reciente.
- La "Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huachocolpa" (2003), se realiza un cartografiado al detalle de la geología del anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, se describe la Formaciones Chulec, Pariatambo, Auquivilca y Chambará.
- En el Boletín N°69, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: Peligro geológico en la región Huancavelica (2019), se identificaron los peligros geológicos y geohidrológicos que pueden causar desastres dentro del ámbito de la región. Donde identificaron 1740 ocurrencias de peligros y determinaron 45 zonas críticas.

El estudio también realiza un análisis de susceptibilidad por movimientos en masa (escala 1: 100 000), elaborado por INGEMMET, donde se evidencia que el anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, distrito de Lircay presenta una susceptibilidad alta a muy alta para la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1).

Susceptibilidad Alta: En esta zona confluyen la mayoría de las condiciones del terreno favorables a generar movimientos en masa, cuando se desestabilizan las laderas por causas o por modificación de taludes por acción del hombre. Colinda con zonas de muy alta susceptibilidad en las Cordilleras Occidental y Oriental. Estas áreas comprenden topografías con pendientes medias a muy fuerte (15°-30°), se tienen depósitos de material superficial inconsolidado de tipo coluvio-deluvial, proluviales y morrenas; el substrato rocoso está conformado por rocas sedimentarias (Grupos Cabanillas y Yura, Formaciones Chambará, Casapalca, Mayoc, Acobamba, Cercapuquio y Huanta), volcano-sedimentarias (Formaciones Sacsaquero, Castrovirreyna, Mitu), rocas intrusivas (granodiorita y granito del Batolito Villa Azul y de la súper unidad Tiabaya, dioritas de la super unidad Incahuasi); rocas volcánicas (lavas y piroclastos de las Formaciones Apacheta y Caudalosa; flujo de lavas de la Formación Tantará y lavas andesíticas del volcánico Antarazo), rocas metamórficas del Complejo Metamórfico de la Cordillera Oriental (esquistos).

Susceptibilidad Muy Alta: Presentan condiciones del terreno muy favorables para que se generen movimientos en masa. Se concentran donde ocurrieron deslizamientos en el pasado; también, se tienen ocurrencias recientes (como, por ejemplo, los deslizamientos de Mayunmarca, Chilcapite y Pilchaca). Estas áreas presentan pendientes fuertes a muy fuertes (15°-45°), compromete suelos coluviales derivados de antiguos movimientos en masa, el sustrato está conformado por rocas sedimentarias (Grupos Ambo, Cabanillas y Yura; Formaciones Huanta-miembros Mayoc y Tingrayoc, Chambará, Copacabana, Acobamba, Chulec y Atocongo), volcánicas (Formaciones Julcani y Tacasa), volcano-sedimentarias (Grupo Mitu, Formación Huaranguillo), metamórficas (Complejo Metamórficos de la Cordillera Oriental) e intrusivas (dioritas y tonalitas de las súper unidades de Incahuasi y Pampahuasi; granodioritas de la súper unidad Tiabaya). Estas rocas se encuentran muy fracturadas y meteorizadas a suelos de tipo arcillo-limoso y areno-limoso.

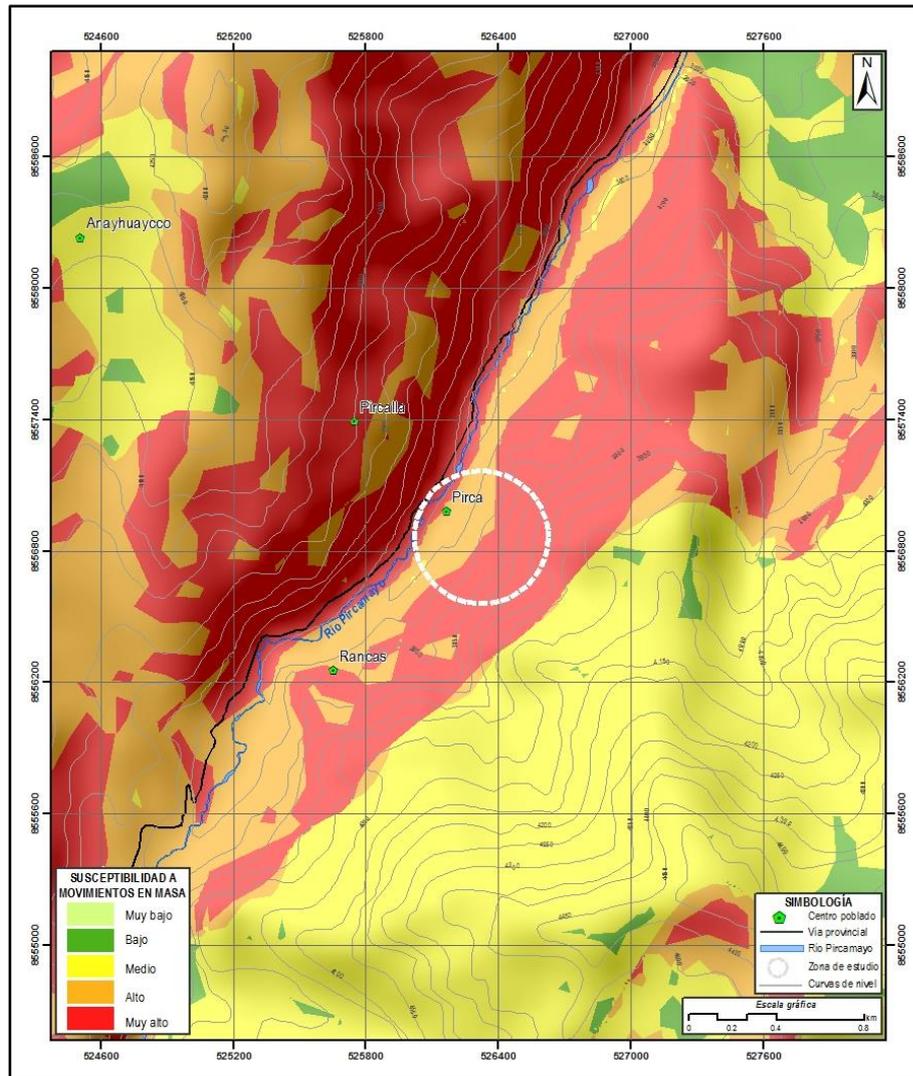


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (Vilchez, M. et al., (2019))

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación y accesibilidad

La zona estudiada corresponde al anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, distrito de Lircay, provincia de Angaraes, región Huancavelica, ubicado entre las coordenadas UTM-WGS84 (figura 2).

Cuadro 1. Coordenadas de la zona de estudio

COORDENADAS		
Norte	Este	Cota
8557094	526232	3679

El acceso a la zona de estudio, desde la ciudad de Lima, es por vía terrestre, para ello se debe seguir por la Carretera Central, pasando por las localidades de La Oroya, Huancayo, Huancavelica, Lircay. También se puede acceder por la Carretera Panamericana Sur Lima, Chíncha, Huancavelica, Lircay, hasta llegar al anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios

Cuadro 2. Rutas de acceso a la zona evaluada

ACCESIBILIDAD					
Tramo		Km	Tipo de transporte	Tipo de vía	Tiempo
Lima	La Oroya	184 km	Vía terrestre	Asfaltado	5 h y 20 min
La Oroya	Huancayo	123 km		Asfaltado	2 h y 20 min
Huancayo	Huancavelica	145 km		Asfaltado	3 h y 25 min
Huancavelica	Lircay	75 km		Asfaltado	1 h y 50 min
Lircay	Anexo Challhuapuquio	13 km		Trocha	30 min

2.2. Clima e hidrogeología

De acuerdo a los datos climáticos (Clasificación climática por el método de Thomthwaite), en el anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, distrito de Lircay, se tiene un clima lluvioso, con otoño en invierno seco; frío y húmedo [B(o,i)C^hH3].

Para determinar las condiciones hidrometeorológicas en la zona de estudio, se tomarán datos referenciados de la estación de Lircay registrada en la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Las cifras de precipitaciones indican que durante el periodo de lluvias 2019 se registró una precipitación acumulada de 507.9 mm (enero-marzo), valor que resulta ser superior al equivalente al mismo periodo del año 2018 (397.4 mm), pero inferior a las de año 2017 (562.5 mm), como se detalla a continuación (cuadro 3).

Cuadro 3. Datos de precipitación pluvial tomando de la estación meteorológica Lircay

PRECIPITACIÓN (mm)												
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2017	222.5	187.5	152.5	92.2	68	5.3	15.6	17.7	57.2	66.6	41.5	75.5
2018	115.9	127.3	154.2	30.3	18.2	20.6	24	51	11.6	83	33.5	55.9
2019	135.9	174.1	197.9	44.3	26.8	8.3	18.9	0	13.2	42.2	78.2	188.7

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en la zona estudiada la precipitación pluvial acumulada durante el periodo lluvioso normal (setiembre – mayo) es de 500 a 700 mm y para el período de precipitación acumulado en el evento del fenómeno “El Niño” 1998/2019, fue de 600 a 800 mm. Según el mapa de clasificación climática del Perú (SENAMHI, 1988), entre los 2900 m s.n.m. y 3700 m s.n.m. (altitudes entre las que se encuentra la zona de estudio), posee clima tipo B(o,i)C'H3: Zona de clima frío, lluvioso, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda; comprende el valle del río Mantaro y río Palca entre los 3000 m s.n.m. y 4000 m s.n.m.

La red hídrica de la zona de estudio tiene como curso principal el río Pircamayo.

2.3. Vegetación

La vegetación presente en la zona es de tipo matorral húmedo, localizada en las porciones elevadas de la cordillera de los Andes, desde aproximadamente 3000 m s.n.m. a 3900 m s.n.m., conformada por la presencia de comunidades arbustivas que mantiene su follaje siempre verde durante el año, generalmente alcanzan alturas de 4 m y se encuentran de forma dispersa y formando bosquetes en zonas inaccesibles y con escasa actividad antrópica, se tiene una diversidad de especies de matorral perennifolio entre las que destacan el maqui maqui, quishuar, huaranguay, mutuy, chilca, chachacomo, entre otras (INRENA, 2018)

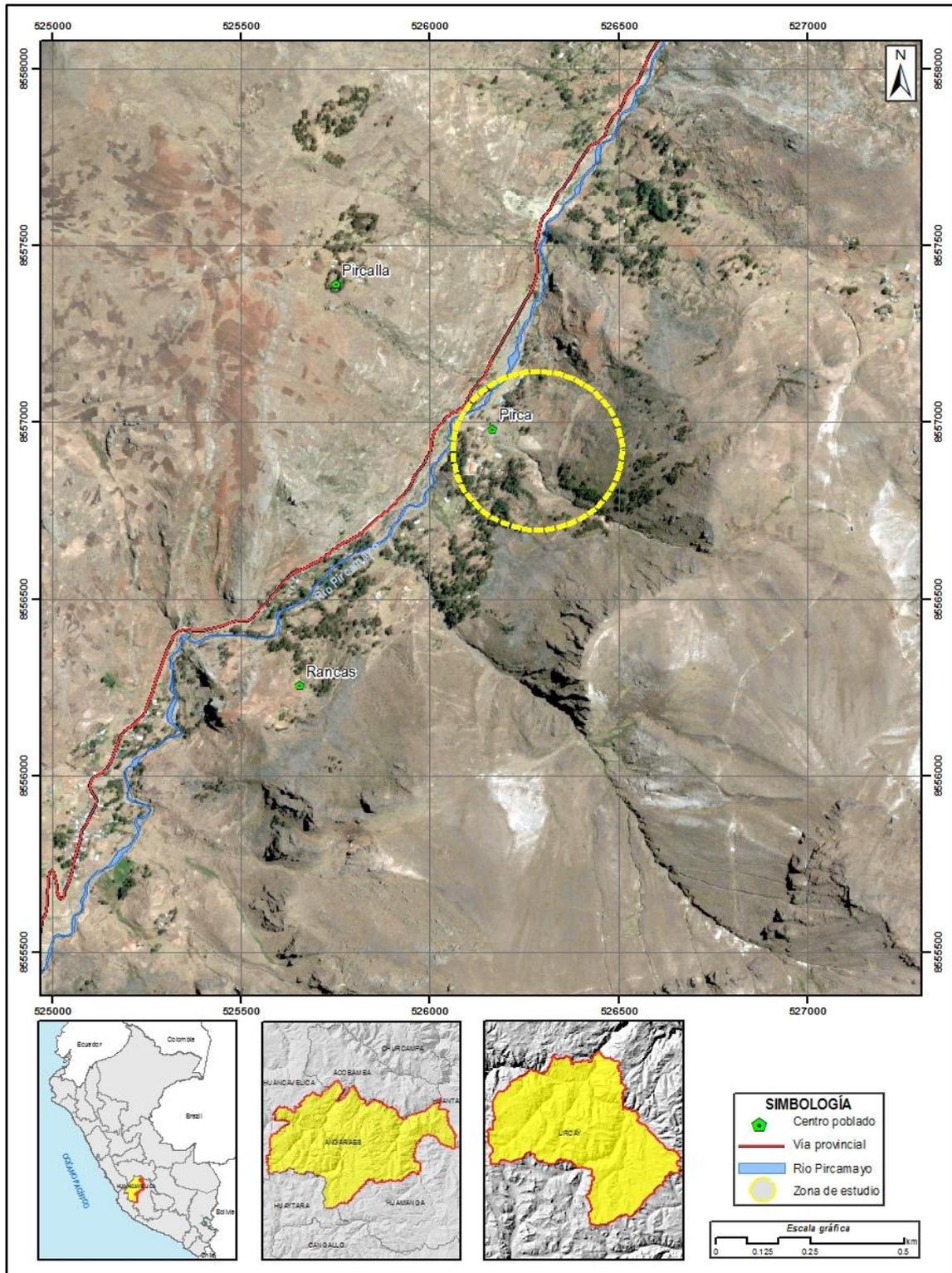


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de evaluación.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico de la zona de estudio, se desarrolló teniendo como base la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huachocolpa 27-n, escala 1:50 000, en donde se tienen

afloramientos de rocas sedimentarias de las formaciones Chamba, Chúlec, Pariatambo del mesozoica, rocas volcano-sedimentario de la Formación Chahuarma y los depósitos cuaternarios del Cenozoico. (Valdivia, E. & Raymundo, T. (2003).

3.1. Unidades litoestratigráficas

A continuación, se presenta la descripción de las principales formaciones geológicas que afloran en el anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios (figura 6).

A) MESOZOICA

Formación Chambará (Ts-ch)

Esta unidad litoestratigráfica, está conformada por calizas dolomitizadas en estratos gruesos y delgados, intercaladas con areniscas lutáceas algo limoníticas y calizas grises azuladas masivas con abundante fósil de braquiópodos y turritelas de edad noriana.

En la zona de estudio se tienen afloramientos de calizas de color gris oscuras, intercaladas con areniscas, con algunas capas de venas de calcita. Los estratos se encuentran ligeramente meteorizadas y poco fracturada (fotografía 1), se observaron bloques de hasta 3 metros.



Fotografía 1. Se observa areniscas de coloración gris oscuras, muy resistente a los golpes del martillo de geólogo. Estas se ubican en las siguientes coordenadas UTM N 8556582, E 525962, 3642 m s.n.m.

Formación Chúlec (Ki-ch)

Esta unidad litoestratigráfica, está conformada por lutitas calcáreas, margas y calizas delgadas de tonalidad amarillenta interestratificadas. Las dos primeras se presentan en capas medianas, de 30 a 40 cm de grosor promedio. Hacia la parte superior predominan calizas gris azulinas con nódulos de chert, en capas de aproximadamente 70 a 80 cm, intercaladas con margas; muestras que hacia el tope continúan calizas grises en capas más gruesas, llegando a medir más de 1 m de grosor.



Fotografía 2. Vista al noroeste del río Pircamayo, donde se observa calizas de coloración gris y en la parte superior calizas con tonalidad amarillenta.

Formación Pariatambo (Ki-pt)

Esta unidad está conformada por calizas grises azuladas en capas delgadas y medianas; en sus niveles inferiores presenta finas capas de limonarcillitas y areniscas calcáreas de grano muy fino.



Fotografía 3. Vista donde se observa areniscas de grano muy fino, de coloración gris.

B) CENOZOICA

Formación Chahuarma (Nm-ch)

Esta unidad litoestratigráfica está conformada por los siguientes miembros:

- Miembro inferior - Formación Chahuarma 1 (Nm-ch/tb)

Está constituido principalmente por flujos de oleadas de base, flujos piroclásticos de pómez y ceniza, flujos de ceniza (oleadas de nube de ceniza), y flujos piroclásticos ricos en líticos. También tiene niveles de rocas volcano-sedimentarios, flujos de lodo y tobas retrabajadas.

Se caracterizan por ser muy finos, constituidos principalmente de ceniza, con estructuras internas en sesgo y paralela en capas finas bien estratificadas, en promedio esta secuencia tiene afloramientos de aproximadamente 50 m. Se puede mencionar que estos niveles se encuentran hacia el SE de la localidad de San Juan de Dios y que probablemente correspondan a la parte media a distal del flujo principal.

- Miembro superior - Formación Chahuarma 2 (Nm-ch/ab)

Está constituido por brechas, lavas andesíticas y andesita-basálticas que suprayacen en concordancia con los flujos piroclásticos del miembro inferior. Mientras que, las lavas que conforman la estructura de forma elipsoide, que dan lugar al complejo volcánico de Chahuarma, están constituidas por flujos lávicos andesíticos de texturas afaníticas y porfíricas, las que muestran un suave buzamiento de 3 a 5° al NE.

Depósito Aluvial (Q-al)

Los depósitos aluviales, están constituidos por los materiales arrastrados por los ríos y depósitos a lo largo de su trayecto, formando los lechos, terrazas y llanuras inundables. Estos se encuentran en ambas márgenes del río Pircamayo (figura 3).



Figura 3. Vista donde se observa que algunas viviendas se asientan en esta unidad, estas se encuentran en la margen derecha del río Pircamayo.

Depósito Fluvial (Q-fl)

Estos depósitos están constituidos por bloques, gravas, arenas y arcillas inconsolidados, se encuentran en los cauces de los ríos. En el área de estudio se encuentra cubierto de vegetación; y también se encuentran asentadas algunas viviendas, esta unidad se encuentra en las márgenes del río Pircamayo (figura 4).



Figura 4. Vista donde se observa depósitos fluviales, en la margen izquierda del río Pircamayo.

Depósito Coluvial (Q-cl)

Se encuentran formados por acumulaciones ubicadas al pie de taludes escarpados de bloque y gravas, angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, en matriz limo arenoso, poco compactos, muy inestables en las laderas por saturación con agua, permeabilidad alta; se encuentran acumulados en las laderas cubriendo el basamento rocoso (figura 5) se le asigna una edad Cuaternario-Holoceno.



Figura 5. Se observa material acumulado al noreste del río Pircamayo.

Depósito de bofedal (Q-bo)

Esta unidad está conformada por terrenos planos ondulados a cóncavos anegados, con formaciones vegetales en un ambiente edáfico orgánico; con una condición hídrica de saturación permanente.

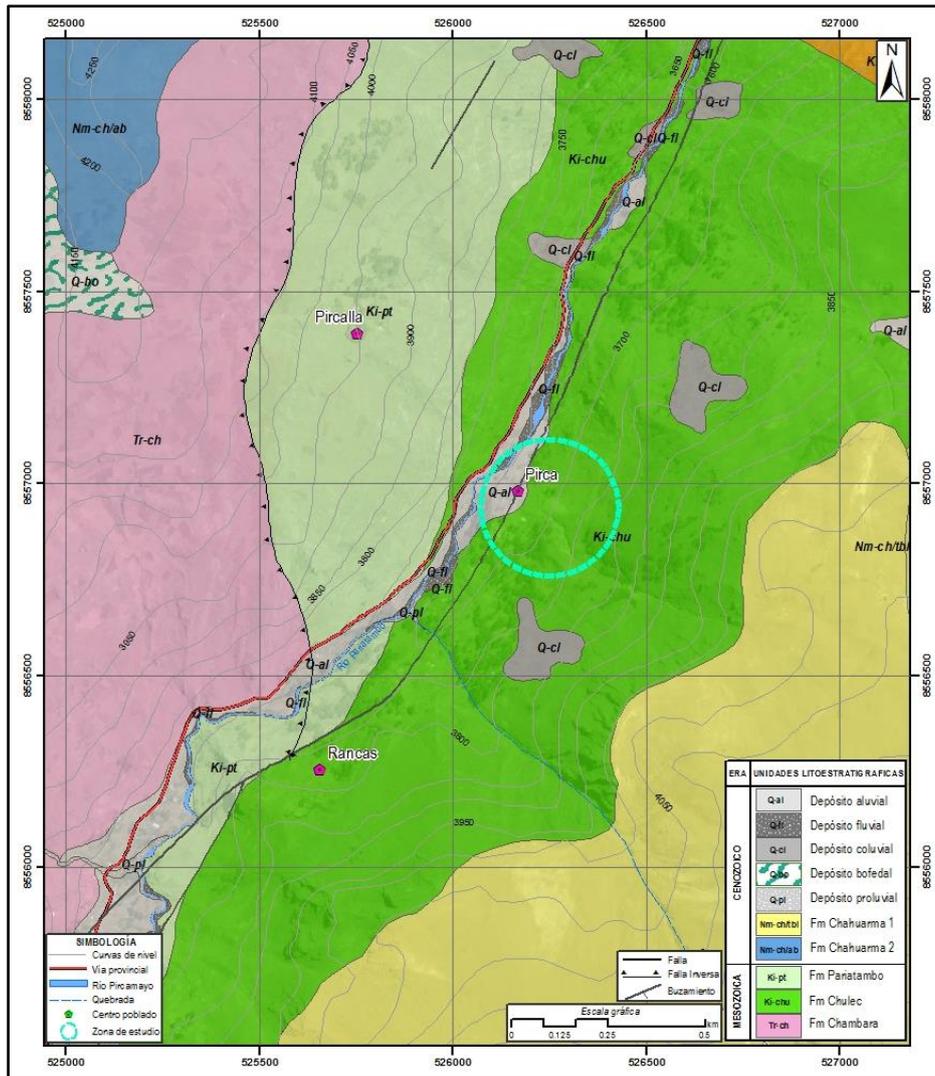


Figura 6. Mapa geológico de la zona de estudio, modificado de Valdivia y Raymundo. (2003).

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

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

4.1. Pendiente del terreno

La pendiente es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa (Ficha de Inventario: DGAR-F-148, INGEMMET).

A continuación, se presenta un mapa de pendiente (figura 5), elaborado en base a un Modelo de Elevación Digital (DEM), de 30 m de resolución, tomado del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). La pendiente en las laderas que conforman el relieve montañoso en la zona estudiada varía entre inclinación suave (1° - 5°) a fuerte (15° - 25°).

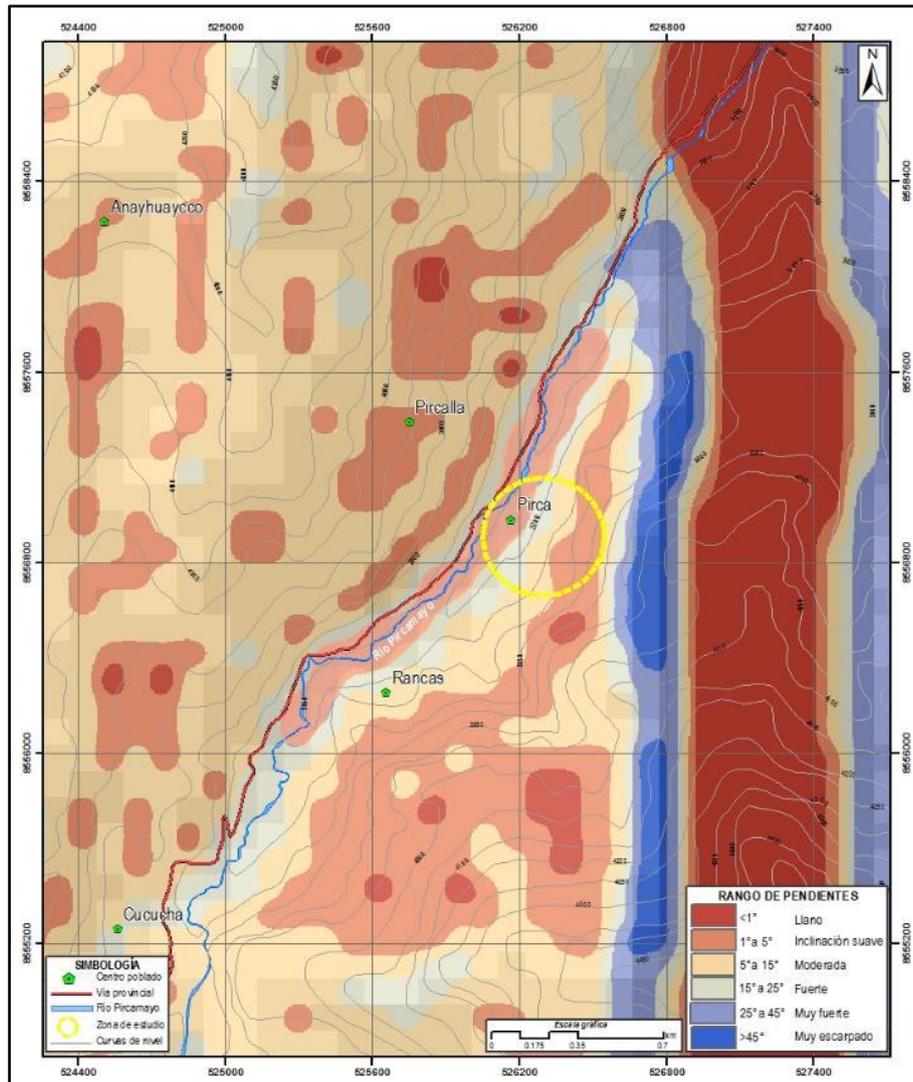


Figura 7. Mapa de pendientes de la zona de estudio.

4.2. Unidades geomorfológicas

En la zona evaluada y sus alrededores se identificaron las siguientes geoformas, se agruparon según su origen:

Geoformas de carácter tectónico-degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montaña de rocas sedimentarias (RM-rs)
	Montaña de rocas volcano-sedimentario (RM-rvs)
Colina - Lomada	Colina y Lomada en rocas sedimentarias (RCL-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	

Piedemonte	Vertiente coluvio deluvial (V-cd)
Planicie	Terraza aluvial (T-al)
	Cauce del río (R)

4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Unidad de Montaña

Se consideran dentro de esta unidad, las geoformas que alcanzan alturas mayores a 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc.).

a) Subunidad de Montañas en roca sedimentaria (RM-rs)

Dentro de esta subunidad geomorfológica se encuentra las elevaciones del terreno que hacen parte de las cordilleras, levantadas por la actividad tectónica y su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia-escorrentía y el agua de subsuelo, con fuerte incidencia de la gravedad (figura 8).

En la zona evaluada corresponden a rocas sedimentarias de las formaciones Chahuarmas (calizas), Chulec (calizas arenosas areniscas), Pariatambo (calizas).

Geodinámicamente, se asocian a procesos de erosión de laderas. En los acantilados genera caída de rocas, cuando las capas de roca sedimentaria se inclinan en sentido contrario a la pendiente de ladera, se presentan derrumbes.

b) Subunidad de Montañas en roca volcánico-sedimentaria (RM-rvs)

Dentro de esta subunidad se consideran afloramientos de asociaciones de rocas volcánico-sedimentarias, compuesta por flujos de oleadas de base, flujos piroclásticos de pómez y ceniza, flujo de ceniza y niveles de toba de lapilla de la Formación Chahuarma. Se asocia a la ocurrencia de grandes deslizamientos, derrumbes, caída de rocas, flujos y movimientos complejos.

c) Subunidad de Colinas y lomadas en roca sedimentaria (RCL-rs)

Conformadas por rocas sedimentarias: areniscas o limolitas, reducidas por procesos denudativos, conformado elevaciones alargadas (figura 7). Geodinámicamente, se asocian a la ocurrencia procesos de reptación, flujos de tierra, deslizamientos y derrumbes, cuando las secuencias sedimentarias se encuentran muy fracturadas, alteradas o poco consolidadas.



Figura 8. Vista del río Pircamayo, donde se aprecian geoformas de montañas y colinas de roca sedimentaria.

4.2.2. Geoformas de carácter depositacional o agradacional

Son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía 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. Conformando así, unidades de piedemonte, planicies y planicies inundables.

Unidad de piedemonte

Acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arena, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos pueden ocupar grandes extensiones

d) Subunidad de Vertiente coluvio deluvial (V-cd)

Corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y caída de rocas), así como también, por la acumulación de material fino y detritos, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas. Esta unidad se encuentra a metros de las quebradas activadas del anexo de Challhuapuquio.

Geodinámicamente, se asocia a reactivaciones en los materiales depositados por los movimientos en masa antiguos en relación con la zona de arranque (generación de flujo y movimientos complejos), así como por nuevos aportes de material provenientes de la actividad retrogresiva de eventos activos.



Figura 9. Vista donde se aprecia geoformas de depósito coluvial.

Unidad de planicies

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, ya sea que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, determinado por una acción prolongada de los procesos denudacionales.

e) Subunidad de Terraza aluvial (T-al)

Esta subunidad está conformada por porciones de terrenos que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho de un río Pircamayo. Forman terrazas de diferentes dimensiones. Sobre estos terrenos se desarrollan viviendas y actividades agrícolas (figura 10).

La extensión que tengan las terrazas está relacionada a los niveles antiguos de sedimentación fluvial, donde las terrazas más antiguas están a mayor altura; estas geoformas han sido disectadas por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle.

f) Subunidad de Cauce del río (R)

Dentro de esta unidad se reúne los cuerpos de agua de origen natural, los cuales tienen dimensiones representables a escala de trabajo, así también se consideran dentro de esta unidad de terrazas aluviales que se encuentran próximas a estos cauces de río.



Figura 10. En la zona evaluada se reconoció terrazas aluviales en ambas márgenes del río Pircamayo, donde se desarrolló cultivos y piscigranjas.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en las quebradas del anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, corresponden a movimientos en masa de tipo: movimiento complejo (derrumbe - flujo), así como otros peligros como deslizamiento y erosión de ladera, de acuerdo a la clasificación de PMA, GCA, (2007).

El proceso de modelamiento de terreno, así como la incisión de las quebradas en los cerros, conlleva a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

Los movimientos en masa se originaron por la combinación de diversos factores, como los “condicionantes” o intrínsecos (geoforma y pendiente del terreno, el tipo de suelo o litología, drenaje superficial y subterránea, así como la cobertura vegetal), combinados con factores antrópicos (corte de carretera, canales sin revestimiento, tala de árboles, etc.). Los “desencadenantes” de estos eventos son las lluvias intensas, que caen en la zona entre los meses de noviembre y marzo y eventualmente la ocurrencia de sismos.

Finalmente, se presenta como resultado, el mapa de peligros geológicos del anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios (Figura 22). El mapa fue elaborado en base a la inspección técnica, datos tomados en campo, uso de imágenes de satélite

5.1. Movimiento complejo (derrumbe - flujo)

Son aquellos movimientos en masa que resultan de la combinación de dos o más tipos de movimientos en masa descritos anteriormente. Estos movimientos alcanzan generalmente gran tamaño (Antoine, 1992), afectando, a veces, a laderas completas. En la zona inspeccionada el movimiento complejo identificado está conformado por un derrumbe en cabecera y un flujo de detritos en el cuerpo (figura 11).

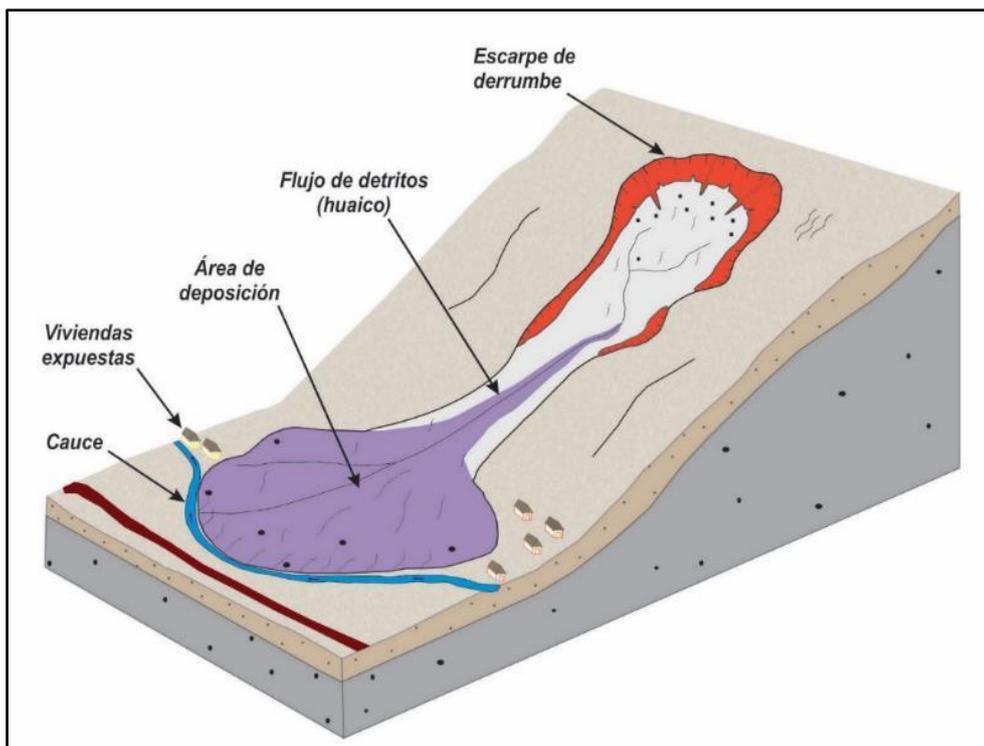


Figura 11. En el grafico se observa movimiento complejo (derrumbe- flujo), identificado en la zona de estudio.

Movimiento complejo en el anexo Challhuapuquio

En la inspección del anexo de Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, se observó dos quebradas afluentes al anexo de Challhuapuquio, se identificó peligros geológicos por movimientos en masa de tipo movimiento complejo, evento ocurrido el 16 de febrero del 2019.

La primera quebrada se encuentra dentro de las coordenadas UTM WGS-84: 8557094 N, 526232 E con 3679 m s.n.m. tiene un desplazamiento de material aproximado de 180 m, presenta un ancho máximo de 15 m, con una profundidad de 4.5 m; el material desplazado está compuesta de gravas, arenas y bloques de hasta 1 m (fotografía 4). El evento comprometió a 3 viviendas, actualmente deshabitadas, a una Institución Educativa Primara N° 36263 María Parado de Bellido – Challhuapuquio y la posta del anexo que quedó destruida (figuras 12, 13, 14 y 15).

Actualmente, en la institución educativa N°36263, se instalaron ambientes prefabricados, y reconstruyeron el centro educativo inicial N°978 (figura 15). También se pudo observar gaviones en ambos márgenes del río Pircamayo (fotografía 5), que fueron instalados años atrás como medida de prevención, en la margen derecha del río a una distancia de 70 m fueron cubiertos y destruidos por el flujo.



Fotografía 4. Se observa material depositado: arenas, gravas y bloques. También se observó árboles de eucalipto caídos y cubiertos por el flujo.



Figura 12. Vista donde se observa el desplazamiento del flujo, esta llegó hasta el cauce, el material del flujo está compuesta de gravas, arenas y bloques de hasta 1 m.



Figura 13. Vista con dirección al norte donde se observa el desplazamiento del flujo que afectó a la posta del anexo de Chalahuapuquio, el cual se encontraba a unos metros del centro educativo y a tres viviendas.

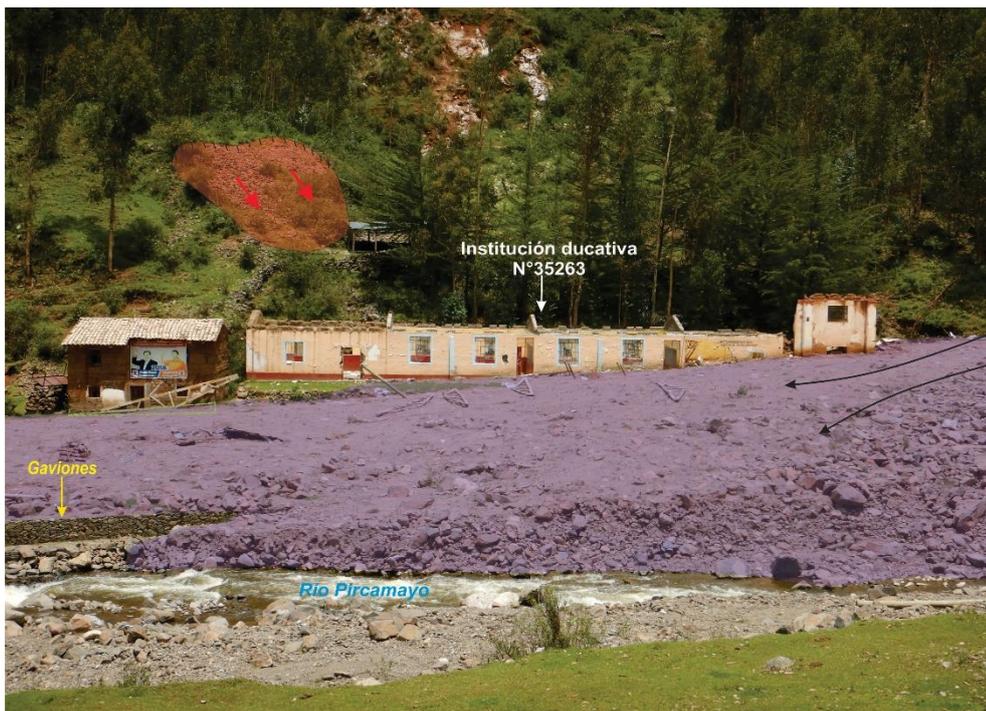


Figura 14. Vista desde otro punto, en donde se observa a la institución educativa y la vivienda afectada, se observa también como el flujo afectó el gavión que se encuentra en la margen derecha del río Pircamayo.



Figura 15. En las imágenes es posible observar como el flujo se depositó dentro de la Institución Educativa Primaria N° 36263 María Parado de Bellido, este evento se produjo el 16 de febrero del 2019.



Figura 16. Vista donde se observa: a) ambiente prefabricado para uso del alumnado de la Institución Educativa Primaria N° 36263 María Parado de Bellido, b) construcción nueva del centro inicial N°978, el cual está próximo a la quebrada que fue reactivada.



Fotografía 5. Vista donde se observa gaviones en la margen derecha cubierto y destruidos por el flujo, parte del material desplazado se encuentra en medio del cauce como se observa en la fotografía.

La segunda quebrada se encuentra en las siguientes coordenadas UTM 8556664 N, 525897 E con 3668 m s.n.m. (figura 16), cabe mencionar que en esta quebrada el material desplazado fueron bloques de hasta 3 m, de rocas de la Formación Chuléc, que se encuentran depositados en medio de la quebrada, se identificó un ojo de agua no canalizado dentro de las siguientes coordenadas UTM 8556582N, 525962 E, 3714 m s.n.m. (figura 17), tiene un desplazamiento de material de 163 m, tiene un ancho máximo de 15 m; este evento comprometió 2 viviendas, 1 piscigranja, 1 puente peatonal, canal de agua y cultivos que estaban próximos al cauce (fotografía 6).



Figura 16. Vista donde se puede apreciar el flujo de detritos (hualca), metros arriba se observa un derrumbe en la margen izquierda de la quebrada.



Figura 17. a) Vista donde se observa bloques de hasta 3 m, los cuales se depositaron en medio de la quebrada, b) se identificó un manantial (ojo de agua) permanente, según lo indicado por parte de los pobladores de la zona.



Fotografía 6. El evento destruyó dos piscigranjas de concreto, las que se encontraban en la margen derecha del río Pircamayo, recientemente reconstruyeron una de ellas.

CAUSAS:

Factores de sitio:

- Pendiente del terreno suave ($1^\circ - 5^\circ$) a fuerte ($15^\circ - 25^\circ$).
- Configuración geomorfológica del área (montañas de rocas sedimentarias, volcano-sedimentaria).
- Litología, conformada por calizas, areniscas, cuarcitas, de las formaciones Chambara, Chuléc, Pariatambo y Chahuarma.
- Depósitos coluviales no consolidados producto de deslizamientos antiguos.
- Cobertura vegetal de tipo cultivos y matorrales dispersos.

Del entorno geográfico:

- Lluvias intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan, forman escorrentía superficial que erosiona las laderas a manera de cárcavas.
- Dinámica fluvial, que produce socavamiento del pie de la zona inestable.
- Manantiales de agua

5.2. Derrumbe

Son fenómenos asociados a la inestabilidad de las laderas de los cerros, consisten en el desprendimiento y caída repentina de una masa de suelo o rocas o ambos, que pueden rodar o caer directamente en forma vertical con ayuda de la gravedad. Son producidos o reactivados por sismos, erosión (socavamiento de la base en riberas fluviales o acantilados rocosos) (figura 18), efecto de la lluvia (saturación de suelos incoherentes) y la actividad humana (acción antrópica: cortes de carreteras o áreas agrícolas). Estos movimientos tienen velocidades muy rápidas a extremadamente rápidas (Vilchez, 2019).

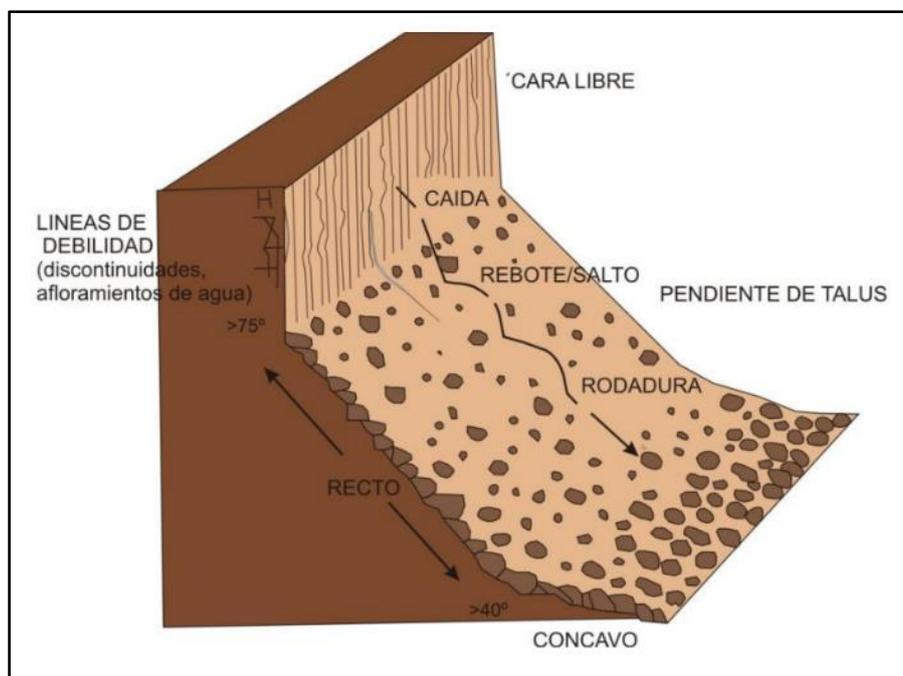


Figura 18. Esquema de un derrumbe (Vilchez, 2015)

Se identificaron derrumbes en las cabeceras de ambas quebradas, ubicadas en la margen derecha del río Pircamayo, presentan escarpe de 17 m, con un ancho que varían entre los 5 m a 16 m, se encuentran en las siguientes coordenadas UTM 8556772 N, 526316 E, con una elevación de 3716 m s.n.m. (fotografía 7). En el año 2019, el derrumbe del nexo Chahuapuquio se reactivó durante las lluvias extraordinarias producidas en el mes de febrero.



Fotografía 7. Vista donde se observa derrumbe, el material caído aportó al flujo que se desplazó metros abajo.



Fotografía 8. Vista de otro derrumbe identificado en la segunda quebrada, esta se ubica en las siguientes coordenadas UTM 8556246 N, 526142 E, con una cota de 3724 m s.n.m.

Es importante mencionar que se identificaron derrumbes en la margen izquierda del río Pircamayo, estas afectan tramos de la carretera, en temporadas de lluvia, están se reactivan generando dificultad de tránsito de vehículos (fotografía 9).



Fotografía 9. Vista donde se observa derrumbes en la carretera entre Challhuapuquio y el distrito de Lircay.

5.3. Reptación

La reptación se refiere a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo (figura 19).

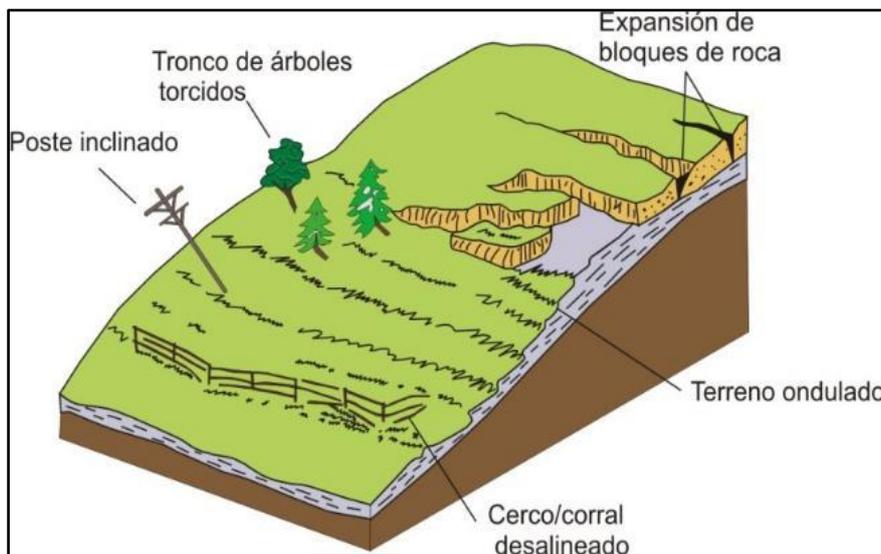


Figura 19. Esquema de una ladera afectada por reptación

Se identificó reptación dentro del perímetro del anexo de Challhuapuquio, en una zona donde se viene produciendo, estas se encuentran en las siguientes coordenadas UTM 8556716 N, 526048 E, con una altitud de 3660 m s.n.m. el evento se manifestó al suroeste, a 160 m del centro educativo inicial N°978, por irregularidades del terreno y el camino de herradura, así como asentamiento; también se está produciendo agrietamientos transversales en la zona, como se muestra en la figura 20.

Cabe mencionar, que la zona de la reptación, presenta filtraciones de agua subterráneas, que podría generar saturación de suelo posteriormente, debido a que no se encuentra canalizado (fotografía 10).



Figura 20. Se observa reptación (remarcado de color amarillo) con presencia de grietas (punto de color naranja), ojo de agua (símbolo de color verde).



Fotografía 10. Vista donde se puede apreciar filtraciones de agua subterránea (ojo de agua), esta se encuentra en las siguientes coordenadas UTM 8556703N, 526054 E, con una cota de 3646 m s.n.m.

5.4. Deslizamiento

Los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según la clasificación de Varnes (1978), se clasifica a los deslizamientos por la forma de la superficie de deslizamiento por donde se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales (figura 21).

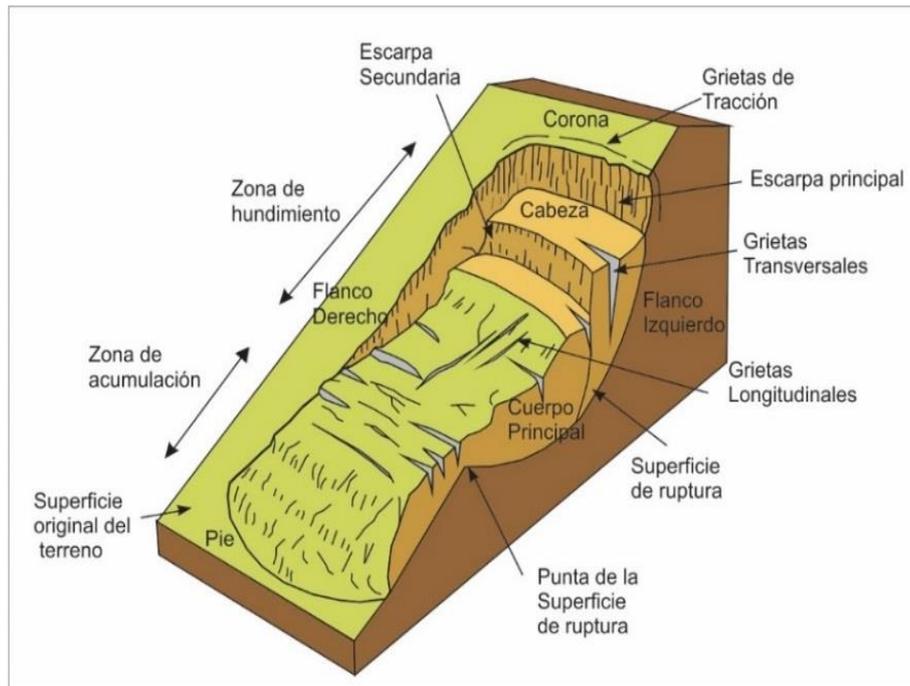


Figura 21. Esquema de un deslizamiento de tipo rotacional. (Hutchinson, 1988)

Deslizamiento rotacional

En este tipo de deslizamiento, la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es autodeslizante y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

Durante el trabajo de caracterización en el anexo de Chalhupapuquio, se identificó un deslizamiento de tipo rotacional, que afecta parte de la carretera Chalhupapuquio – Lircay, dentro de las coordenadas UTM 8557583 N, 526302 E, con cota de 3660. Tiene una escarpa de 35 m, con una distancia longitudinal entre la escarpa y el pie del deslizamiento de 199 m con área total de 7504 m² (figura 22). Este evento se reactivó, en el mes de diciembre afectando el tránsito vehicular.

Se identificó a 22 m del deslizamiento la existencia de un puente peatonal de concreto, el que fue destruido producto del evento del 16 de febrero del 2019 (fotografía 11).



Figura 22. Vista con dirección al norte, donde se observa, el deslizamiento afecto parte de la carretera Challhuapuquio – Lircay; generando asentamiento, el material deslizado llego hasta el río Pircamayo.



Fotografía 11. Se observa colapso de la alcantarilla de concreto, efecto del evento del 2019.

6. CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO

En la actualidad las características del terreno (intrínsecas) que favorecen la ocurrencia de movimientos complejos (derrumbe-flujo) cercanos a ambas quebradas del anexo de Challhuapuquio; por lo que se debe tener presente que con las lluvias periódicas y/o extraordinarias, estos podrían generar dichos movimientos en masa.

La generación y/o reactivaciones del movimiento complejo (derrumbe-flujo); podría generar afectaciones en las viviendas asentadas en los depósitos de la quebrada. Esto dependerá del volumen de material que este comprometido en los nuevos eventos.

Estas apreciaciones se sustentan en las siguientes condiciones encontradas en la zona evaluada:

- Pendiente de la ladera con una inclinación de suave ($1^\circ - 5^\circ$) a fuerte ($15^\circ - 25^\circ$).
- La morfología de la zona conformada por montañas de rocas sedimentarias, volcano-sedimentaria.
- Material de remoción antigua que forman parte del cuerpo del movimiento complejo (derrumbe-flujo).
- Presencia de deslizamiento y erosión de ladera de tipo cárcavas.

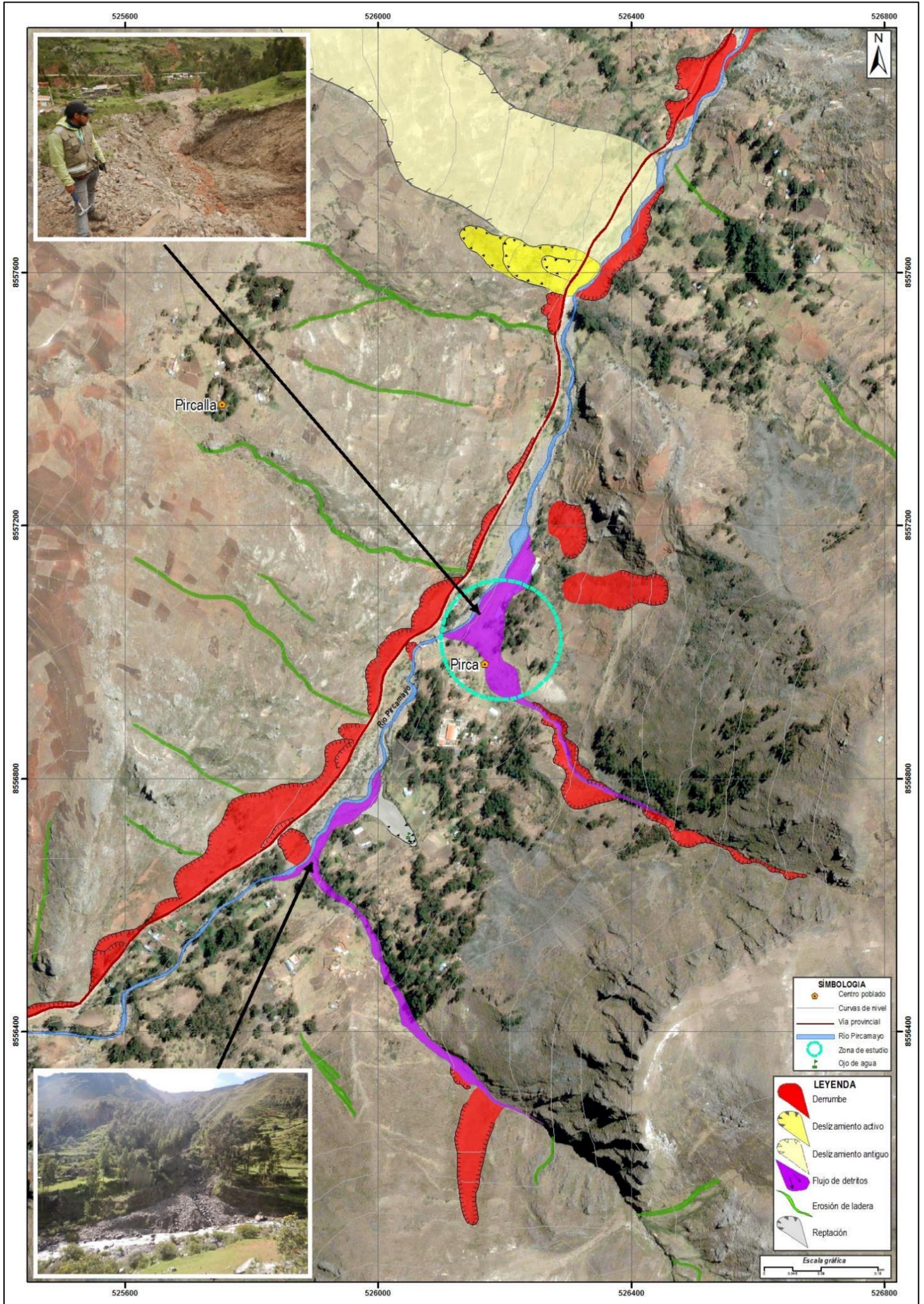


Figura 22. Mapa de movimientos en masa del anexo Chalhupapuquio del centro poblado San Juan de Dios

CONCLUSIONES

- a) En el anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, se encuentra en la margen derecha del río Pircamayo, se identificaron peligros geológicos por movimientos en masa (movimiento complejo, reptación, deslizamiento), así como erosión de laderas.
- b) Geológicamente, el anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, se encuentra asentado sobre rocas de las formaciones Pariatambo, Chulec, Pariatambo, conformadas por calizas, calizas arenosas, areniscas calcáreas en capas medianas y la Formación Chahuarma conformada por brechas, lavas y tobas andesíticas.
- c) Geomorfológicamente, el anexo de Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios se asienta sobre relieve montañosos de roca sedimentario, además se identificó vertiente o piedemonte y planicie.
- d) Una de las causas principales de los eventos es la pendiente que presenta la zona estudiada que varía entre inclinación suave ($1^\circ - 5^\circ$) a fuerte ($15^\circ - 25^\circ$), y la presencia de agua subterránea (ojo de agua).
- e) Particularmente el anexo de Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios se encuentra asentado en el cuerpo de un movimiento complejo (derrumbe - flujo), el cual presenta una longitud entre la escarpa aproximado de 180 m, con un ancho máximo de 15 m, afectando tanto el suelo como el substrato rocoso. Por esta razón, dicho anexo se encuentra en una zona susceptible de alta a muy alta a ocurrencia a movimientos en masa.
- f) La reactivación del movimiento complejo (derrumbe – flujo), afectó a las Instituciones Educativas: Primara N° 36263 María Parado de Bellido, centro inicial N°978, posta del anexo de Challhuapuquio y tres viviendas.
- g) Por las condiciones geológicas y geodinámicas del anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios, es considerado como Zona Crítica por peligro geológico por movimiento en masa de tipo: movimiento complejo (derrumbe-flujo); razón por la cual ante lluvias intensas o movimientos sísmicos es de **peligro alto**.

RECOMENDACIONES

- 1) **Reubicación** del anexo Challhuapuquio del centro poblado San Juan de Dios.
- 2) Prohibir la construcción de nuevas viviendas en el anexo de Challhuapuquio del centro poblado de San Juan de Dios.
- 3) Realizar trabajos de limpieza, descolmatación y encauzamiento de las quebradas aledañas al anexo de Challhuapuquio del centro poblado de San Juan de Dios.
- 4) Realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos y gestión de riesgos de desastre, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de nuevos eventos que pueden afectar su seguridad física.
- 5) Reforestar las laderas afectadas por cárcavas y derrumbes, considerar esta recomendación específicamente para evitar afectaciones en la carretera.

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

César Augusto Chacaltana Budiel
Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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.
- Vilchez, M. & Ochoa, M. (2019) - Estudio de zonas críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico – INGEMMET.
- Varnes, D.J. (1978) - Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., Landslides: analysis and control. Washington, DC: Transportation Research Board, National Research Council, p. 11-33, Special Report 176.
- Wolfgang, M. & Washington, L. (1996), Boletín N°73, Serie A: Carta Geológica Nacional, Geología del Cuadrángulo de Huancavelica, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 172 p.
- Valdivia, E. & Raymundo, T. (2003) –Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huachocolpa (27-n), Escala 1:50 000 Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 26p.
- Villota, H. (2005) – Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. 2. Ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Vilchez, M. Ochoa, M. & Pari, W. (2019), Boletín N°69, Serie C: Geodinámica e ingeniería geológica, Peligro Geológico en la región Huancavelica. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. 219p.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). www.senamhi.gob.pe
- Hutchinson, J.N. (1988) – General report: Morphological and geotechnical parameters of landslide in relation to geology and hydrogeology. En: Bonnard, C., ed. Proceedings of the 5th International Symposium on Landslides, 10-15 July 1988. Lausanne, Switzerland. Rotterdam: balkema, p. 3-35