

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7613

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO CARBAJALES

Departamento: Amazonas

Provincia: Utcubamba

Distrito: Cumba



**ABRIL
2025**

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO
CARBAJALES**

*Distrito Cumba
Provincia Utcubamba
Departamento Amazonas*



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

Equipo Técnico:

*Freddy Luis Córdova Castro
Luis Miguel León Ordáz*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). *Evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Carbajales. Distrito Cumba, provincia Utcubamba y departamento de Amazonas*. Lima: INGEMMET, Informe Técnico N°A7613, 42 p.

ÍNDICE

Tabla de contenido

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación.....	6
1.3.2. Población.....	6
1.3.3. Accesibilidad.....	8
1.3.4. Clima	9
2. DEFINICIONES	10
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	11
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	11
3.1.1 Grupo Pulluicana (Ks-pu).....	12
3.2. Depósitos Cuaternarios.....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	15
4.1. Pendiente del terreno.....	15
4.2. Índice topográfico de Humedad	18
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	18
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	18
4.3.2 Unidades de carácter depositacional o agradacional	20
5. PELIGROS GEOLÓGICOS, GEOHIDROLÓGICOS Y OTROS PELIGROS.....	22
5.1 Cárcavas	22
5.2 Flujo de detritos	23
5.3 Inundación pluvial	24
5.4 Afectaciones en el poblado de Carbajales	28
5.5 Factores condicionantes	31
5.6 Factores desencadenantes	31
6. CONCLUSIONES	32
7. RECOMENDACIONES.....	33
8. BIBLIOGRAFÍA	34
ANEXOS	35

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Carbajales, ubicado en el distrito Cumba, provincia Utcubamba y departamento Amazonas. 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 (distrital, regional y nacional).

En el área afloran rocas del Grupo Pulluicana, que comprenden calizas de color gris con tonalidades oscuras y cremas, que se encuentran medianamente a muy fracturadas con un espaciamiento entre 1 a 4 cm y aberturas 0.2 a 4 cm sin relleno de persistencia baja (1m a 3m) y tres familias de discontinuidades; además se encuentran moderadamente meteorizadas.

Las unidades geomorfológicas identificadas corresponden a montañas y colinas en roca sedimentaria cuyas laderas tienen una variación de pendiente que van de fuerte a muy fuerte (15°-45°). En el poblado también se presentan vertiente coluviodeluvial y piedemonte aluviorrencial.

Se han identificado peligros geológicos de tipo erosión en cárcavas, cuya estructura morfológica favorecen el arrastre de material en forma de flujo de detritos; además se presentan inundaciones pluviales.

Los factores condicionantes para la ocurrencia de peligros geológicos por erosión en cárcavas y flujo de detritos son: la litología compuesta por calizas moderadamente meteorizadas, de fácil erosión que se son arrastradas favorecidos por las pendientes del área que van de fuertes a muy fuertes (15°-45°); mientras que para la inundación pluvial es el relieve modificado (disminución de las pendientes) para el asentamiento de la población y sus viviendas.

Los factores desencadenantes para la ocurrencia de peligros geológicos por cárcavas y flujos son: lluvias intensas y prolongadas; mientras que para el peligro geohidrológico por inundación pluvial son las lluvias intensas, ya que, las filtraciones ocasionan surgencias de agua de los pisos de las viviendas que algunos casos llegan hasta las paredes.

Por las condiciones geológicas y geomorfológicas, el área evaluada del centro poblado Carbajales es considerado como zona de **peligro alto** ante la ocurrencia de peligros geológicos por erosión en cárcavas, flujo de detritos y geohidrológicos por inundación pluvial; los factores desencadenantes son lluvias intensas, prolongadas y/o extraordinarias.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la implementación medidas de mitigación estructural frente a erosión, flujo de detritos e inundación pluvial y evitar de esta manera futuros eventos que generen impactos negativos a la población.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), ente técnico-científico desarrolla, a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”. De esta manera contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local) mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro en zonas que tengan elementos vulnerables y brinda recomendaciones pertinentes a fin de mitigar y prevenir fenómenos activos en el marco de la Gestión de riesgos de desastres.

Atendiendo la solicitud remitida por la Municipalidad Distrital de Cumba, provincia de Utcubamba y departamento de Amazonas, según el Oficio N°200–2024-MDC/A, es en el marco de nuestras competencias que se realizó una evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Carbajales, del distrito de Cumba, ante la ocurrencia de peligros geológicos y geohidrológicos.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos (DGAR) del Ingemmet designó al Geol. Freddy Luis Córdova Castro y al Ingeniero Luis León Ordáz, realizar la evaluación de peligros en el sector mencionado el día 19 de noviembre del 2024.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Pre-campo, con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; ii) Campo, a través de la observación, toma de datos (puntos GPS, medición de la resistencia de la roca, toma de medidas y tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; iii) Etapa final de gabinete donde se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Cumba e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos en el centro poblado Carbajales del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba y departamento Amazonas.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el área evaluada, se tienen:

- En el Boletín N° 39, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos geológicos en la región Amazonas” (Medina et. al, 2009). El estudio realizó el inventario de peligros geológicos en la región Amazonas; además de un análisis de susceptibilidad por movimientos en masa a escala 1:250 000 donde se observa que el centro poblado Carbajales se encuentra en **zonas de susceptibilidad Alta a Muy Alta** (figura 1). Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, el drenaje superficial y subterráneo y el tipo de cobertura del terreno. Los detonantes de estos eventos son sismos y precipitaciones pluviales.
- Boletín N° 62, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología del cuadrángulo de Jaén” (Sánchez et al.,1996), donde se describen las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores conformadas por rocas sedimentarias, principalmente calizas de color gris claro masiva, en estratos presentan de 20-50 cm de espesor, pertenecientes al Grupo Pulluicana, intercalado con limoarcillitas gris a gris verdosa.
- Informe técnico preliminar A6545 “Informe de zonas críticas región Amazonas”. Se registraron en el distrito de Cumba 05 Zonas Críticas en los sectores: Tagtago (inundaciones fluviales); quebrada Guayaquil (flujo de detritos); quebrada Purga (flujos e inundaciones fluviales); cerros Pan de azúcar, El Limón y El Porvenir con deslizamientos rotacionales.
- Mapa de Zonificación Sísmica del Perú (Norma E-030 Diseño Sismorresistente, del reglamento Nacional de Edificaciones, actualizado al 2016). De acuerdo con este mapa, el área de estudio se ubica en la Zona 2, determinándose aceleraciones de 0.25 g (figura 2). Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Este factor se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. (DS No. 003-2016-VIVIENDA). De acuerdo con el mapa de calificación de provincias según niveles de peligro sísmico el centro poblado Nueva Esperanza presenta un nivel de calificación alto (figura 3).

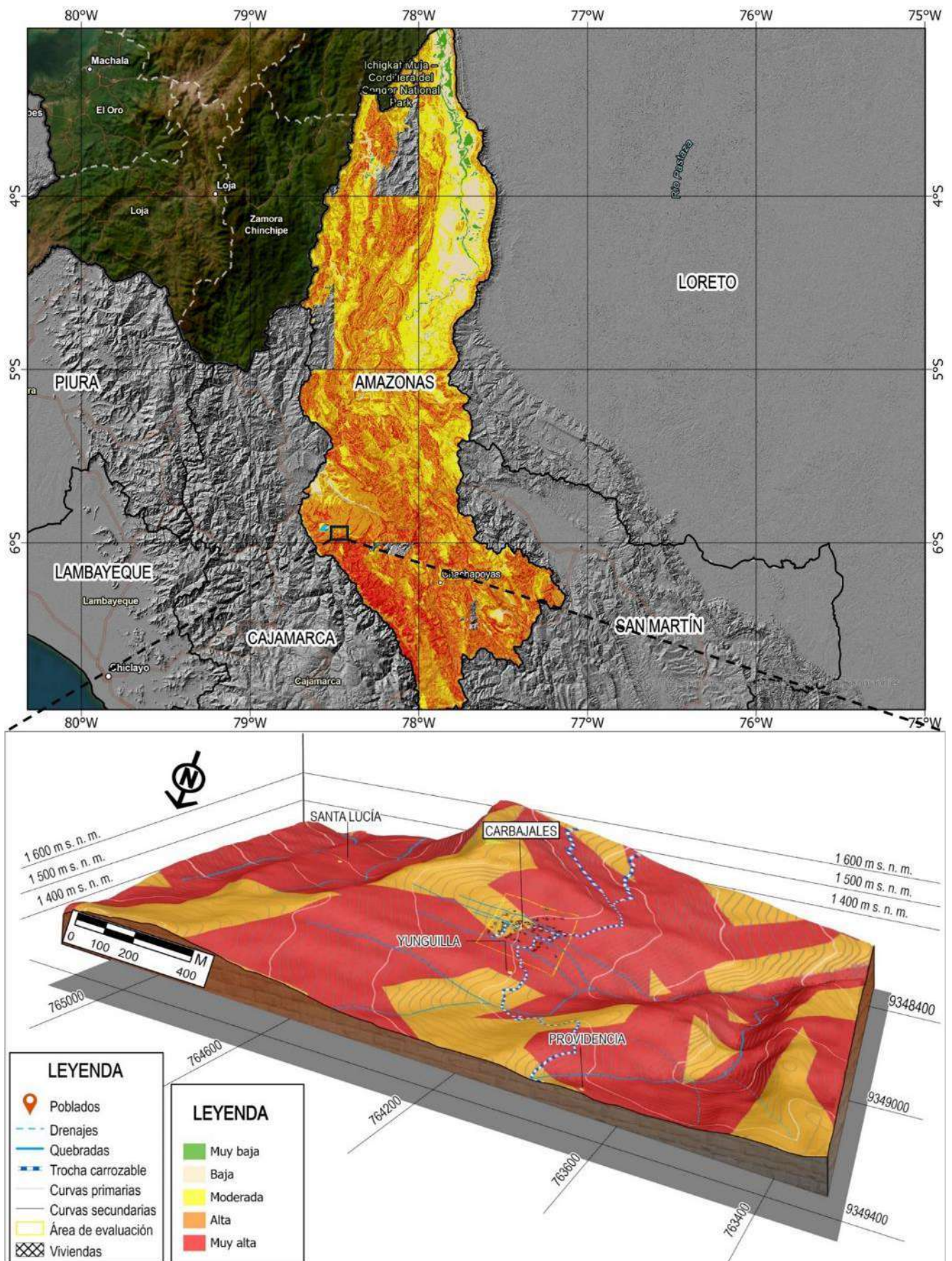


Figura 1. Susceptibilidad a movimiento en masa en el centro poblado Carbajales y alrededores (distrito Cumba, provincia de Utcubamba-Amazonas). Fuente: Medina et al, 2009.

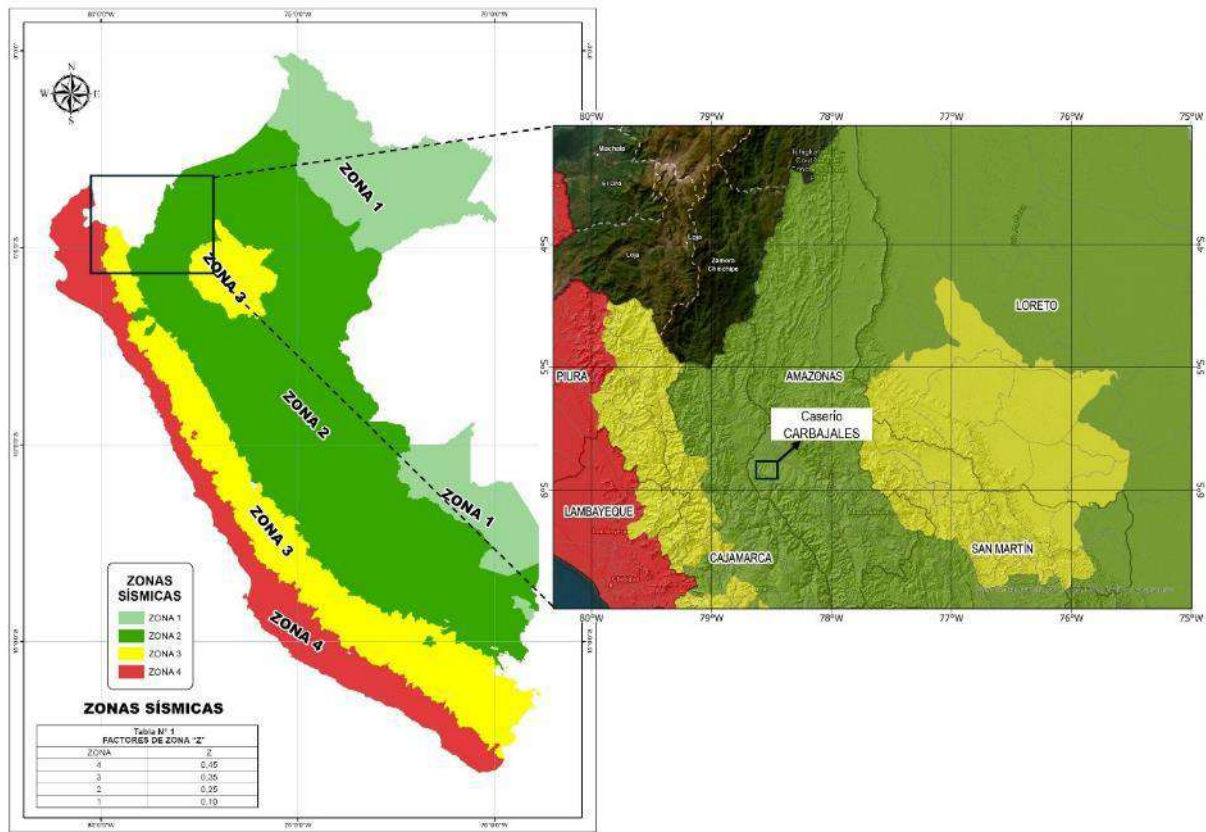


Figura 2. Zonificación Sísmica del Perú. Se observa que el área de estudio se encuentra en la Zona 2. Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 del MVCS (2016).

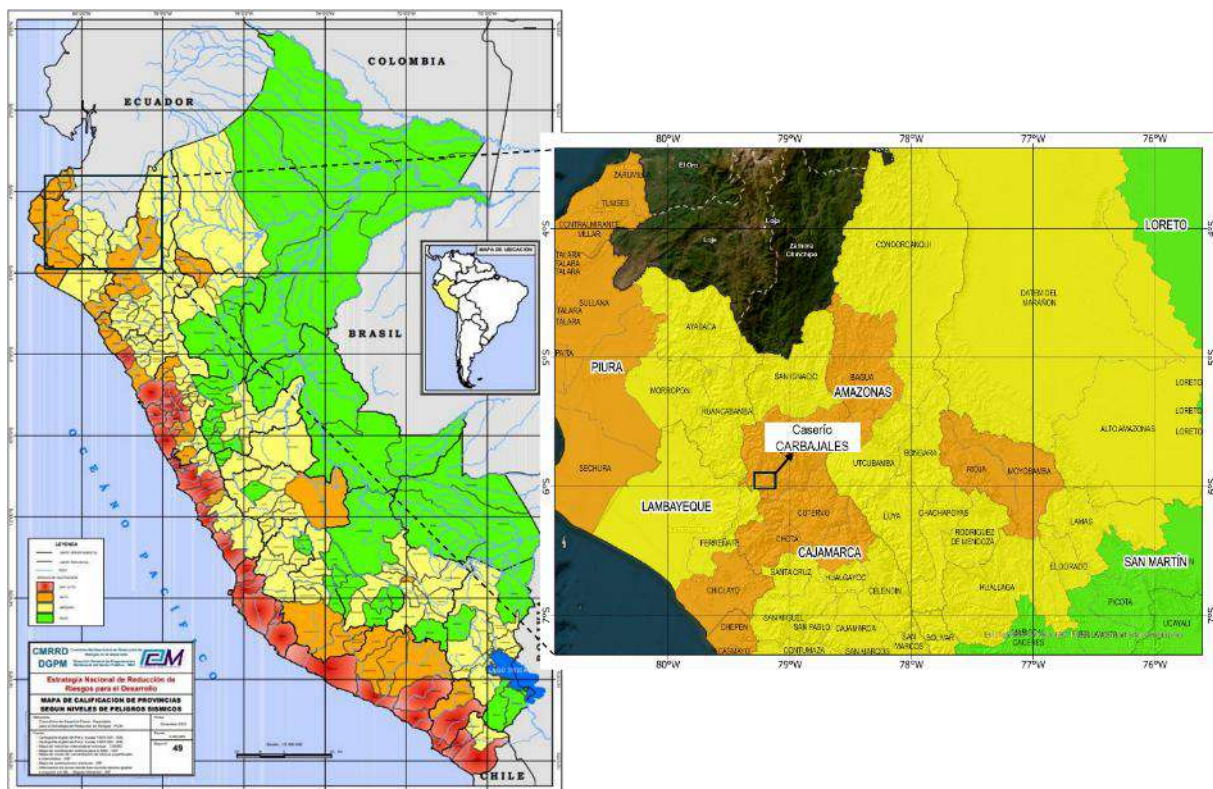


Figura 3. Calificación de provincias según niveles de peligro sísmico, según el cual, el centro poblado Carbajales presenta un nivel de calificación alto. Fuente: Consultoría de Aspectos Físico - Espaciales para la Estrategia de Reducción de Riesgos - PCM.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El centro poblado Carbajales se encuentra ubicado en el distrito Cumba, provincia Utcubamba y departamento Amazonas, a una altura de 1 590 m s.n.m. (figura 4). Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 17S) se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	764189.00	9348938.00	-5.885050°	-78.613985°
2	764388.00	9348915.00	-5.885250°	-78.612188°
3	764361.00	9348661.00	-5.887547°	-78.612422°
4	764134.00	9348681.00	-5.887375°	-78.614471°
Coordenada central de los peligros identificados				
Coordenada Central	764277.05	9348805.04	-5.886248°	-78.613185°

1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), el centro poblado Carbajales tiene una población de 210 habitantes, distribuidos en un total de 36 viviendas; cuentan con acceso a energía eléctrica, poseen agua por red pública; sin embargo, no poseen desagüe. (Fuente: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>)

Tabla 2. Datos del centro poblado Carbajales

Descripción	C.P. Carbajales – INEI
Código de Ubigeo	0107030014
Longitud	-78.6130883330
Latitud	-5.88679500000
Altitud	1589.5
Población	210
Vivienda	36
Agua por Red Pública	Si
Energía eléctrica	Si
Desagüe por red pública	No
Institución Educativa Primaria	No
Institución Educativa Secundaria	No
Establecimiento de salud	No
Transporte de mayor uso	Automóvil
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano

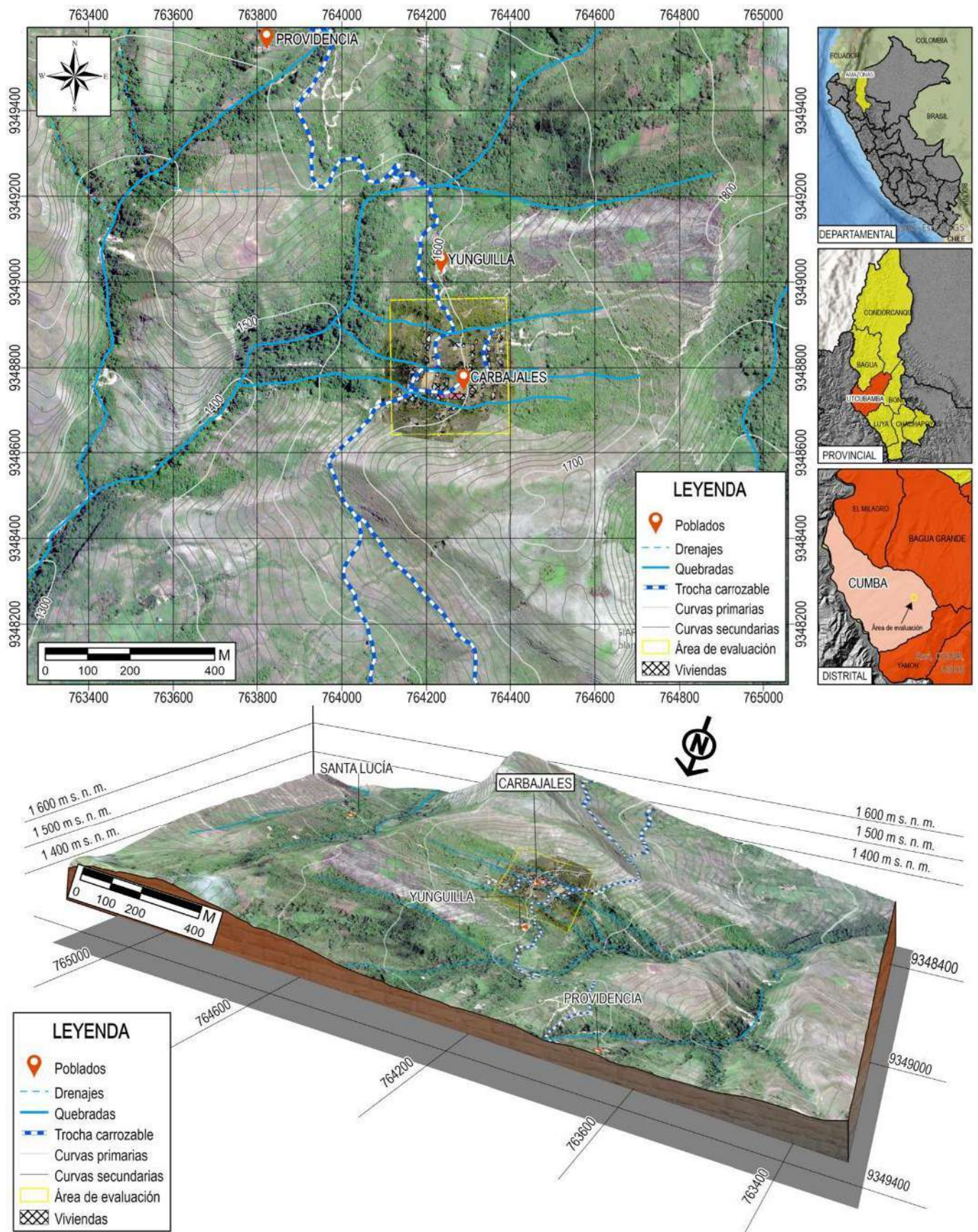


Figura 4. Ubicación del centro poblado Carbajales, distrito Cumba, provincia Utcubamba, Amazonas.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso al centro poblado Carbajales, desde la ciudad de Cajamarca (Ingemmet), se realiza mediante la carretera 3N hacia Corral Quemado, continuando por la AM-103 hasta llegar al distrito de Cumba, en un recorrido de aproximadamente 342 km y 8 horas. Desde allí, se prosigue por la AM-103 y luego por la AM-598, hasta el poblado Carbajales, lo que toma aproximadamente 28 min adicionales (Tabla 3).

Tabla 3. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Cajamarca (INGEMMET) – Distrito de Cumba	Asfaltada	342	8h
Distrito Cumba – C.P. Carbajales	Asfaltada/Trocha carrozable	15	28 min

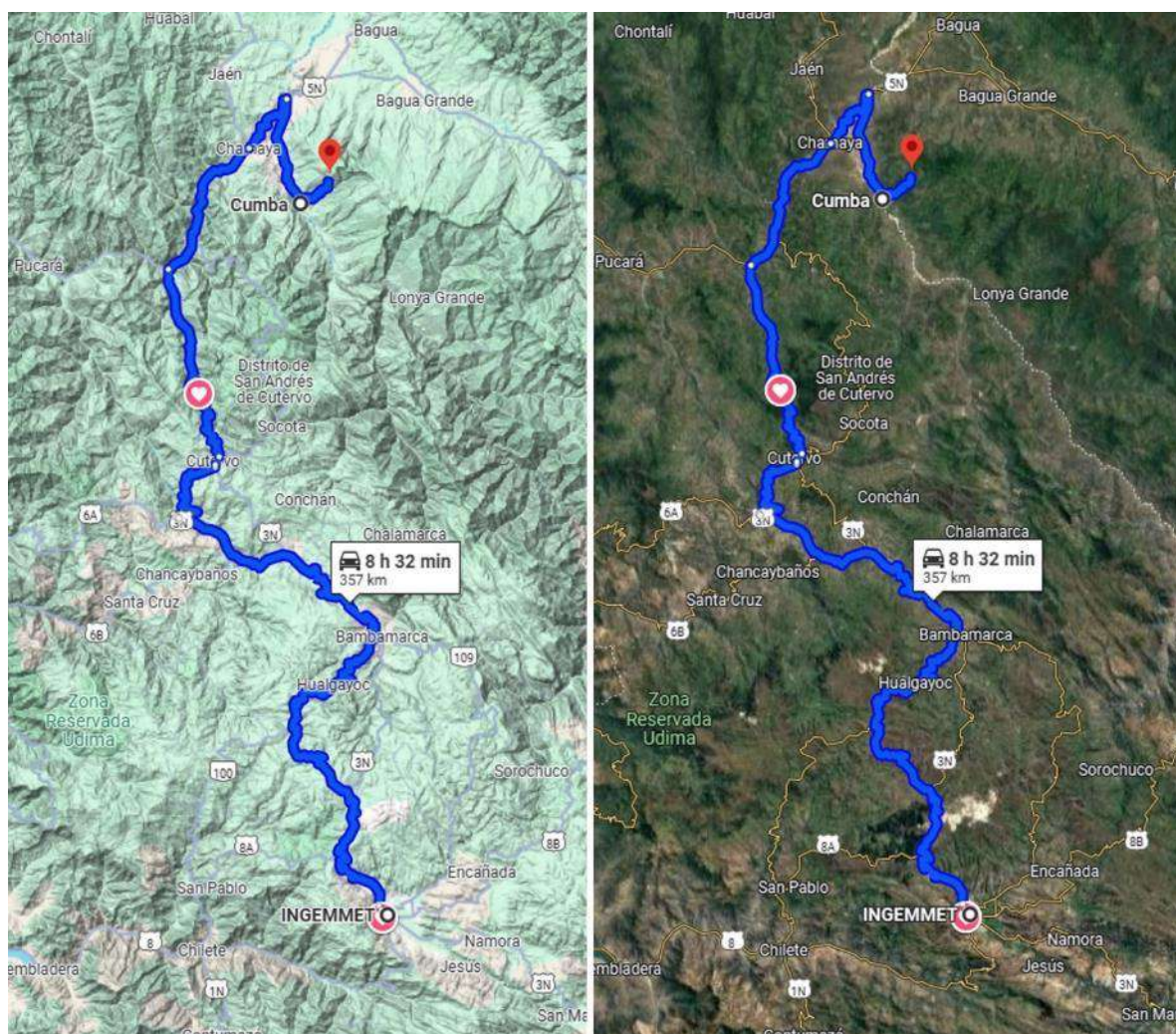


Figura 5. Ruta de acceso: Ciudad de Cajamarca (INGEMMET) —C.P. Carbajales (distrito de Cumba, departamento de Amazonas). **Fuente:** Google Maps.

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), en el centro poblado Nueva Esperanza el clima que se registra es C (r) B': Clima tipo semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año, Ocupa 3% del área nacional y se encuentra en áreas de Amazonas, Cajamarca, La Libertad, Ancash, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno.

En cuanto a la cantidad de lluvia local, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo enero 2020 y noviembre del 2024 fue de 48.6 mm (figura 6A). Cabe recalcar que las lluvias se distribuyen irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de enero hasta abril con una variación de humedad entre 37.5% a 95%. La temperatura anual oscila entre un máximo de 35.0°C en verano y un mínimo de 12.0°C en invierno (figura 6B). Así mismo, presenta una humedad promedio de 71% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

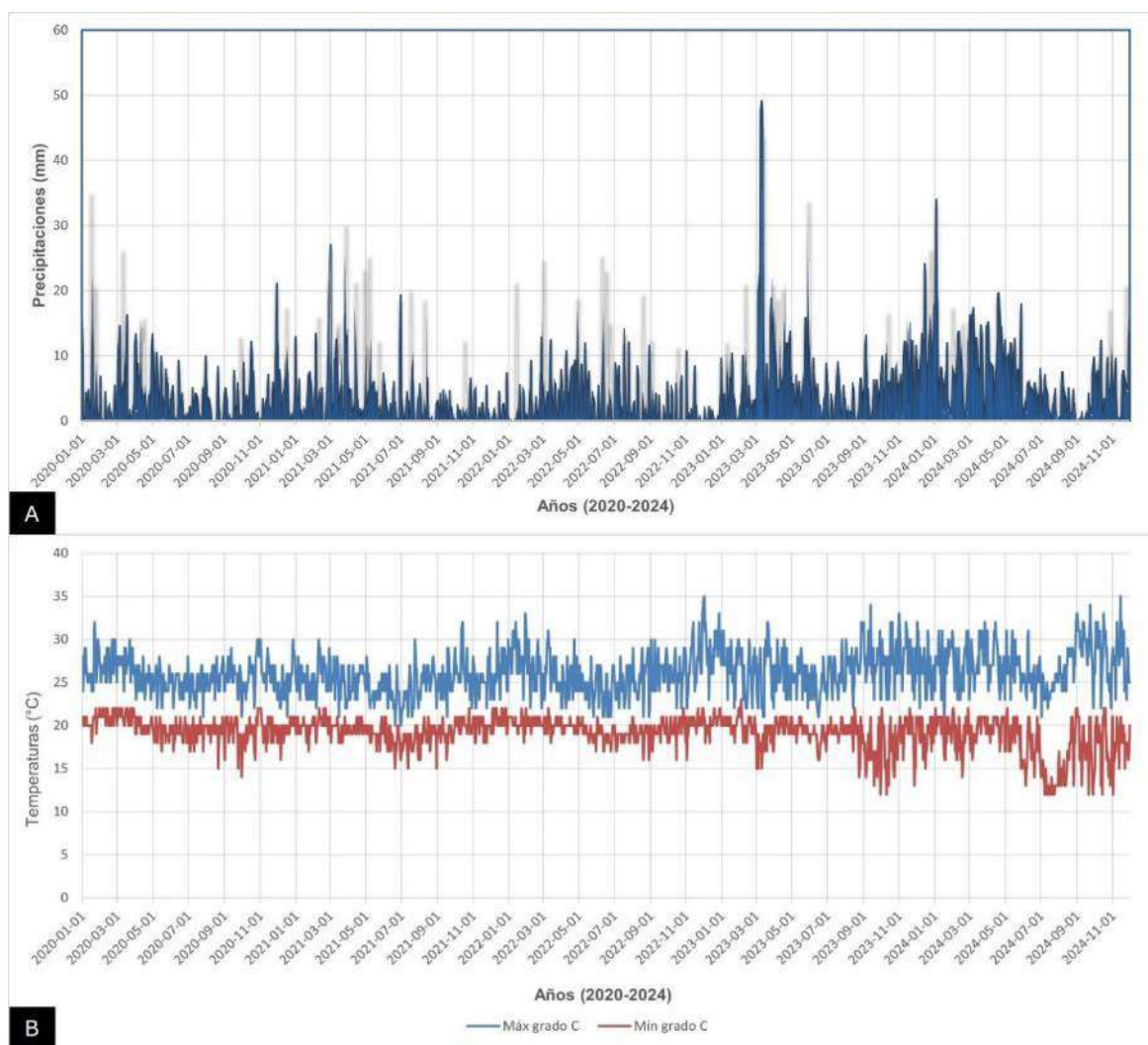


Figura 6. A. Precipitaciones máximas en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2020-2024. La figura permite analizar la frecuencia de las precipitaciones pluviales que contribuyen a la saturación del suelo y **B.** Temperaturas mínimas y máximas. Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/10036911>.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones consideran como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA, 2007). Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Actividad: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

Deslizamiento: 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.

Erosión de ladera: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

Factor condicionante: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

Factor detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Hundimiento: Es el descenso o movimiento vertical de una porción de suelo o roca que cede a causa de fenómenos kársticos, depresión de la capa freática, labores mineras antiguas o abandonadas, o también pueden ocurrir debido a fenómenos de licuación de arenas o por una deficiente compactación diferencial de suelos. Pueden suceder por: Procesos de disolución de rocas calcáreas, por circulación de aguas subterráneas (cavernas naturales). Extracción de aguas subterráneas, petróleo y minerales; extracción o remoción del subsuelo. Falta de sustentación de perforaciones mineras. Excavación de túneles. Los procesos kársticos se presentan en substratos calcáreos, donde es posible encontrar formas topográficas peculiares, resultantes de la disolución superficial y subsuperficial de rocas calcáreas por las aguas de lluvias, las que al concentrarse en escorrentía son llevadas hacia cauces subterráneos (Thornbury, 1966).

Inactivo latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

Movimiento en masa: Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Pueden ser extremadamente lentos (<16mm por año) a extremadamente rápidos (>15m por segundo).

Peligro o amenaza geológica: Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Susceptibilidad: La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

Estado de los movimientos en masa

- **Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- **Abandonado:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).
- **Latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).
- **Inactivo:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología del área de estudio se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Jaén 12-f, escala 1:100,000 (Sánchez, et. al, 1996), así como la información contenida en el Boletín N° 39, serie C: "Riesgo geológico en la región Amazonas" (Medina, et al., 2009). Esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones en campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona evaluada y alrededores, son principalmente de origen sedimentario del Grupo Pulluicana, así como depósitos proluviales y coluvio-deluviales.

3.1.1 Grupo Pulluicana (Ks-pu). Unidad compuesta por una secuencia de calizas. Su base está formada por calizas gris claro en estratos medianos, con grosor entre 20 y 50 cm; adquieren tonalidades crema, gris crema o pardo gris debido a la meteorización. Estas calizas se intercalan con margas y limoarcillitas de colores gris, gris verdoso y crema. También se encuentran niveles de calizas nodulares con abundantes fósiles. En términos generales, es una unidad resistente a la erosión.

Alrededor del centro poblado Carbajales se presentan calizas color gris con tonalidades oscuras y cremas, en estratos de 5 a 8 cm, medianamente a muy fracturadas con un espaciamiento entre 1 a 3 cm y aberturas 0.1 a 3 cm sin relleno de persistencia baja (1m a 3m), moderadamente meteorizadas y tres familias de discontinuidades intercalado con limorcollitas de 10-40 cm, muy fracturadas, moderadamente meteorizadas (figura 7). Estas características permitirían la filtración de aguas producto de precipitaciones pluviales desde las partes altas.



Figura 7. Vista de calizas en estratos que van de 5 a 8 cm, grises, intercalado con limorcollitas de 10-40 cm, muy fracturadas y moderadamente meteorizadas, ubicado en coordenadas UTM 17S: 764321E; 9348766N.

3.2. Depósitos Cuaternarios

3.2.1 Depósito coluviodeluvial (Qh-cd):

Son aquellos depósitos que se encuentran acumulados al pie de laderas prominentes, como material de escombros constituidos por bloques de gravas, guijarros subredondeados a subangulosos en una matriz areno-limosa que han sufrido transporte. Los depósitos de esta unidad son conformados por material proveniente de movimientos de masa antiguos, como deslizamientos, avalanchas y derrumbes. El depósito observado en el poblado de Carbajales presenta granulometría conformada por bolos (1%), cantos (14%) gravas (15%), gránulos (5%), arenas (15%), limos y arcillas (50%). Los fragmentos rocosos presentan forma discoidal y cilíndrica de formas subredondeadas a subangulosas de media a alta plasticidad. El depósito se observa masivo de textura harinosa con litología sedimentaria y una cobertura orgánica de 10 cm. Las arenas se observan sueltas y las gravas medianamente consolidadas (figura 8).



Figura 8. Vista del depósito coluviodeluvial conformado por clastos subredondeados a subangulosos heterométricos con tamaños que van de 0.2- 50 cm. envueltos en una matriz arcillo-limosa, el depósito se muestra húmedo. Coordenadas UTM 18S 764326E; 9348760N.

3.2.2 Depósito proluvial (Qh-pl):

Son depósitos no consolidados que han sido acumulados por procesos pluviales intensos, se ubican en los cauces de cárcavas formados por procesos de erosión. Estos depósitos están constituidos por capas de gravas gruesas y finas mal clasificadas, con material redondeado a subredondeado, envueltos en matriz limo-arcillosa en proporciones variables. También se pueden observar gravas y bloques angulosos producto del desprendimiento y arrastre las rocas del Grupo Pulluicana, susceptibles a futuros eventos de similares características.

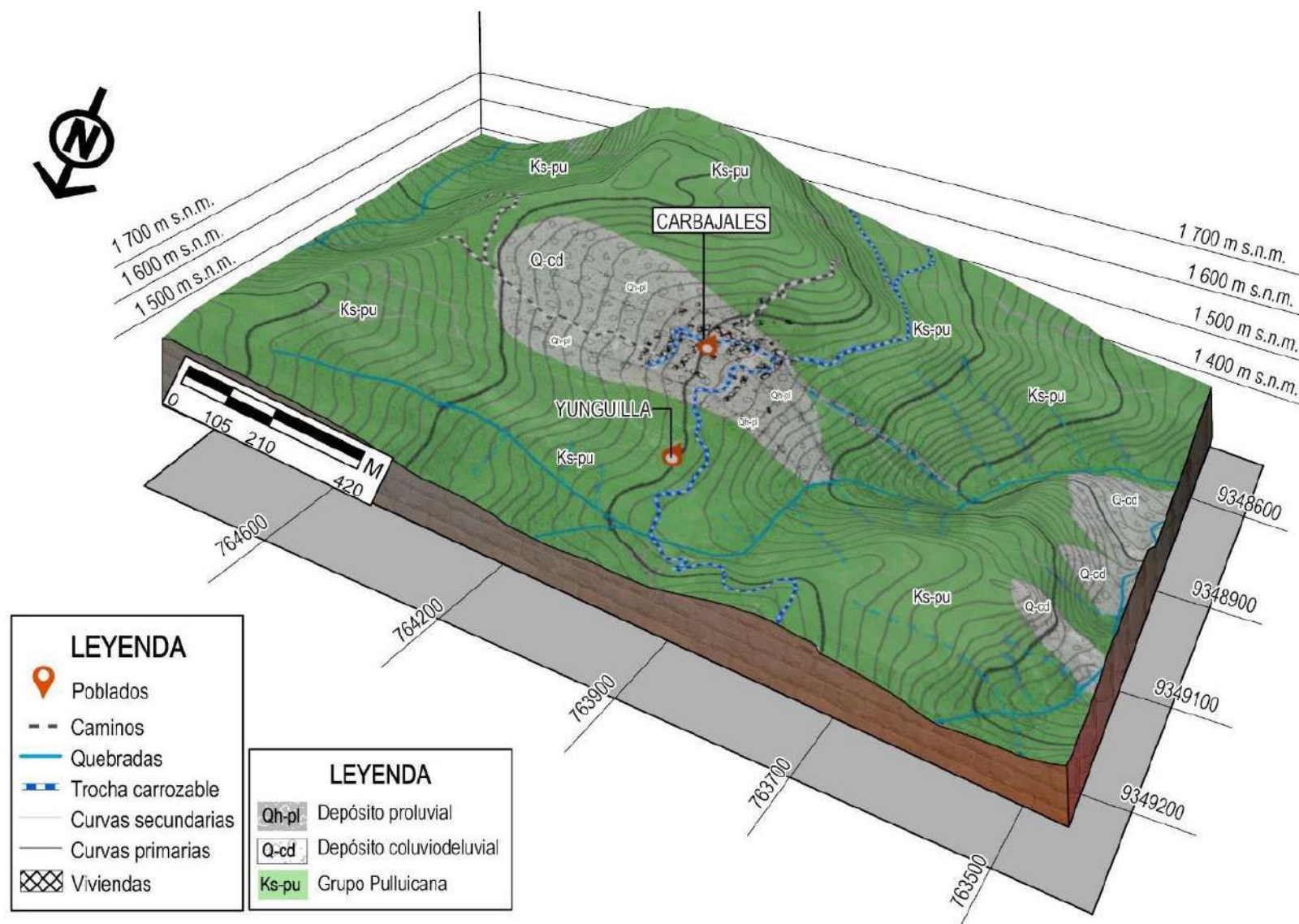


Figura 9. Representación geológica 3D del centro poblado Carbajales y alrededores

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el centro poblado Carbajales y alrededores, se usó la publicación de Villota (2005), imágenes satelitales e imágenes obtenidas por vuelo de dron. Además, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a los aspectos del relieve en función a su altura relativa y en relación con procesos de erosión, denudación y sedimentación o acumulación; además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1:250 000 elaborado por Ingemmet.

4.1. Pendiente del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa. El C.P. Carbajales presenta pendientes que varían de moderada (5° - 15°), donde se asienta la población a fuerte (15° - 25°) y muy fuerte (25° - 45°) en las partes altas (figura 10). Las alturas en las que se encuentra las viviendas del centro poblado van de 1400 a 1600 m s.n.m. (figura 11).

Tabla 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°	Moderado	Laderas con estas inclinaciones se consideran con susceptibilidad moderada a los movimientos en masa de tipo reptación de suelos, flujos de detritos.
15° a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes, donde se registran procesos de deslizamiento, erosión y derrumbes.
25° a 45°	Muy fuerte	Se encuentran en laderas de colinas y montañas sedimentarias, así como terrazas aluviales, que forman acantilados, vertientes de los valles.
$>45^{\circ}$	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.

Nota: en el terreno solamente se encontraron pendientes que comprenden de 5° a $> 45^{\circ}$

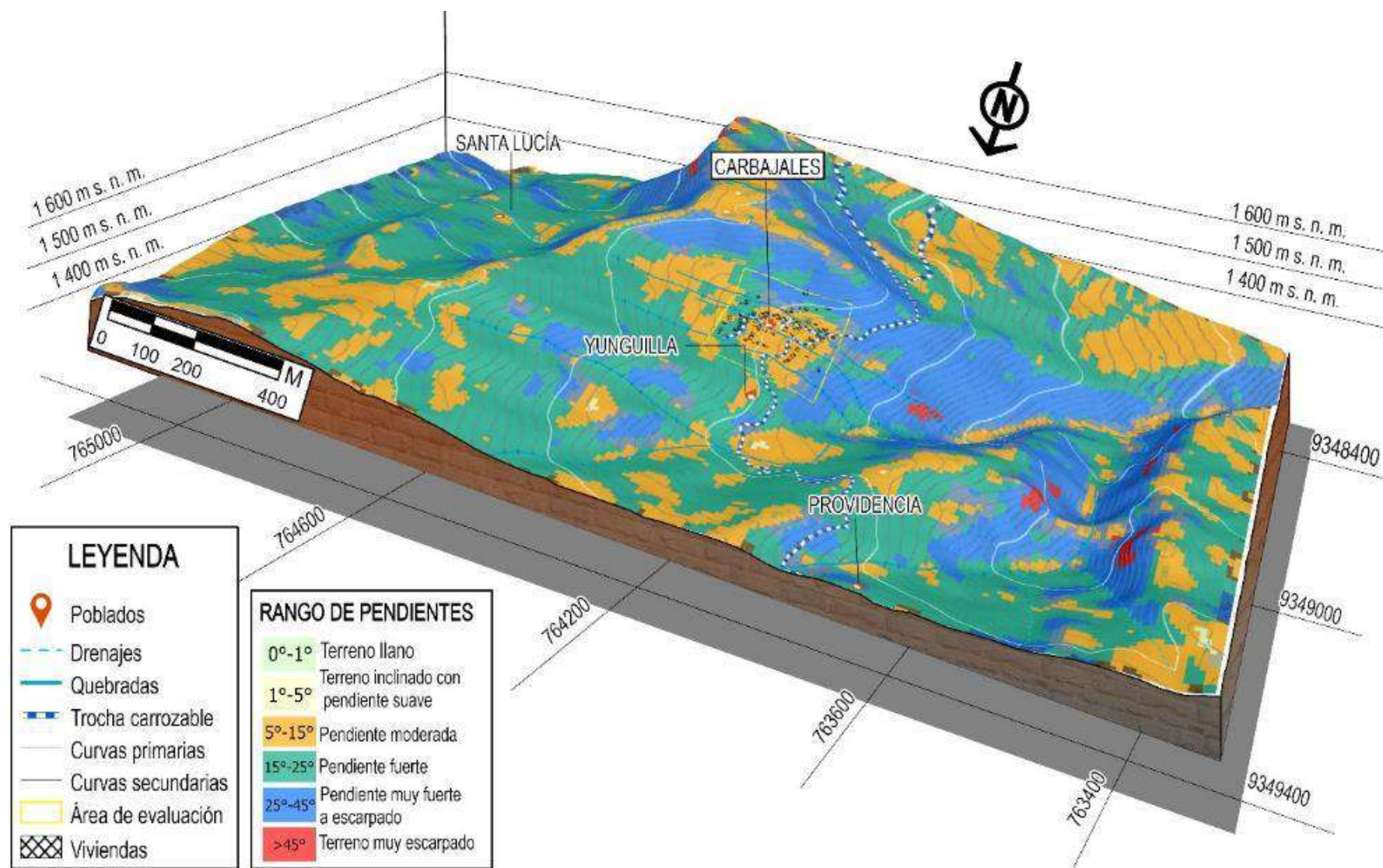


Figura 10. Pendientes de terreno del poblado Carbajales y alrededores.

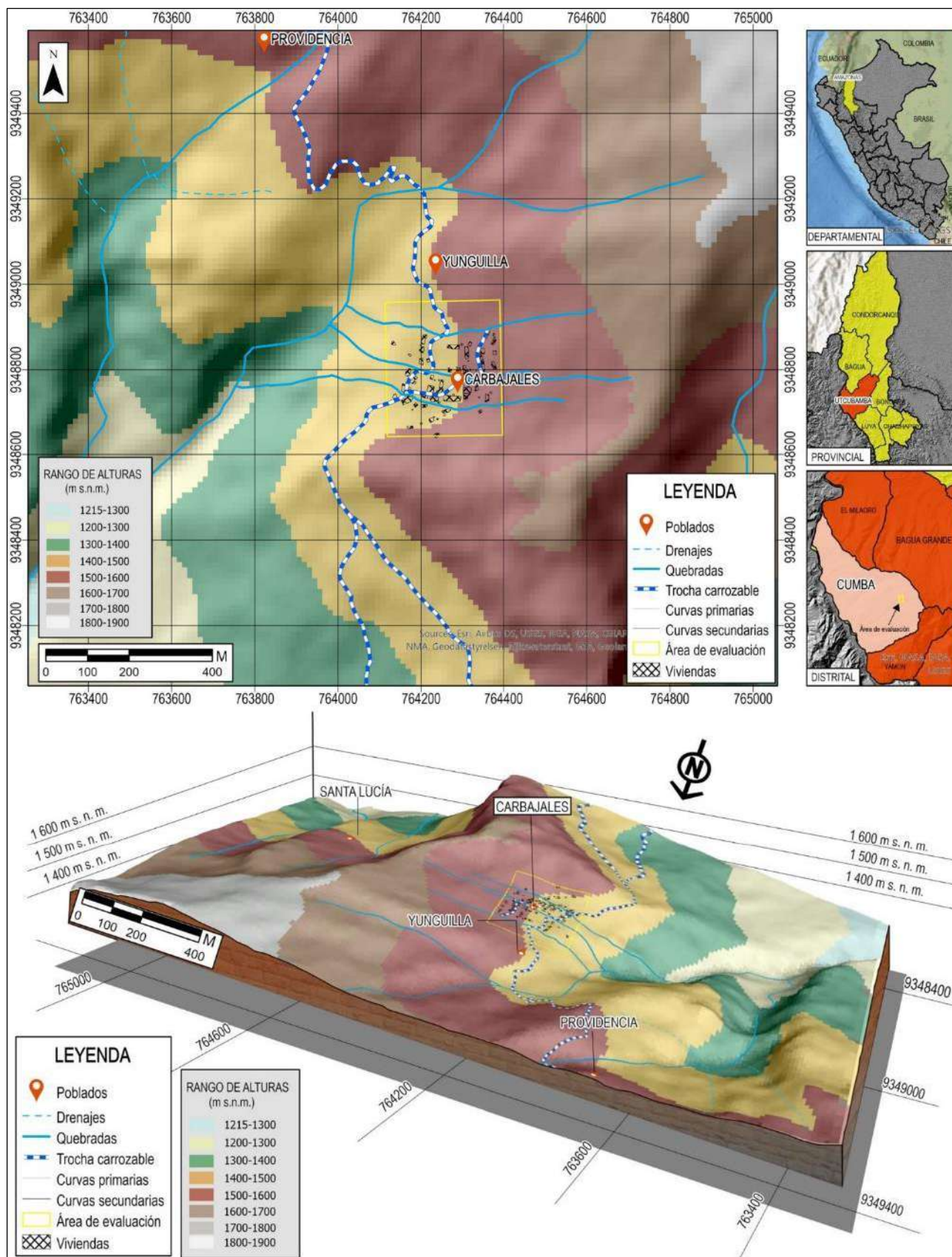


Figura 11. Elevaciones de terreno del centro poblado Carbajales y alrededores.

4.2. Índice topográfico de Humedad

El índice topográfico de humedad (TWI) permite identificar los lugares potenciales donde se concentra la humedad o las zonas de acumulación de aguas de escorrentía superficial. La obtención de este indicador fue realizada mediante una secuencia de análisis de modelos digitales de terreno (MDT) de alta resolución y precisión (obtenido de la fotogrametría del dron) y procesados en SAGA GIS. Se puede observar que la acumulación de escorrentía se da ladera abajo acumulándose en calles viviendas y en las partes de menor pendiente (Figura 12).

4.3. Unidades Geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas registradas en el centro poblado Nueva Esperanza y alrededores comprenden unidades degradacionales, erosionales y unidades depositacionales o agradacionales, las cuales se especifican en la tabla 5.

Tabla 5. Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montaña en roca sedimentaria (M-rs)
Colina	Colinas en roca sedimentaria (C-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Vertiente	Vertiente coluviodeluvial (V-cd)
	Vertiente con depósito de deslizamiento (Vdd)
otros	Cárcava (CR)

4.3.1. Unidades 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

Están representadas por relieves con alturas mayores a los 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

Subunidad de montañas en roca sedimentaria (M-rs)

Corresponde a las cadenas montañosas donde los procesos denudativos (fluvio-erosionales) afectaron rocas sedimentarias del Grupo Pulluicana. Las montañas se extienden hasta los 1 700 m s.n.m. cubren gran parte de la zona este del área de evaluación y cuyas laderas presentan pendientes que varían de moderado a fuerte (15° - 45°). Las viviendas del centro poblado Carbajales, se encuentran sobre ladera oeste de esta geoforma. Sobre sus relieves se aprecia deslizamientos antiguos y procesos de erosión de laderas.

Subunidad de colinas en roca sedimentaria (M-rs)

Estas geoformas se caracterizan por presentar pendientes suaves a moderadas y una altura menor a 300 m sobre el nivel del terreno circundante. Tienen una base y una cima redondeadas o semiredondeadas y su origen está ligado a procesos de erosión, deposición y a estructuras geológicas como pliegues y fallas. En Carbajales, se tienen colinas sedimentarias, formadas por calizas, presentan pendientes menores a 45° (figura 12 y 13).



Figura 12. Vista panorámica de la subunidad geomorfológica montaña en roca sedimentaria (M-rs), donde se pueden observar las pendientes de las laderas (en color amarillo) alrededor del centro poblado Carbajales.

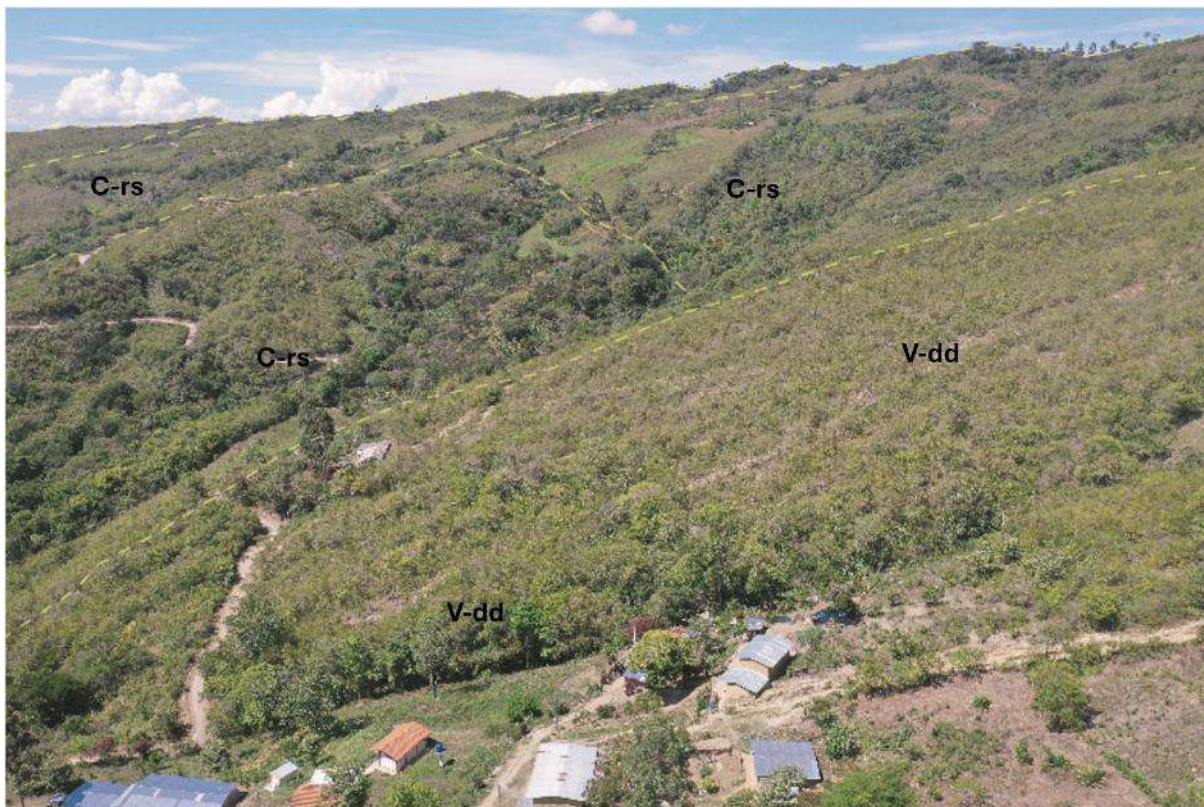


Figura 13. Vista panorámica de las subunidades geomorfológicas que se observan en el C.P. Carbajales y alrededores: Montaña en roca sedimentaria (M-rs), colinas en roca sedimentaria (C-rs), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).

4.3.2 Unidades 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, oleaje marino, los vientos, entre otros; 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.

Unidades de piedemonte

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcilla inconsolidados, ubicados en las laderas de las cadenas montañosas; estos depósitos suelen ocupar grandes extensiones. Se identificó las siguientes subunidades:

Subunidad de piedemonte aluviotorrencial (P-pral)

Son depósitos inconsolidados, localizados en las laderas de montañas sedimentarias, resultantes de la acumulación de material de origen coluvial y deluvial. Los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento, agua de escorrentía superficial y son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como deslizamientos y derrumbes. Estas geoformas se observan en los cauces dejados por los procesos de erosión sobre laderas con pendientes moderadas a muy fuertes (5° - 35°) y fáciles de remover.

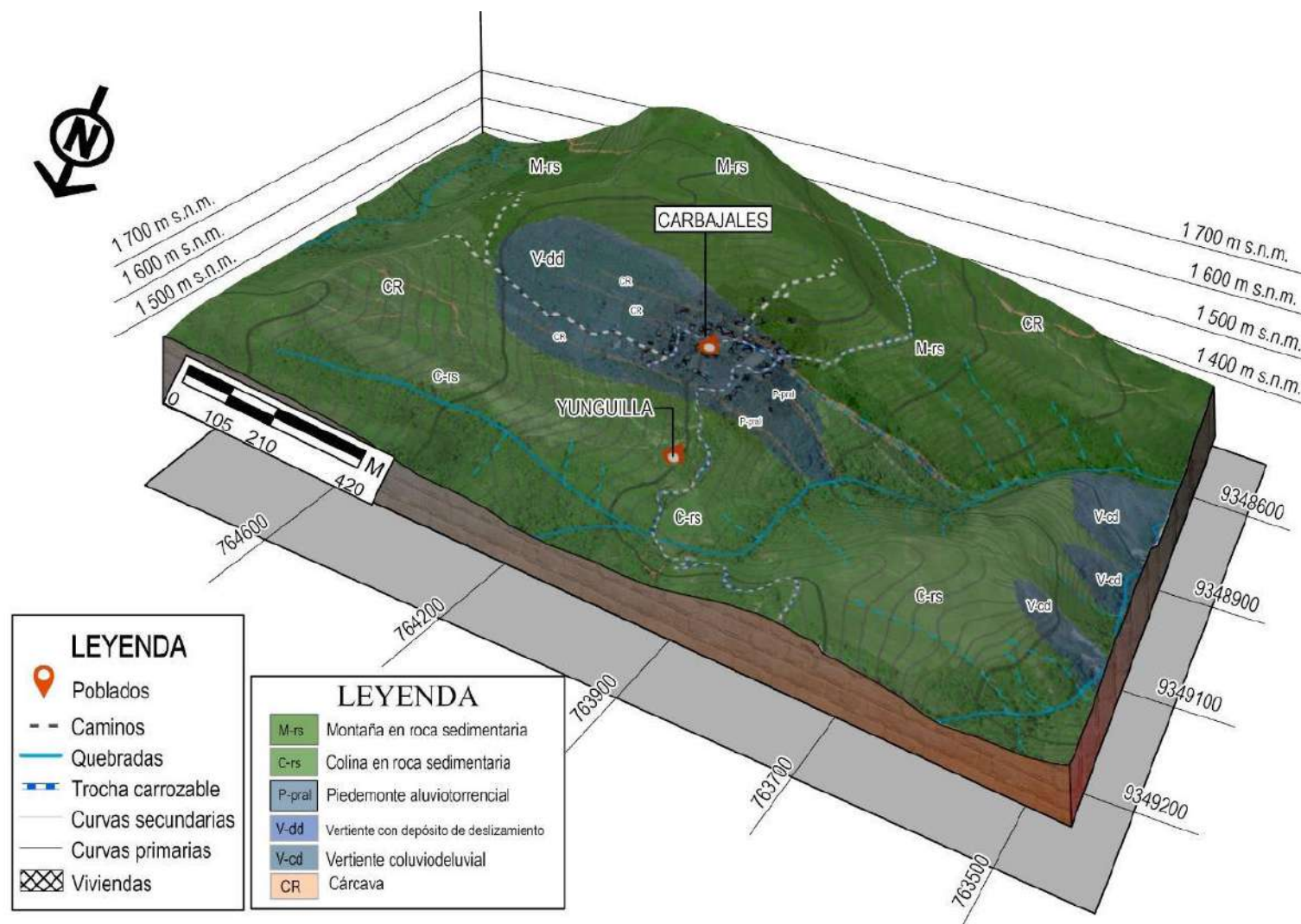


Figura 14. Representación geomorfológica 3D del centro poblado Carbajales y alrededores

5. PELIGROS GEOLÓGICOS, GEOHIDROLÓGICOS Y OTROS PELIGROS

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el centro poblado Carbajales corresponden principalmente a erosión de laderas por cárcavas; sin embargo, se observan áreas afectadas por peligros de tipo inundaciones pluviales que, durante la temporada de lluvias (diciembre-mayo), saturan el terreno y forma pequeñas lagunas temporales, los cuales comprometen los cimientos de las viviendas.

La caracterización de estos eventos se llevó a cabo mediante un análisis basado en datos recopilados durante el trabajo de campo. Este incluyó cartografiado geológico y geodinámico, apoyado en observaciones y descripciones realizadas in situ, junto con el uso de GPS y fotografías a nivel del terreno y aérea tomadas con dron.

Según las evidencias geomorfológicas y litológicas observadas, el área de estudio está asentada sobre calizas del Grupo Pulluicana, cuyas características de disolución favorecen la formación de procesos kárstico, que pueden originar hundimientos, formación de cavernas y/o galerías.

5.1 Cárcavas

Se presentan procesos de erosión en cárcava cerca de las viviendas del centro poblado, con longitudes de 600m, 460m y 390m, profundidades que varían en su recorrido de 0.1m a 2.5m y cuyo avance progresivo de NE-SO está determinado por el agua de escorrentía principalmente en épocas de lluvias (diciembre-mayo) y la superficie inclinada del terreno cuya pendiente varía de fuerte a muy fuerte (15° a 30°) (figura 15, anexo mapa 4). Estas erosiones presentan un crecimiento lento a moderado debido a la presencia de vegetación en la zona, observándose un mayor desarrollo durante las precipitaciones intensas.



Figura 15. Vistas de cárcavas. **A.** Viviendas cercanas a la erosión (764133E; 9348747N). **B.** Cárcava en parte media alta de la ladera (764397E; 9348773N).

5.2 Flujo de detritos

Según testimonios de los pobladores y las evidencias geológicas observadas, se logra deducir que, en épocas de lluvias, las depresiones dejadas por los procesos de erosión en cárcavas forman canales para el avance de flujos, acarreado materiales rocosos de 0.05m-0.1m de diámetro, de formas subredondeadas a subangulosas, restos vegetales (hojas, tallos, pequeños troncos). Según lo manifestado, en mayo del 2024, se generó un flujo de detritos que descendió desde la parte alta de la ladera por el cauce de las cárcavas, arrastrando el material contenido en dichos cauces, además afectó corrales de animales como aves y cuyes (figura 16). Este flujo no afectó estructuras de las viviendas; sin embargo, de presentarse un flujo de mayores dimensiones podría afectarlas (figura 17).

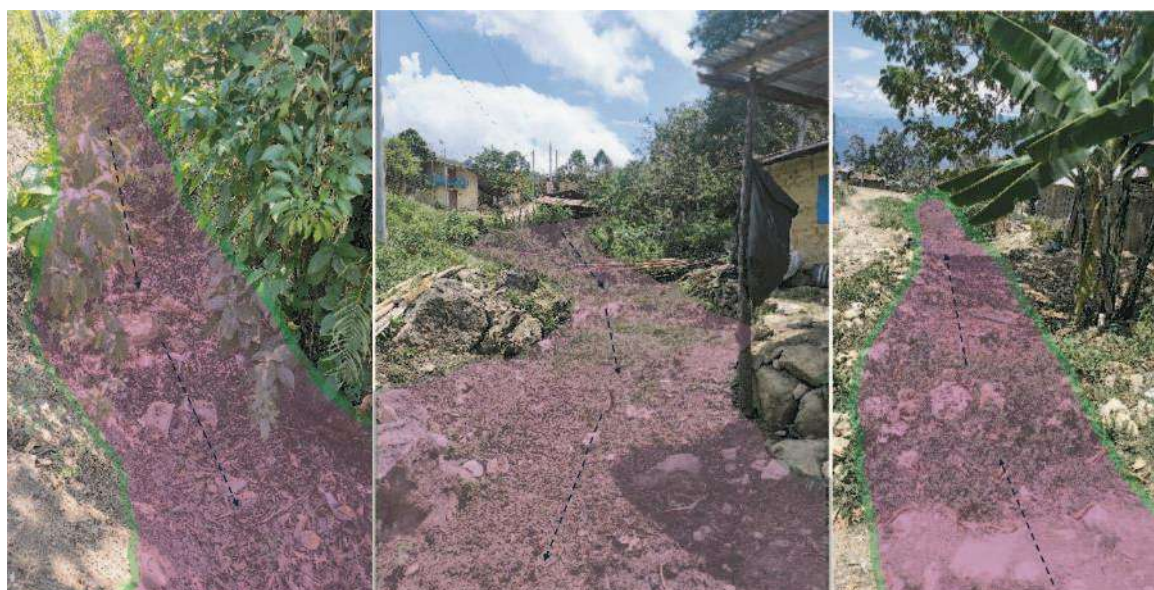


Figura 16. Procesos de flujo de detritos, se observa material rocoso acarreado, los fragmentos de roca presentan diámetro entre 0.05m-0.1m, son de formas subredondeadas a subangulosas.

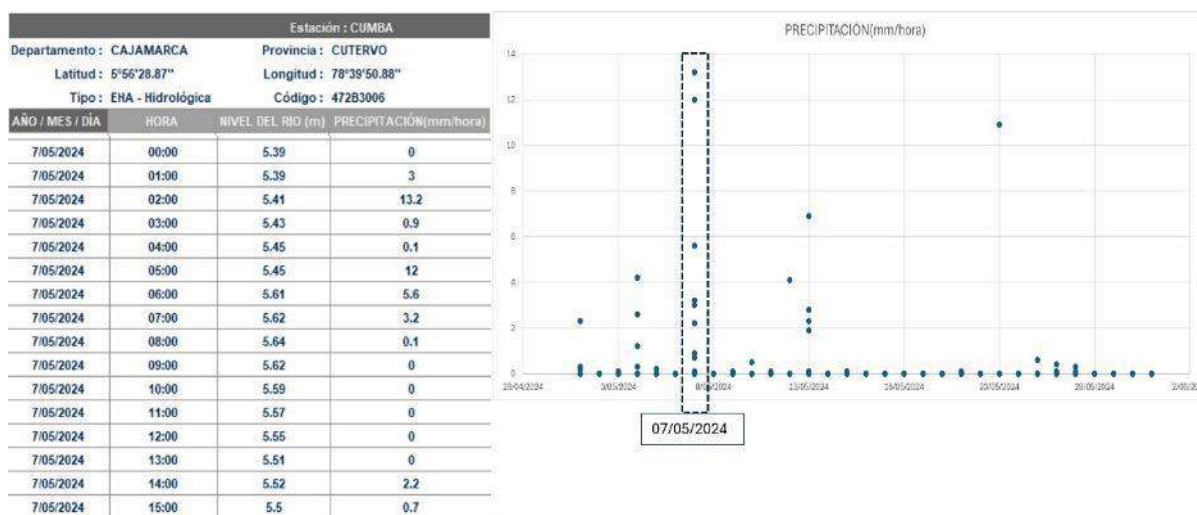


Figura 17. Datos de precipitación de la estación Cumba, se observa un incremento el día 07/05/2024. Fuente. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

5.3 Inundación pluvial

Los peligros por inundación pluvial están vinculados a un proceso de escorrentía. Estos fenómenos ocurren cuando el agua de las precipitaciones, deshielo u otras fuentes fluye sobre la superficie terrestre con tendencia a acumularse en áreas bajas o cóncavas. El comportamiento de la escorrentía depende de diversos factores, como la topografía, el tipo de suelo, la vegetación y la intensidad de las precipitaciones. Además, se pueden distinguir distintos tipos de escorrentía según su origen, como la superficial, la subsuperficial o la subterránea, cada una con características y efectos particulares en el entorno.

En el centro poblado Carbajales existe una escorrentía mixta, de tipo subterránea (precipitación que se infiltra hasta el nivel freático) y escorrentía superficial o directa, en este caso la precipitación no se infiltra, llegando a la red de drenaje desplazándose sobre el terreno por acción de la gravedad y a favor de la pendiente, no se almacena o estanca en las depresiones del suelo y presenta bajo grado de evapotranspiración; cuando la capacidad de infiltración es inferior a la intensidad de la lluvia, el agua comienza a moverse por la superficie del terreno formando una capa de agua que puede ser delgada o de mayor espesor dependiendo de las irregularidades y características del terreno provocando inundaciones, según los pobladores el agua se acumula en viviendas y áreas del poblado, las surgencias de agua en puntos específicos contribuyen al aumento del peligro por inundación y aumenta los daños en las infraestructuras de las viviendas.

En el área de estudio afloran calizas del Grupo Pulluicana, este tipo de litología se encuentra asociada a procesos kársticos, término que hace mención del proceso de disolución que afectan rocas carbonatadas y formación de relieves característicos (figura18). El progreso de disoluciones en áreas subsuperficiales y profundas tiene lugar mediante percolación de aguas a través de discontinuidades (diaclasas, fracturas y planos de estratificación).

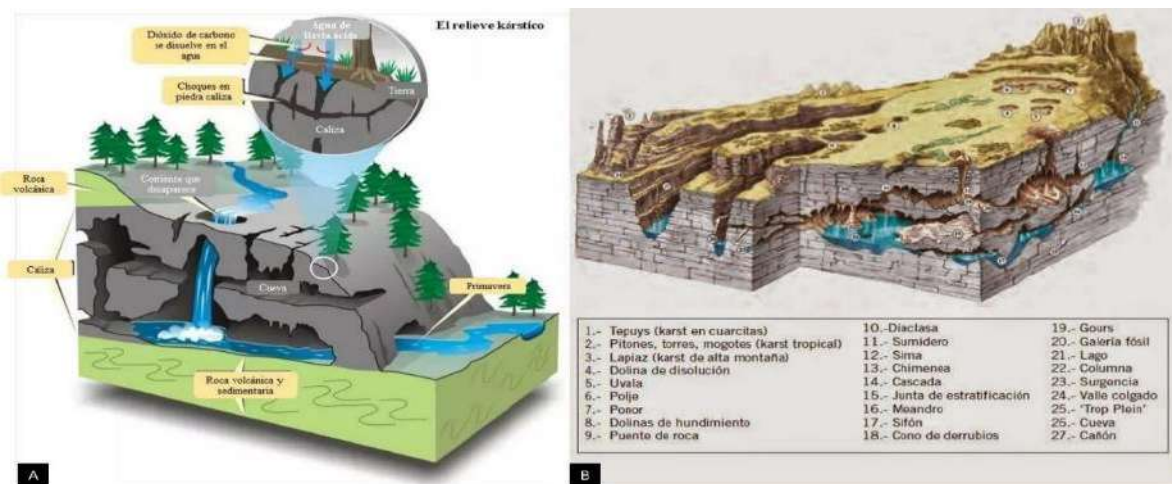


Figura 18. A. Esquema de la geoquímica e hidrogeología Kárstica B. Esquema de distintas geoformas en los procesos de Karstificación. Tomado de <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/>

De acuerdo con Waltham y Fookes (2003), los principales elementos de diagnóstico del relieve kárstico son las dolinas, simas y sumideros, unificados todos ellos como depresiones situadas en la superficie por erosión en torno a un punto de drenaje interno. Se pueden mencionar seis tipos de sumideros cada uno con su propio mecanismo de formación (figura 19). En Carbajales se han localizado cinco puntos de donde, según los pobladores emerge agua en gran cantidad; sin embargo, debido a las reparaciones de

viviendas y el suelo de las calles, actualmente no se logran distinguir la profundidad y longitudes particulares de estos puntos (figuras 20, 21 y 22).

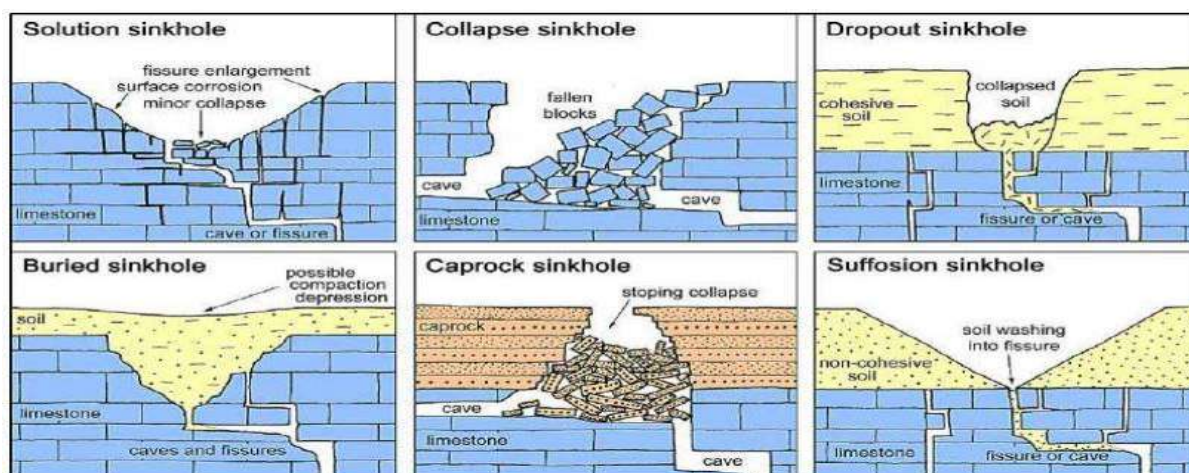


Figura 19. Diferentes tipologías de sumideros. Waltham y Fookes (2003).

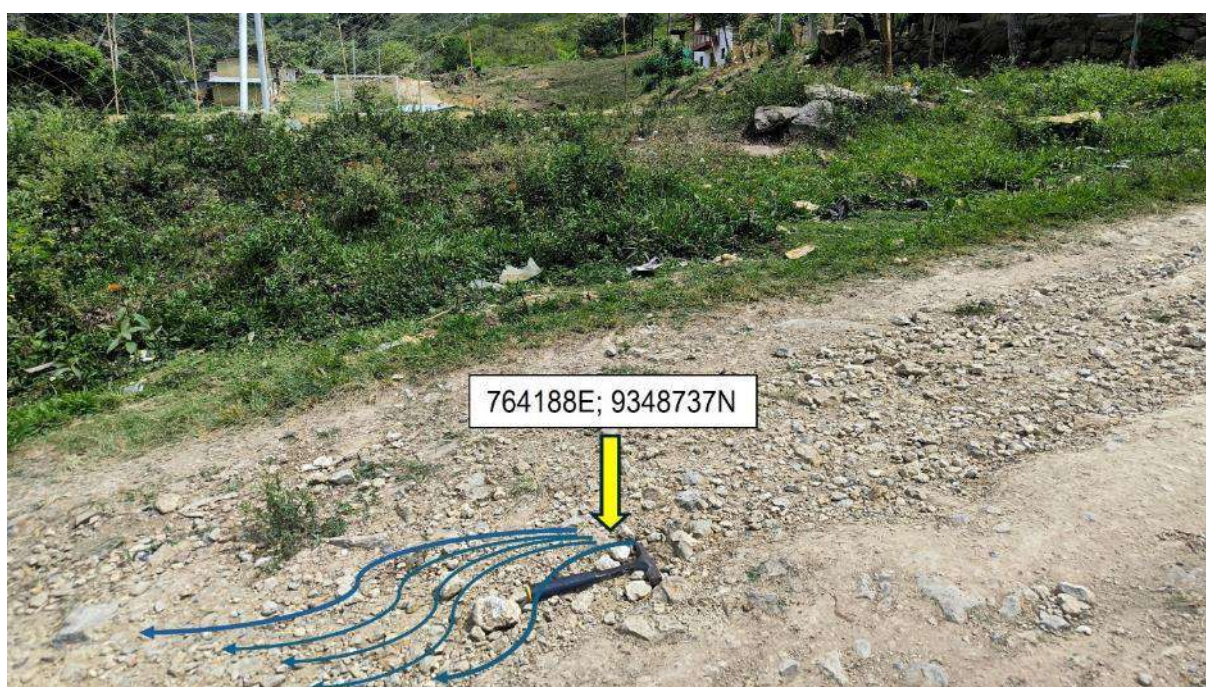


Figura 20. Punto de surgencia de agua. Coordenadas referenciales UTM E:764188; N:9348737

Los pobladores del centro poblado mencionan que la ocurrencia de estas surgencia de agua en puntos específicos de calles, viviendas y cuyo flujo sumado a la escorrentía superficial contribuye a la acumulación de agua en dichos sectores afectando las bases de sus estructuras por lo cual muchas de las familias han colocado tubos de PVC con la finalidad de facilitar el drenaje; además la mayoría de las viviendas presentan biogestores de 75 cm de radio y 2.5 m de profundidad, los cuales son afectados cuando ocurre aumento de las precipitaciones (figura 24).

Para estimar la distribución de la escorrentía sobre la superficie se usan los mapas de direcciones de flujo, el cual es una herramienta que calcula la dirección hacia donde fluirá el agua usando la pendiente del terreno, basado en un modelo digital de terreno (figura 25).



Figura 21. Punto de surgencia de agua. Coordenadas referenciales UTM E:764277; N: 9348770

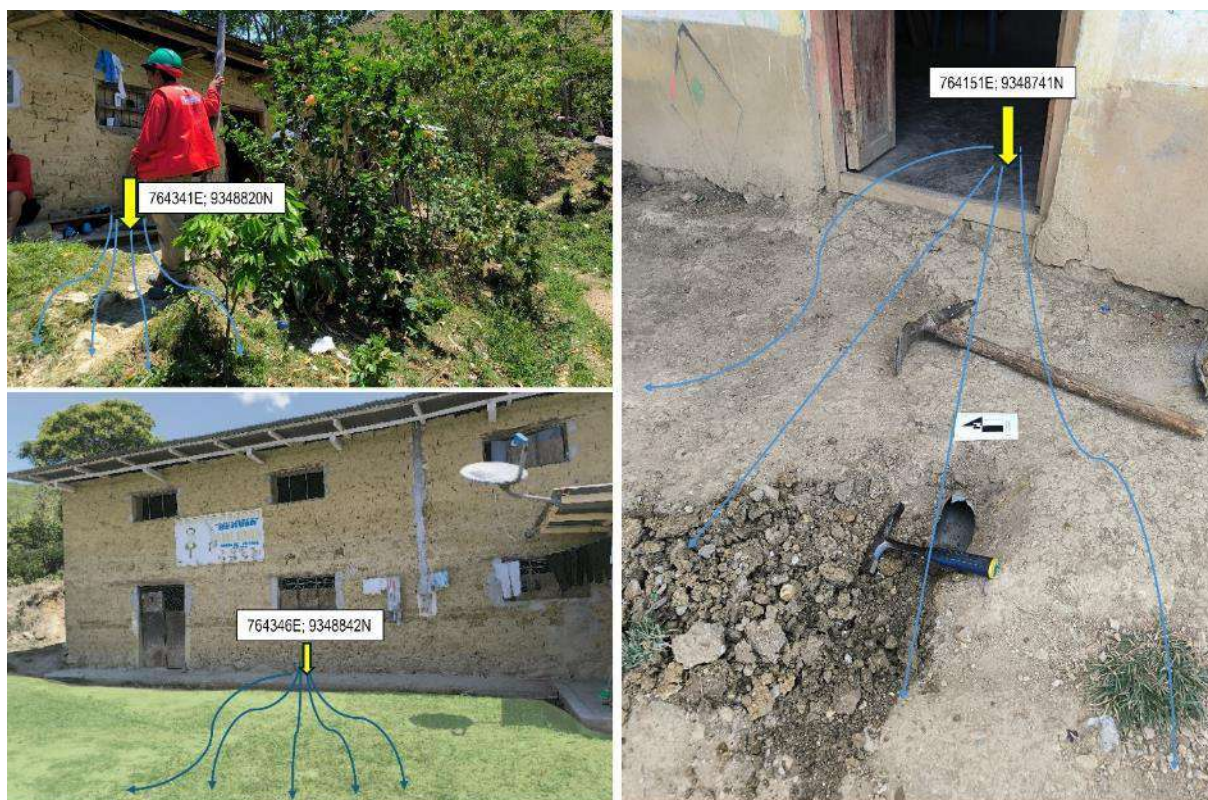


Figura 22. Puntos de surgencia de agua, estas llegan a superficie en el interior de las viviendas acumulándose y/o discurriendo ladera abajo.



Figura 23. Surgencia de agua, el suelo, según indican los pobladores, se observa húmedo durante todos los meses del año. Coordenadas UTM WGS-84, 18S: E: 764075; N: 9348678.



Figura 24. Biodigestor, existen alrededor de cuarenta distribuidos en las viviendas, estos se colapsan en temporada de lluvias. Coordenadas UTM WGS-84, 18S: E: 764244; N: 9348720.

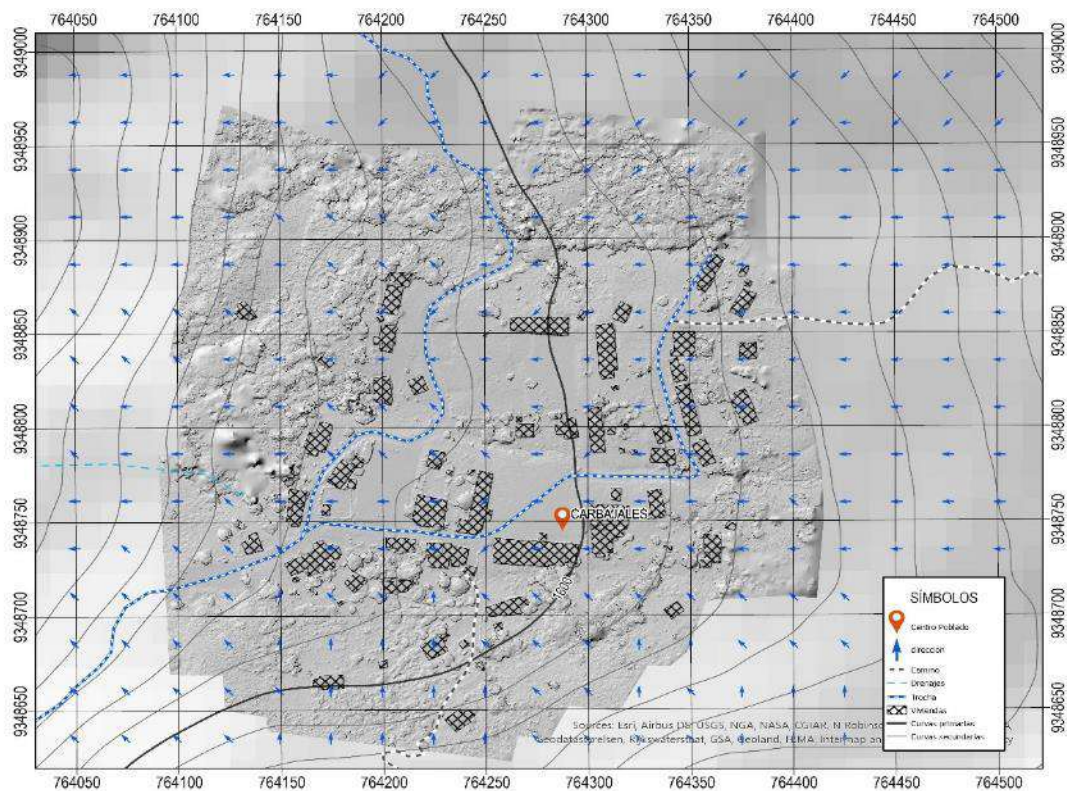


Figura 25. Dirección de flujo, en flechas azules la dirección del agua de las precipitaciones.

5.4 Afectaciones en el poblado de Carbajales

El centro poblado de Carbajales se ve afectado principalmente por el desarrollo de cárcavas, que durante las temporadas de lluvias intensas sirven como cauce para el desarrollo de flujos, también ocurren inundaciones, estas impactan en la infraestructura de las viviendas, especialmente aquellas ubicadas en zonas con surgencia de aguas. Aunque los pisos y paredes de las casas dañadas han sido reparados, se han registrado testimonios de los pobladores sobre la recurrencia de estos procesos (figuras 26, 27 y 28).



Figura 26. Vista del interior de vivienda se resalta el punto por donde ocurre la filtración de agua, esta pared es colindante con la ladera. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 764151; N: 9348741.



Figura 27. Vista de viviendas se resaltan (con flechas) los puntos por donde ocurre la filtración de agua y posterior inundación. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E:764133; N:9348747.



Figura 28. Viviendas expuestas a procesos de cárcava (verde) flujos (flechas moradas) e inundación en temporada de lluvias. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 764151; N: 9348741.

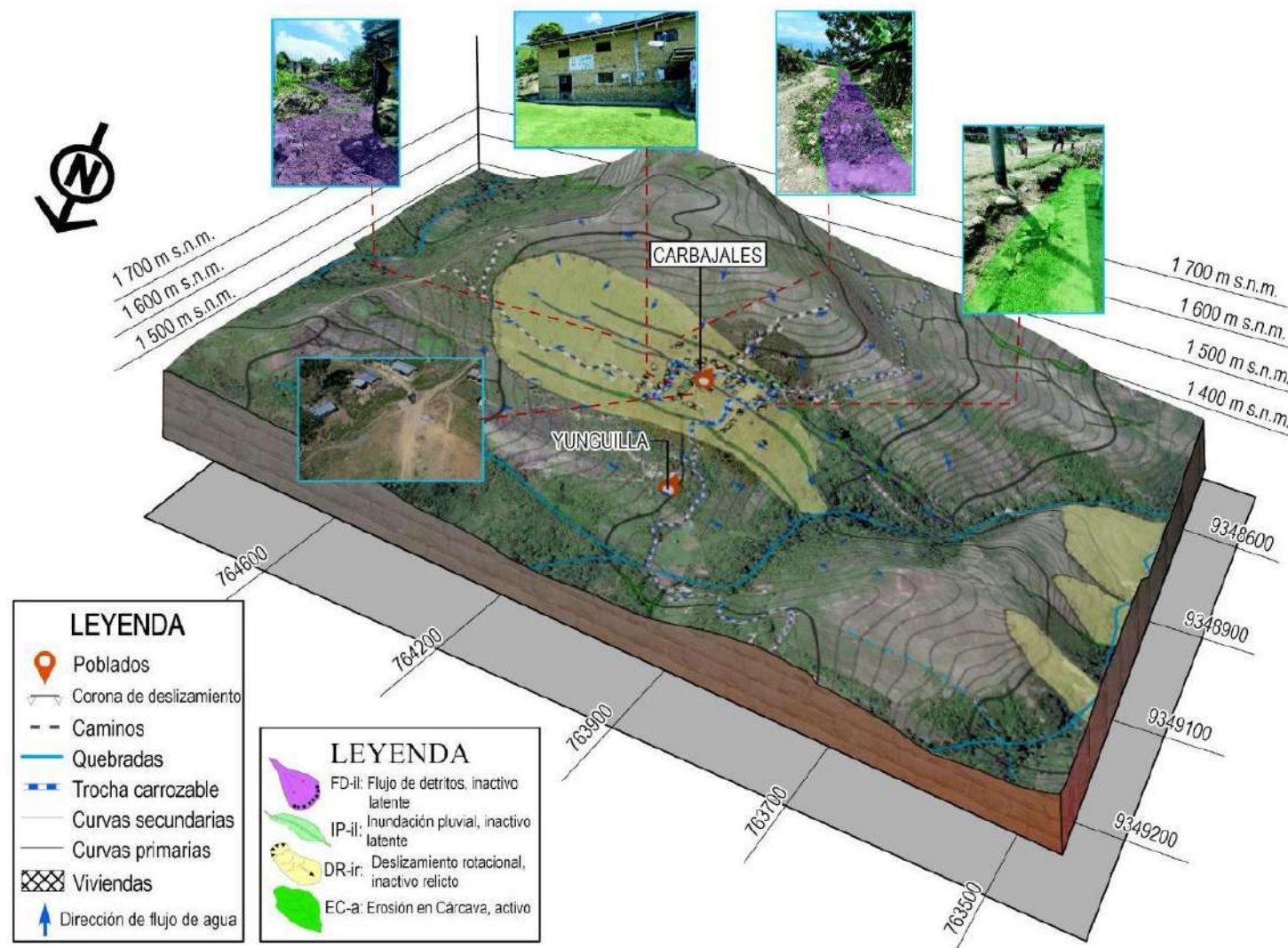


Figura 29. Vista 3D de los peligros geológicos que afectan al centro poblado Carbajales y alrededores; distrito Cumba, provincia Utcubamba y departamento Amazonas.

5.5 Factores condicionantes

Se describen los factores que condicionan la ocurrencia de peligros geológicos y geohidrológicos, así como las manifestaciones de filtraciones de agua a través de los pisos y paredes de viviendas del poblado

a) Factor litológico

- El substrato rocoso conformado por calizas que se encuentran medianamente a muy fracturadas y moderadamente meteorizadas permiten una mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, aumentando el nivel freático hasta llegar a superficie; además aporta material susceptible de ser transportado durante precipitaciones pluviales intensas generando flujos de detritos.

b) Factor geomorfológico

- La presencia de un deslizamiento antiguo, evidenciado por una vertiente con depósito de deslizamiento contribuyen a la inestabilidad de la ladera ya que estos depósitos antiguos, al estar parcialmente consolidados, pueden ser removidos fácilmente por acción de agua de lluvia y formar cárcavas.
- Además, las laderas de las montañas y colinas sedimentarias presentan pendientes fuertes a muy fuertes (15°-45°), lo cual facilita la remoción de material suelto que se encuentra en la superficie y la escorrentía del agua hacia el centro poblado.

c) Factor antrópico

- Para el asentamiento de viviendas se han disminuido las pendientes alterando su estructura natural y creando áreas llanas que facilitan la acumulación de agua provenientes de las precipitaciones pluviales y la escorrentía superficial

5.6 Factores desencadenantes

- Las precipitaciones intensas o prolongadas saturan los suelos y debilitan la cohesión del material en las laderas, lo que incrementa la probabilidad de formación de cárcavas, además el flujo de agua superficial a favor de la pendiente en temporada de lluvias arrastra sedimentos y materiales sueltos formando flujos.
- Las precipitaciones excepcionales como la ocurrida el 7 de mayo del 2024, ocasionó aumento de escorrentía superficial formando flujos, pero además hubo infiltración saturación de terreno y surgencia de aguas de pisos y paredes de viviendas.

6. CONCLUSIONES

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

- a) La unidad litoestratigráfica que aflora en el sector evaluado, centro poblado Carbajales, corresponde al Grupo Pulluicana, conformado por calizas de color gris con tonalidades oscuras y cremas se encuentran medianamente a muy fracturadas con un espaciamiento entre 2 a 4 cm y aberturas 0.2 a 4 cm sin relleno de persistencia baja (1m a 3m) y tres familias de discontinuidades, y moderadamente meteorizadas.
- b) Geomorfológicamente, se encuentra sobre montañas y colinas sedimentaria cuyas laderas tienen pendiente que van de fuertes a muy fuertes (15°-45°). Se presentan además las geoformas de vertiente coluviodeluvial y piedemonte aluviotorrencial.
- c) Los factores condicionantes para la ocurrencia de peligros geológicos por erosión de ladera en cárcavas son: la litología compuesta por calizas moderadamente meteorizadas y muy fracturadas que generan zonas susceptibles a estos procesos. El material acumulado, en temporadas de lluvias es arrastrado por el agua de escorrentía formado flujos de detritos; las pendientes de las laderas van de moderadas a fuertes (15°-45°), que facilitan la remoción de material y la escorrentía superficial.
- d) Los factores condicionantes para la ocurrencia de inundación pluvial es el relieve modificado (disminución de las pendientes) para el asentamiento de la población, formado áreas llanas; la litología conformada por calizas que facilitan la infiltración de las precipitaciones aumentando el nivel freático hasta llegar a superficie. Asimismo, podrían generar procesos de karstificación.
- e) Los factores desencadenantes para la ocurrencia de erosiones es cárcavas son: lluvias intensas y prolongadas que a su vez arrastran material suelto de las paredes de la cárcava, el exceso de material en el cauce va a generar flujos de detritos; los sismos también incrementan los derrumbes o deslizamientos que alimentan al cauce de la quebrada.
- f) Los factores desencadenantes para la ocurrencia de peligro por inundación son lluvias intensas, sumadas a las filtraciones ocasionan surgencias de agua de los pisos de las viviendas, junto a la escorrentía superficial, favorecen la acumulación de agua.
- g) Por las condiciones geológicas y geomorfológicas, el área evaluada del centro poblado Carbajales es considerado como zona de **peligro alto** ante la ocurrencia de peligros geológicos por erosión en cárcavas y por inundación pluvial cuyos desencadenantes son las lluvias intensas y prolongadas.

7. RECOMENDACIONES

En base a la evaluación de peligros geológicos realizada en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones:

- a) Reubicar a las familias cuyas viviendas se encuentran colindantes con la erosión en cárcava y por donde se han presentado flujos años anteriores siendo el último el 2024, y las viviendas de cuyo interior ocurren surgencias de agua ya que estas se encuentran pueden colapsar ante un nuevo evento.
- b) Implementar redes de drenaje superficial transversales y longitudinales revestidos o flexibles que permitan una evacuación controlada del agua de escorrentía, evitando la acumulación en áreas susceptibles. Estos trabajos deben ser realizados por especialistas.
- c) Realizar la limpieza, aumentar el ancho y profundizar los cauces de quebradas, para evitar acumulación de material que pueda ser arrastrado en un evento posterior.
- d) Realizar un estudio geofísico en el centro poblado, utilizando métodos de tomografía eléctrica y/o MASW, con el fin de determinar la presencia de nivel freático del agua y descartar procesos Kársticos (cavernas y galerías), determinando su extensión. Estos trabajos deben ser realizados por especialistas con experiencia en este tipo de estudios.
- e) Realizar un monitoreo constante para determinar nuevas surgencias de agua, grietas o cavidades en el terreno, humedad en los pisos y paredes de las viviendas.
- f) Construir zanjaz de captación, para drenar las aguas de escorrentía hacia quebradas cercanas, de esta manera evitar que el agua siga filtrando ladera abajo hacia viviendas y terrenos; trabajo que debe ser realizado por especialistas.
- g) Realizar la evaluación del riesgo de desastres (EVAR) por erosión de laderas, flujo de detritos e inundación pluvial según normatividad vigente, con apoyo de especialistas acreditados, para determinar las áreas de riesgo y ratificar las medidas estructurales propuestas.
- h) Realizar actividades de sensibilización y concientización dirigidas a la población, con el fin de informarles sobre los peligros geológicos que se encuentran expuestos y como pueden ser afectadas sus viviendas.


Segundo A. Núñez Juárez
ESPECIALISTA EN PELIGROS GEOLÓGICOS


Ing. BILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996). Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). “Evaluación de peligros geológicos en la localidad de Nuevo Aserradero”, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° A7300, 33p.
- 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: noviembre 2021). Disponible en: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- Medina, L; Vilchez, M.& Dueñas, S. (2009). “Riesgos geológicos en la región Amazonas”. Boletín Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica; n° 39. Ingemmet. 205 p., 9 mapas <https://hdl.handle.net/20.500.12544/244>
- Medina, L. & Dueñas, S (2007). “Informe de zonas críticas región Amazonas”. Informe Técnico N A6545, Ingemmet, 69p
- Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016) - Decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “diseño sismoresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con decreto supremo N° 002-2014-VIVIENDA. El peruano, Separata especial, 24 enero 2016, 32 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
- Senamhi. (2020). Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>.
- Sánchez, A.; Dávila, D. & De La Cruz, N. (1996) - Geología del Cuadrángulo de Jaén, hoja: 12-f. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 62, 110 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/18>
- Villota, H. (2005). Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ANEXOS

