

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7300

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE NUEVO ASERRADERO

Departamento Amazonas
Provincia Utcubamba
Distrito Jamalca



SETIEMBRE
2022

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD NUEVO
ASERRADERO**

(Distritos Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas)

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

Equipo de investigación:

Luis Miguel León Ordáz

Referencia bibliográfica

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.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Objetivos del estudio.....	6
1.2. Antecedentes.....	7
1.3. Aspectos generales.....	7
1.3.1. Ubicación.....	7
1.3.2. Población.....	9
1.3.3. Accesibilidad.....	9
1.3.4. Clima.....	9
2. DEFINICIONES.....	11
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	13
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	13
3.1.1. Depósitos cuaternarios.....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	16
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	16
4.2. Pendiente del terreno.....	17
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	18
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional.....	19
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	20
5.1. Erosión de laderas caserío Nuevo Aserradero.....	20
6. CONCLUSIONES.....	24
7. RECOMENDACIONES.....	25
8. BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXO 1. MAPAS.....	27
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....	31

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, en la localidad Nuevo Aserradero, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

Con este trabajo el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

Se identificaron depósitos proluviales, conformados por gravas y bloques sub angulosos a sub redondeados en matriz limo arcillosa, localizados al noreste del sector evaluado en la quebrada Honda; también se identificaron depósitos de tipo coluvio - deluviales, conformados por arenas, limos y arcillas, con gravas angulosas a sub redondeadas, cubiertos por material orgánico, este depósito se encuentra sobre sustrato de calizas de la Formación Celendín y Cajamarca.

Según su origen, las geoformas identificadas corresponden a la sub unidad de piedemonte de vertiente con depósito de deslizamiento, y pendiente entre 5° a $< 45^\circ$, ubicada al noroeste del sector evaluado; así mismo tenemos la sub unidad de vertiente o piedemonte coluvio – deluvial, con pendiente de moderada a escarpada entre los 15° y 45° . Sobre esta sub unidad se encuentra el sector urbano de la localidad de Nuevo Aserradero y finalmente tenemos la subunidad de piedemonte proluvial o aluvio torrencial, con pendientes escarpada entre 25° a 45° , ubicada en de la quebrada Honda.

Se identificaron procesos de erosión de laderas en cárcava y laminar, producto de la denudación de los terrenos para la implementación de prácticas agrícolas, los cuales ante la presencia de lluvias intensas son fácilmente erosionables, lo que podría afectar parte de la zona urbana de la localidad de Nuevo Aserradero.

Hacia el sur este, tienen terrenos de cultivos, donde se identificó grietas con longitudes entre 10 a 50 m y un desplazamiento vertical de 5 cm, lo cual podría originar un movimiento de masa de mayor magnitud en dirección al área urbana.

En dirección noroeste a una distancia de 350 m de la parte baja de la localidad de Nuevo Aserradero se encuentra el deslizamiento activado el 28 de noviembre del 2021.

Por las condiciones geológicas y geomorfológicas que presenta la zona de estudio, como erosión de laderas y ubicación de la localidad de Nuevo Aserradero muy cercana al deslizamiento activado el 28 de noviembre del 2021, se le considera como **Zona Crítica de Peligro Alto**.

Finalmente, se brindan las recomendaciones que se consideran importantes, sean tomadas en cuenta, principalmente implementar un sistema de monitoreo del deslizamiento activado el 28 de noviembre del 2021, si se evidencia el avance del mismo, realizar la reubicación de la población a un sector más seguro; así mismo es necesario no realizar prácticas agrícolas en las laderas e iniciar su reforestación con especies nativas de árboles y arbustos de mayor capacidad de cohesión de suelos.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla, a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, de esta manera contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud remitida por Municipalidad distrital de Jamalca, según Oficio N° 020-2022-MDJ/AL, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos los alrededores de la localidad Nuevo Aserradero.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó al Ingeniero Luis Miguel León Ordáz, para realizar la evaluación de peligros geológicos en el caserío Nuevo Aserradero; los trabajos de campo se realizaron el día 03 de febrero del 2022.

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

Este informe se pone en consideración del Gobierno Regional de Amazonas, municipalidad distrital de Jamalca; donde se proporcionan los resultados de la inspección y recomendaciones para la reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos en los alrededores de la localidad de Nuevo Aserradero, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento de 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 geológicos identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

Se han recopilado todos los informes y reportes que abarquen los aspectos geológicos y geodinámicos de la zona de estudio, los cuales se mencionan a continuación:

- En el Boletín N° 39, Serie C. “Riesgo Geológico en la región Amazonas” (Medina et al., 2009). Menciona que en sector La Caldera se encuentra afectado por flujos de detritos y según el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (escala 1/100,000), el área evaluada se sitúa sobre terrenos con susceptibilidad baja a media.
- Boletín N° 56, Serie A, Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13i, 14-h, 15-h (Sánchez, 1995) a escala 1:100 000. En el cuadrángulo de Bagua Grande (12-g) se encuentra el sector estudiado.
- Informe Técnico A7227, Efectos geológicos asociados al sismo 7.5 Mw del 28 de noviembre 2021 en el departamento de Amazonas, en este estudio se hace mención a los movimientos en masa y peligros geohidrológicos post sismo realizado en 73 sectores accesibles del departamento de Amazonas, entre los cuales se encuentra el deslizamiento que se ubica a 350 m de la zona urbana de la localidad de Nuevo Aserradero.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área de evaluación corresponde a la localidad de Nuevo Aserradero, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas (Figura), ubicada en las siguientes coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S:

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio, localidad Nuevo Aserradero.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	815119	9347628	-5.894730°	-78.154305°
2	815119	9346163	-5.907966°	-78.154238°
3	813585	9346163	-5.908037°	-78.168080°
4	813585	9347628	-5.894801°	-78.168147°
Coordenada central de la zona evaluada en el Centro Poblado Pampa Cuyoc				
C	814568	9346794	-5.902291°	-78.159239°

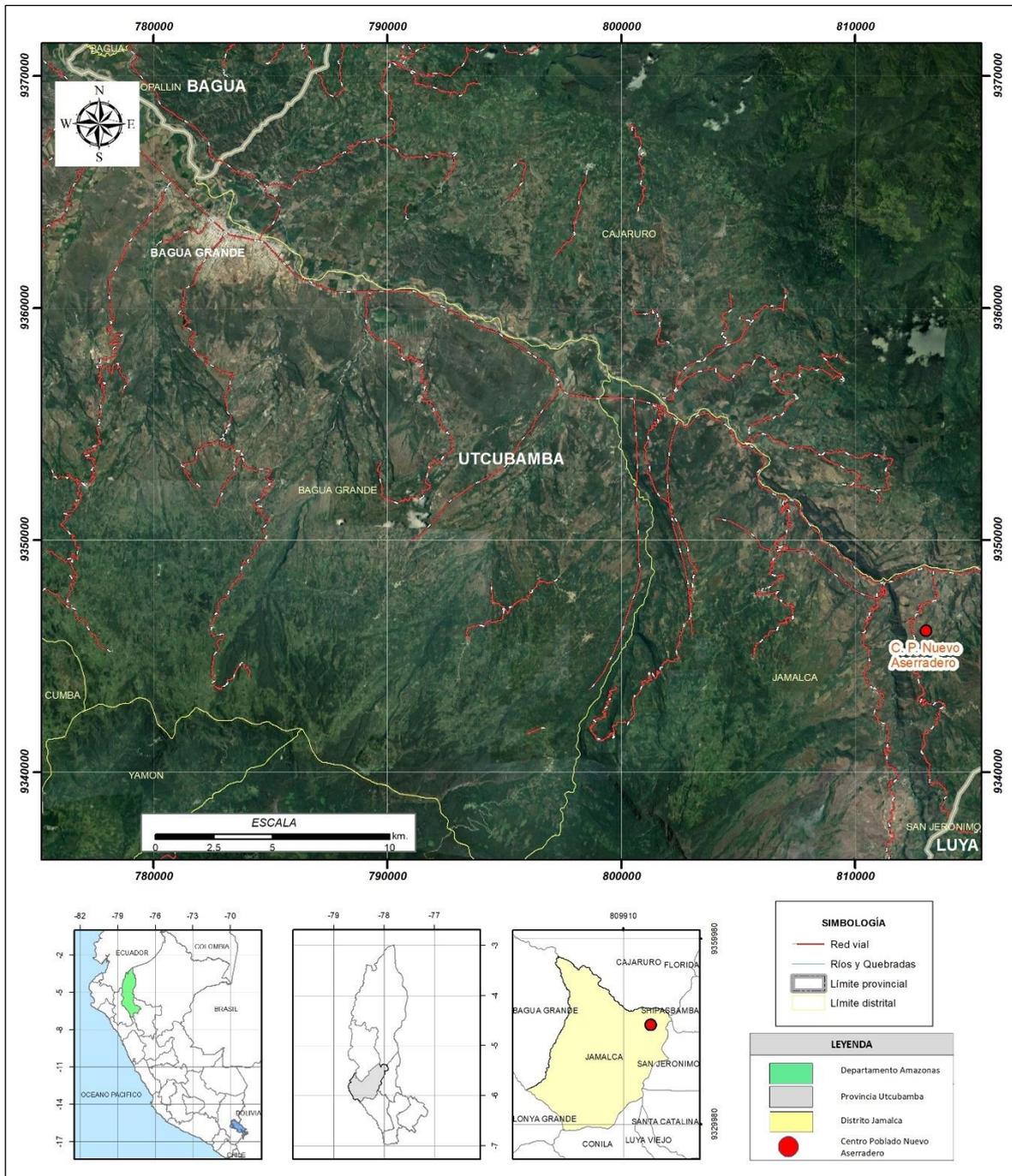


Figura 1. Ubicación de la localidad de Nuevo Aserradero, distrito Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento Amazonas.

1.3.2. Población

De acuerdo a la información censal más reciente (INEI, 2017), en la localidad de Nuevo Aserradero tiene una población de 380 habitantes, distribuidos en 84 viviendas, con red pública de agua, energía eléctrica y desagüe.

Cuadro 2. Características de la localidad de Nuevo Aserradero. **Fuente:** INEI - 2017.

Descripción	Nuevo Aserradero (Aserradero – INEI)
Código de Ubigeo y Centro Poblado	0107050056
Longitud	-78.160560
Latitud	-5.903061
Altitud	1025.7
Población	380
Hombre	120
Vivienda	84
Agua Por Red Publica	si
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red publica	si
Institución Educativa Inicial	no
Institución Educativa Primaria	no
Institución Educativa Secundaria	no
Establecimiento de salud	no
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realiza desde la ciudad de Cajamarca por vía terrestre, mediante la siguiente ruta (Tabla):

Tabla 1. Rutas y accesos a la zona evaluada

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Jaén	Asfaltada	324	7 h 50 min
Jaén – Bagua grande	Asfaltada	72.7	1 h 26 min
Bagua grande – Localidad Nuevo Aserradero	Asfaltada	45	1h 10min

1.3.4. Clima

El clima en el distrito de Jamalca de acuerdo a la clasificación climáticas de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado, C (r) B' y

En Jamalca, los veranos son cortos, cálidos, secos y parcialmente nublados y los inviernos son largos, calurosos y nublados. Durante el transcurso del año, la

temperatura generalmente varía de 18 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 16 °C o sube a más de 35 °C.

La temporada calurosa dura 1.8 meses, del 13 de agosto al 5 de octubre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. El mes más cálido del año en Jamalca es Setiembre, con una temperatura máxima promedio de 33 °C y mínima de 20 °C.

La temporada fresca dura 4.5 meses, del 14 de enero al 28 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 31 °C. El mes más frío del año en Jamalca es Junio, con una temperatura mínima promedio de 18 °C y máxima de 31 °C. (figura 2).

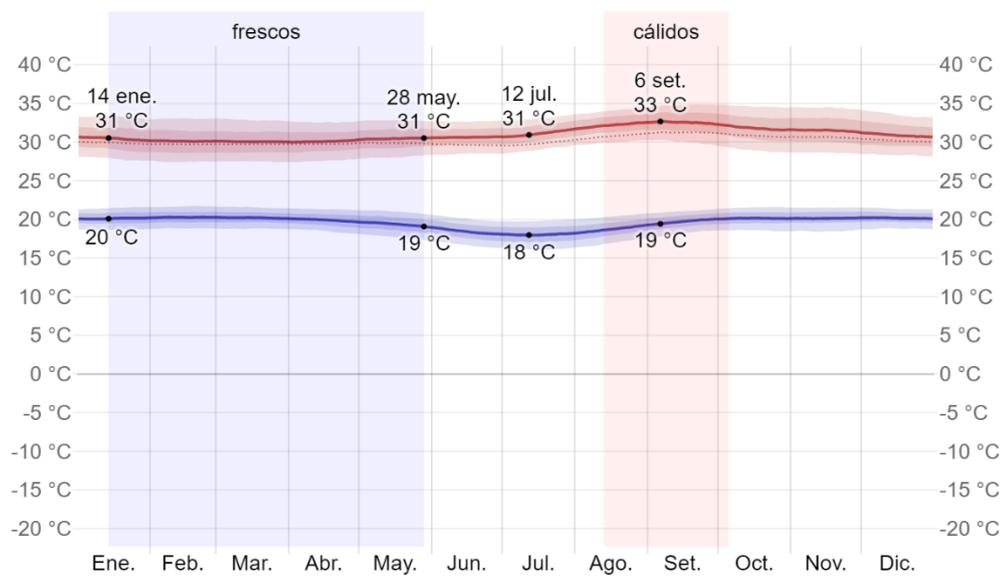


Figura 2. Temperaturas máximas (línea roja) y mínimas diarias (línea azul), promedio diario, para el distrito de Jamalca. Fuente: Weather Spark, 2021.

La precipitación pluvial es variable y está vinculada estrechamente a la altitud. La temporada de lluvia dura 7.8 meses, del 23 de setiembre al 17 de mayo, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia en Sócata es marzo, con un promedio de 47 milímetros de lluvia.

El periodo del año sin lluvia dura 4.2 meses, del 17 de mayo al 23 de setiembre. El mes con menos lluvia en Sócata es Julio, con un promedio de 1 milímetros de lluvia (figura 3).

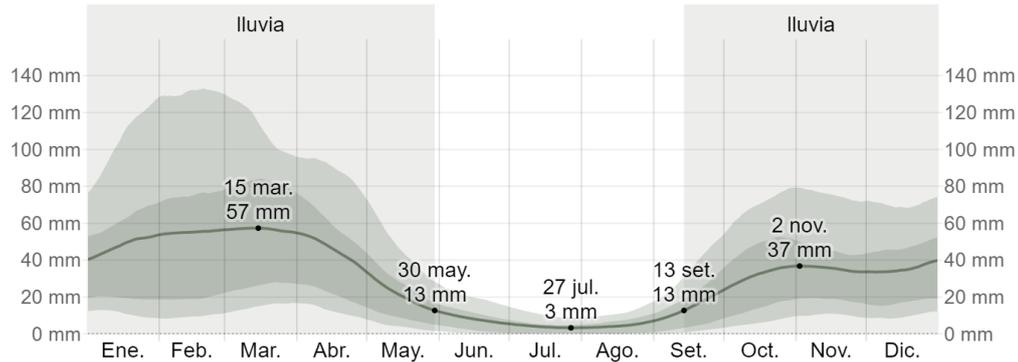


Figura 3. Precipitación promedio anual 2021. Fuente: Weather Spark, 2021.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a las entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, que no son necesariamente geólogos; por ello se desarrollan algunas definiciones relevantes, considerando como base el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA, 2007), los términos y definiciones se detallan a continuación:

Agrietamiento: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

Arcilla: Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad; muy influenciados por el agua en su comportamiento.

Coluvial: Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

Condicionante: Se refiere a todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento.

Corona: Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas de tensión o de tracción.

Deslizamiento: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden & Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

Deslizamiento rotacional: Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y 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.

Deslizamiento traslacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos

suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella.

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.

Erosión de laderas: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas 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.

Escarpe o escarpa: Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

Formación geológica: Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

Fractura: Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

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. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

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.

Saturación: El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

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

de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

Zonas críticas: Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Algunas pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

En el presente Glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA, 2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La descripción geológica se desarrolló en base al Boletín N° 56, Serie A, Geología del cuadrángulo de Bagua Grande 12-g, (Sánchez, 1995) a escala 1:100 000. En el reciente cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, versión 2021 (INGEMMET, 2021), cuadrángulo de Bagua Grande 12-gII, se observa que el caserío Nuevo Aserradero, se encuentra sobre calizas de las Formaciones Celendín (Ks-Ce), Cajamarca (Ki-C) y el Grupo Pucará (TrJi-pu), complementados y validados con trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, y fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de remoción en masa (Mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Los afloramientos identificados en la zona evaluada corresponden a unidades de origen sedimentario, compuestas principalmente, de depósitos cuaternarios de origen coluvio-deluvial y proluvial, que se encuentran sobre un basamento de calizas nodulares intercaladas con lutitas, a continuación, se detallan las características de estas unidades:

3.1.1. Depósitos cuaternarios

Depósito proluvial (Q-pl)

Son el resultado de la acumulación del material transportado por corrientes torrenciales (flujos) muy esporádicas, generando depósitos heterogéneos de estructura caótica, con fragmentos de gravas, bloques de formas sub angulosos a redondeados englobados en matriz de limos y arcillas; estos se encuentran sueltos (cuadro 3). En la zona estudiada, se ubican al noreste del caserío Nuevo Aserradero en la quebrada Honda (

Figura 1).



Figura 1. Vista de depósito proluvial producto del material transportado por la quebrada Honda. Coordenadas UTM WS-84 -17S, Norte: 9346987 – Este: 814583.

Cuadro 3. Descripción de formaciones superficiales – Deslizamiento principal del cerro Chicche.

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL		GRANULOMETRÍA (%)		FORMA	REDONDES		
<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	<input type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado
<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	<input checked="" type="checkbox"/>	Discoidal	<input type="checkbox"/>	Sub redondeado
<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input checked="" type="checkbox"/>	Anguloso
<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Sub anguloso
<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial				
<input checked="" type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral				
<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar				
		5	Bolos				
			Cantos				
		5	Gravas				
		5	Gránulos				
		10	Arenas				
		50	Limos				
		25	Arcillas				
PLASTICIDAD		ESTRUCTURA	TEXTURA	CONTENIDO DE	% LITOLÓGIA		
<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Materia orgánica	<input type="checkbox"/>	Intrusivos
<input checked="" type="checkbox"/>	Med. plasticidad	<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	Volcánicos
<input type="checkbox"/>	Baja plasticidad	<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	Metamórficos
<input type="checkbox"/>	No plástico					<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentarios
COMPACIDAD		SUELOS GRUESOS		CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.			
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS	
<input type="checkbox"/>	Limos y Arcillas	<input type="checkbox"/>	Arena	<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	ML
<input type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	CL
				<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	MH
				<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	CH



Figura 6. Vista de calizas nodulares basamento de los depósitos coluvio – deluviales
Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9346624 – **Este:** 804656.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Se tomó como referencia el mapa geomorfológico, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Amazonas, como también los modelos digitales de elevación detallados obtenidos de dos levantamientos fotogramétricos con dron lo cual permitirá estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de tener una visión de la zona, a mayor detalle (escala 1/8,000).

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

En la zona de estudio se presentan elevaciones desde los 816 a 1305 m s.n.m., en los cuales se distinguen nueve niveles altitudinales, con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas (figura 7). De todas ellas; el área con mayor pendiente está comprendida entre los 1010 y 840 m s.n.m., la cual comprende de 25° a mayor a 45°, correspondiendo a un depósito coluvio – deluvial (área deslizada, detonada por el sismo del 28 de noviembre del 2021 que tuvo como epicentro Datem del Marañon), ubicado a 350 m al noroeste de la zona urbana del caserío Nuevo Aserradero.

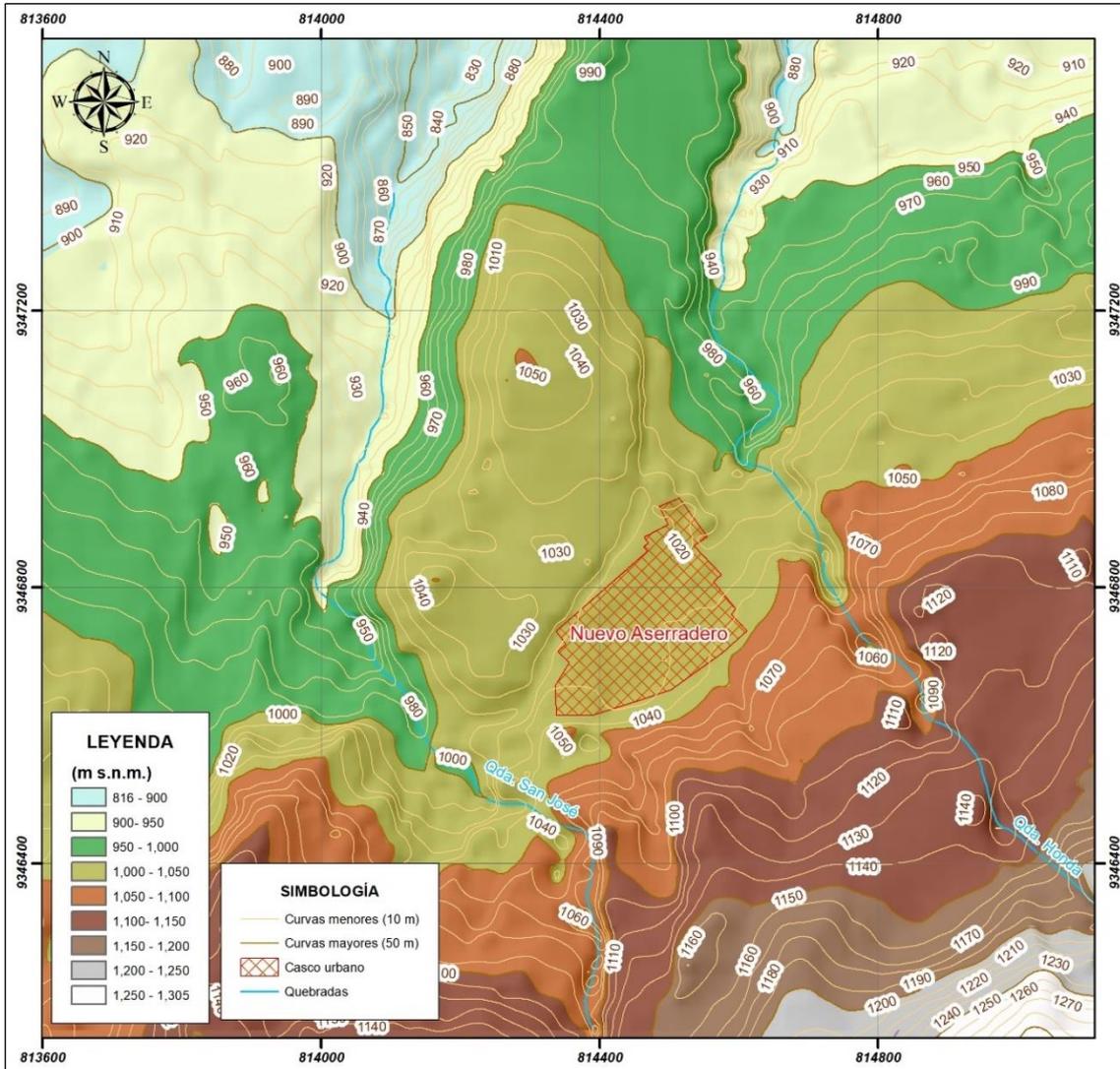


Figura 7. Modelo digital de elevaciones en el sector evaluado.

4.2. Pendiente del terreno

La pendiente es uno de los factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable, es un parámetro importante en la evaluación de peligros por movimientos en masa como factor condicionante.

Los movimientos en masa cartografiados, se ubican en terrenos con pendientes (mapa 2), escarpada a muy escarpada (25° a $> 45^\circ$). Sin embargo, también se tienen terrenos con pendiente fuerte (de 15° a 25°) y moderada (de 5° a 15°), que se encuentran formando el cuerpo o depósitos gravitacionales (deslizamientos). Finalmente, los terrenos con pendiente suave (de 1° a 5°) y llana (menor a 1°) son espacios donde los movimientos en masa acumulan su material transportado (Figura 3 y 9).



Figura 8. Vista de pendientes del terreno en dirección sureste del sector evaluado

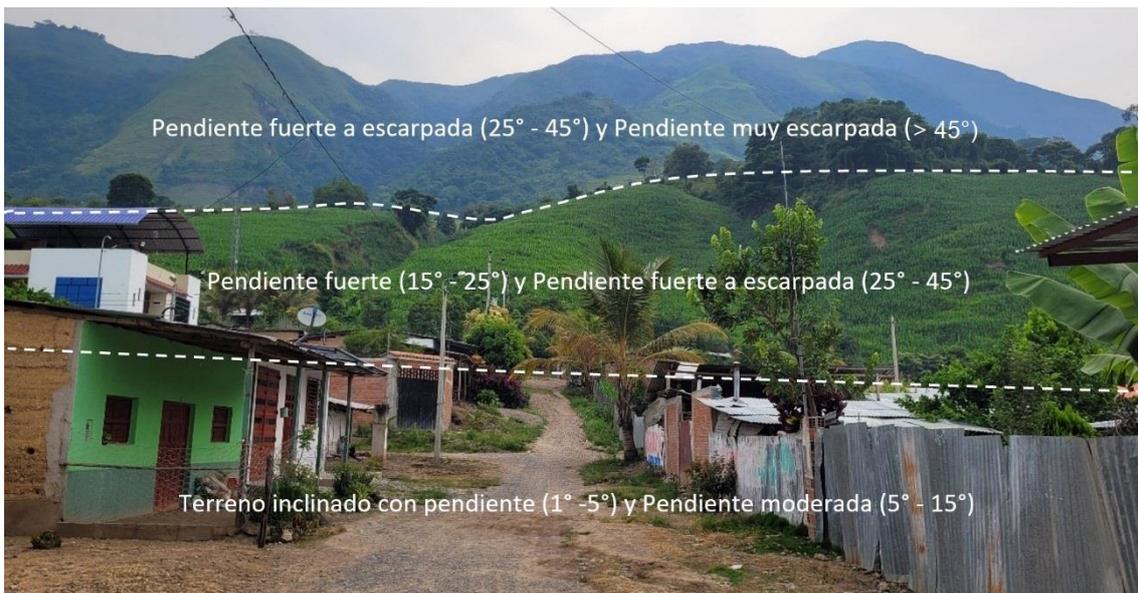


Figura 3. Vista de pendientes del terreno en la localidad de Nuevo Aserradero, en dirección noreste a sureste podemos apreciar pendiente escarpada a muy escarpado, su descenso por pendiente escarpada y Pendiente fuerte, finalizando en pendiente moderada.

4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen geformas de carácter deposicional y agradacional (Vertiente con depósito de deslizamiento, vertiente coluvio-deluvial y piedemonte proluvial o aluvio-torrencial; las geformas de la localidad de Nuevo Aserradero se presentan en la figura 10, además están representadas en el Mapa 03 y se describen a continuación.

4.3.2. Geformas de carácter depositacional y agradacional

Unidad de Piedemonte

- **Subunidad de vertiente o piedemonte con depósito de deslizamiento (V-dd)**
Corresponde a las zonas de acumulaciones en ladera originadas por procesos de movimientos en masa de limitada distancia de transporte. Su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, de corto a mediano recorrido. Su morfología es usualmente convexa y su composición es semicircular a elongada en relación la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

En el sector evaluado, podemos encontrar esta unidad en dirección oeste y noroeste de la localidad de Nuevo Aserradero, en el cuerpo de deslizamiento activado 28 de noviembre del 2021.

- **Subunidad de vertiente o piedemonte coluvial (V-cd)**
Esta geoforma se ubica en laderas alrededor de la localidad de Nuevo Aserradero compuesta por arenas y limos, con bloques y gravas sub angulosas a sub redondeadas, que se han desprendido fácilmente y desplazaron ladera abajo.
- **Subunidad de piedemonte proluvial o aluvio-torrencial (P-pral)**
Esta geoforma se ubica en los terrenos donde los flujos de detritos han acumulado material muy heterogéneo y con estructura caótica, debido a la alta energía durante su recorrido ladera abajo, depositan materiales en su trayecto, sub unidad identificada a lo largo de la quebrada San José y Quebrada Honda.



Figura 10. Vista aérea desde dron, caserío Nuevo Aserradero: Vertiente coluvio – deluvial (V-cd), Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) y piedemonte proluvial o aluvio-torrencial (P-pral).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

5.1. Erosión de laderas caserío Nuevo Aserradero

En la localidad Nuevo Aserradero (territorio en donde se desarrollan actividades agrícolas), se observa procesos de erosión de laderas sobre depósitos coluvio deluviales que provienen de la descomposición de rocas calcáreas, de mediana a baja resistencia, terrenos que quedan denudados por periodos prolongados de cosecha.

Con la presencia de precipitaciones pluviales se provoca el desprendimiento del material inestable y el arrastre de estas, aguas abajo, dando paso a la formación de cárcavas y erosión laminar.

En dirección sur este, se identificó agrietamientos de terrenos ocupados por cultivos agrícolas (figuras del 11 al 15), los cuales tiene longitudes de hasta 15 m, con aperturas de 15 cm, con desplazamiento hasta de 15 cm, (Mapa 4).

El proceso de erosión de laderas (cárcava), podría afectar el área urbana de la de Nuevo Aserradero. El evento tiene una profundidad de 4 m aproximadamente, un ancho de 45 m (zona más amplia) y una longitud desde la cabecera de la cárcava hasta el pie de 230 m, presenta un perfil tipo "V".

Así mismo es necesario mencionar que la localidad de Nuevo Aserradero se encuentra a 350 m de distancia (figura 14), del deslizamiento activo destruyó todas las viviendas de la localidad de Pueblo Nuevo y embalso el río Utcubamba.



Figura 11. Vista aérea desde dron, localidad Nuevo Aserradero, se puede ver los terrenos denudados de fácil erosión ante la presencia de lluvias intensas, ubicados sobre el área urbana.

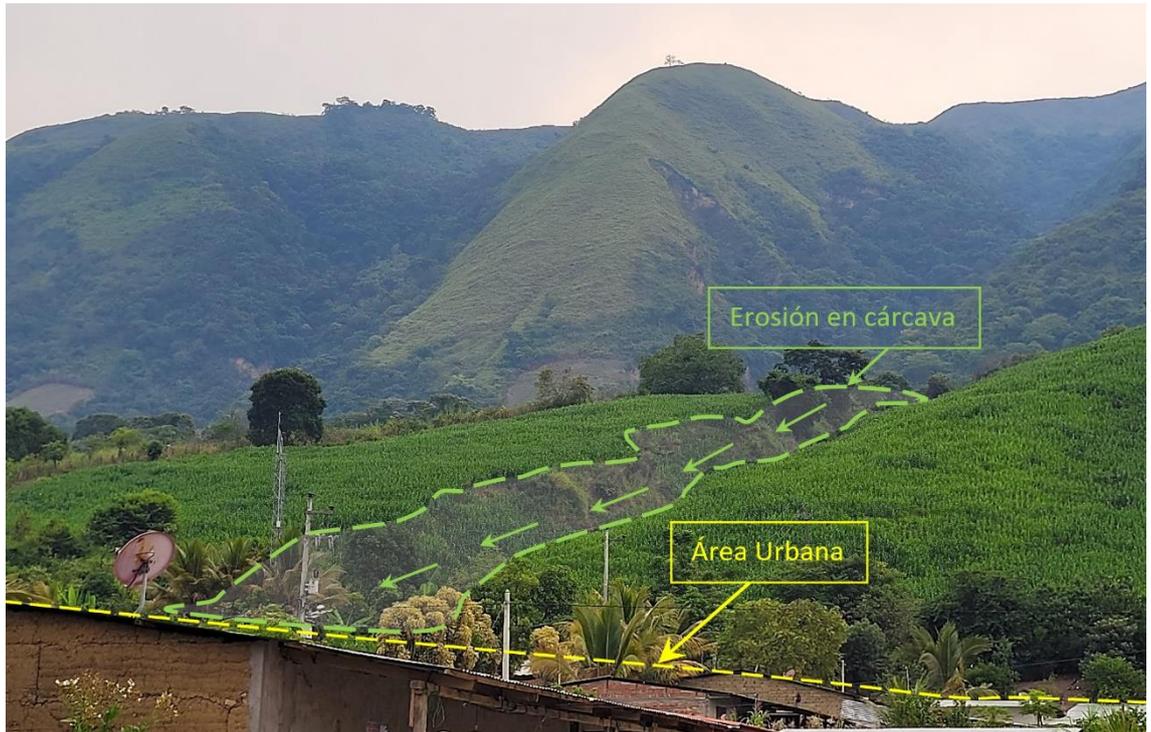


Figura 12. Vista aérea desde dron, localidad Nuevo Aserradero, se puede ver los terrenos denudados de fácil erosión ante la presencia de lluvias intensas ocupados por cultivos de maíz, ubicados sobre el área urbana.



Figura 13. La cárcava con dirección al área urbana tiene un largo de 230m y un ancho de 45m.

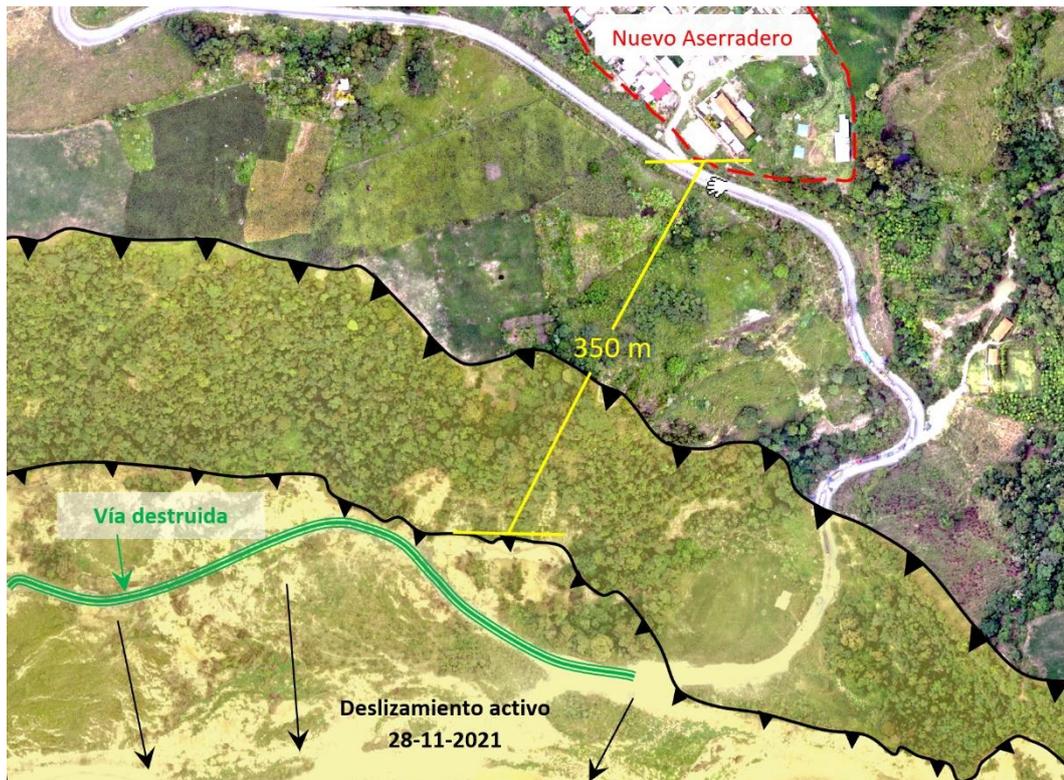


Figura 4. Se puede apreciar que el área urbana de la localidad de Nuevo Aserradero está ubicada a 350 m del deslizamiento activado el 28 de noviembre del 2022.



Figura 15. Grieta ubicada hacia el sur este, en terrenos de pastoreo de ganado.
Coordenadas, Este: 9346121 y Norte: 814634.

En el perfil A-A' (figura 16 – Mapa 4), se observa la disposición de las unidades geológicas en el sector evaluado, en el corte no se observa afloramientos rocosos solo depósitos cuaternarios, la pendiente donde se ubica la zona urbana de nuevo aserradero es de baja a moderada (1° a 15°), sin embargo a una distancia de 350 m, donde se ubica el deslizamiento activo la pendiente es muy escarpada ($>45^\circ$).

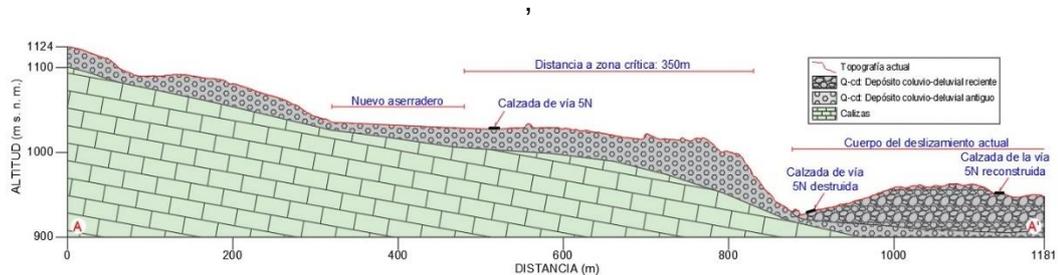


Figura 16. Perfil A – A', Mapa 4.

Factores condicionantes

- Depósitos coluvio-deluviales, de gravas y bloques sub angulosos a sub redondeados, en una matriz de limo arcillas; de fácil remoción.
- Ladera con pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°).
- El material que conforma el depósito, permite la filtración y retención del agua proveniente de la lluvia, lo que permite el aumento del peso del depósito.
- Factor antrópico, los terrenos son denudados de manera constante por actividades agrícolas, que permite una infiltración del agua del terreno en forma rápida.

Factore detonante

- Precipitaciones pluviales intensas.
- Sismos.

6. CONCLUSIONES

- a. En dirección sur este de la localidad de Nuevo Aserradero se identificó procesos de erosión de laderas en cárcava y laminares, de seguir su avance afectaría el sector urbano, medios de vida e infraestructura pública. En los terrenos se identificaron grietas con longitudes de 10 a 50 m, con un desplazamiento vertical de 5 cm; así mismo es de mencionar que al noroeste, a una distancia de 350 m de la localidad de Nuevo Aserradero, se encuentra el deslizamiento activado el 28 de noviembre del 2021, el cual destruyó la localidad de Pueblo Nuevo.
- b. En la localidad de Nuevo Aserradero se identificaron depósitos proluvialles, conformado por gravas y bloques sub angulosos a subredondeados en una matriz limo arcillosa, que se encuentra en el cauce de la quebrada Honda; así mismo en toda el área evaluada encontramos depósitos coluvio-deluviales, conformados por arenas, limos y arcillas, gravas angulosas a sub redondeadas.
- c. Las geoformas identificadas son: sub unidad de vertiente o piedemonte con depósito de deslizamiento (V-dd), con pendiente de 5° a < 45°, al nor oeste del sector evaluado; así mismo la sub unidad de vertiente o piedemonte coluvio – deluvial, con pendiente de moderada a escarpada (15° a 45°), donde están asentadas las viviendas de la localidad de Nuevo Aserradero y la subunidad de piedemonte proluvial o aluvio torrencial, con pendiente escarpada (25° a 45°) ubicada en trayecto a la quebrada Honda.
- d. En dirección sur este, se identificó grietas de 10 a 50 m de longitud y un desplazamiento vertical de 5 a 10 cm; así mismo, hacia el noroeste de la localidad de Nuevo Aserradero, a una distancia de 350 m, se encuentra el deslizamiento activado el 28 de noviembre del 2021.
- e. Por las condiciones geológicas y geomorfológicas en la localidad de Nuevo Aserradero, como erosión de laderas y la proximidad al deslizamiento de activado el 28 de noviembre del 2021, se le considera como **Zona Crítica de Peligro Alto**.

7. RECOMENDACIONES

- a. Establecer un sistema de alerta temprana que contemple el monitoreo continuo del movimiento del deslizamiento ubicado a 350 m, si se aprecia el avance del movimiento, será necesario reubicación de la población a un lugar más seguro.
- b. Cambiar, progresivamente los cultivos agrícolas por plantaciones forestales nativas, a fin de controlar la erosión.
- c. Realizar la evaluación del riesgo a escala local (EVAR) para establecer los niveles de riesgo y medidas de control.
- d. Drenar los afloramientos de agua que se encuentran en el cuerpo del deslizamiento de Aserradero, mediante un sistema de espina de pescado.
- e. Para los procesos de erosión en cárcavas y evitar el avance retrogresivo o lateral, realizar un sistema de reforestación con plantas nativas e implementar un sistema de control de avance, mediante uso de trinchos.

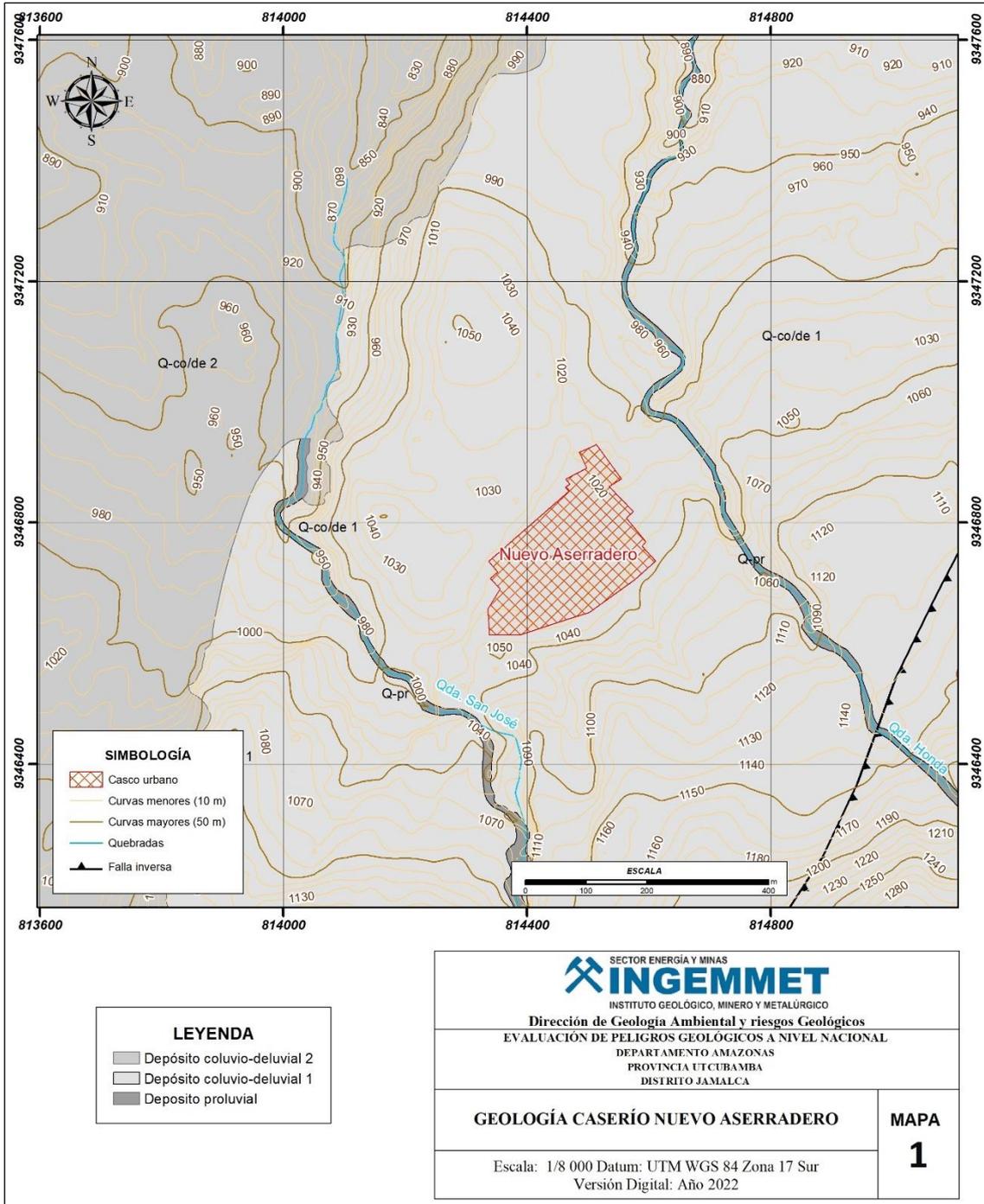

LUIS MIGUEL LEON ORDAZ
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP. N° 215610

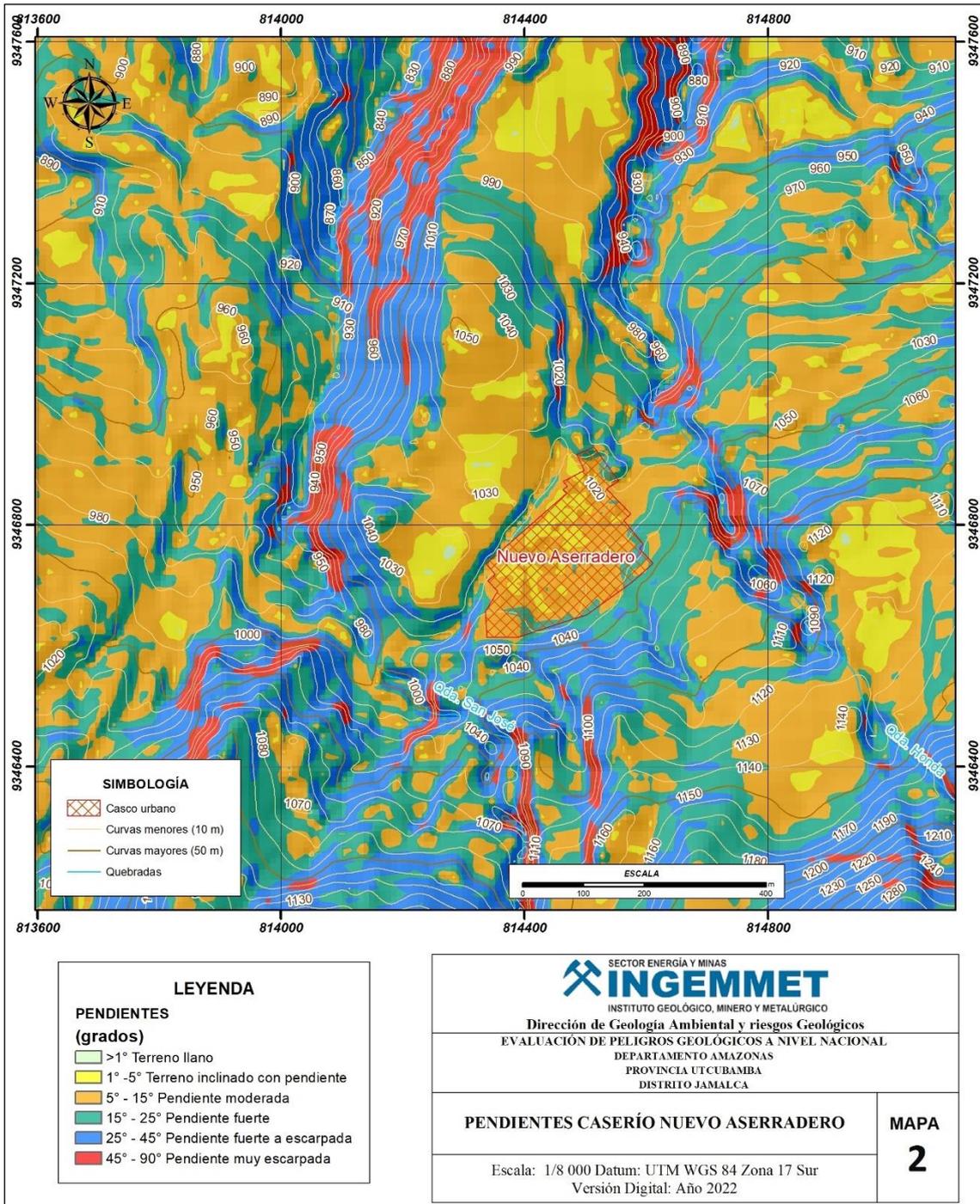

Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

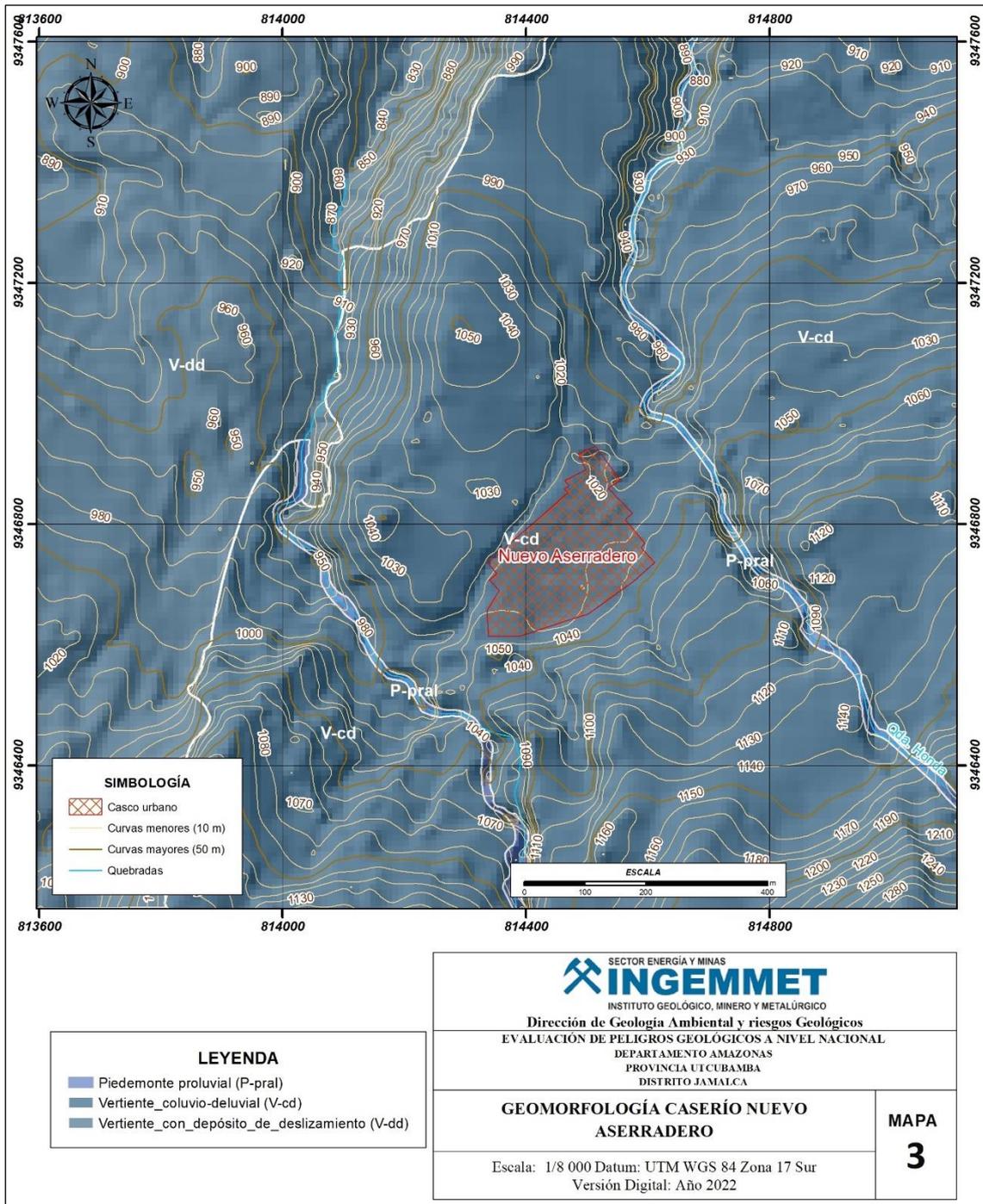
8. BIBLIOGRAFÍA

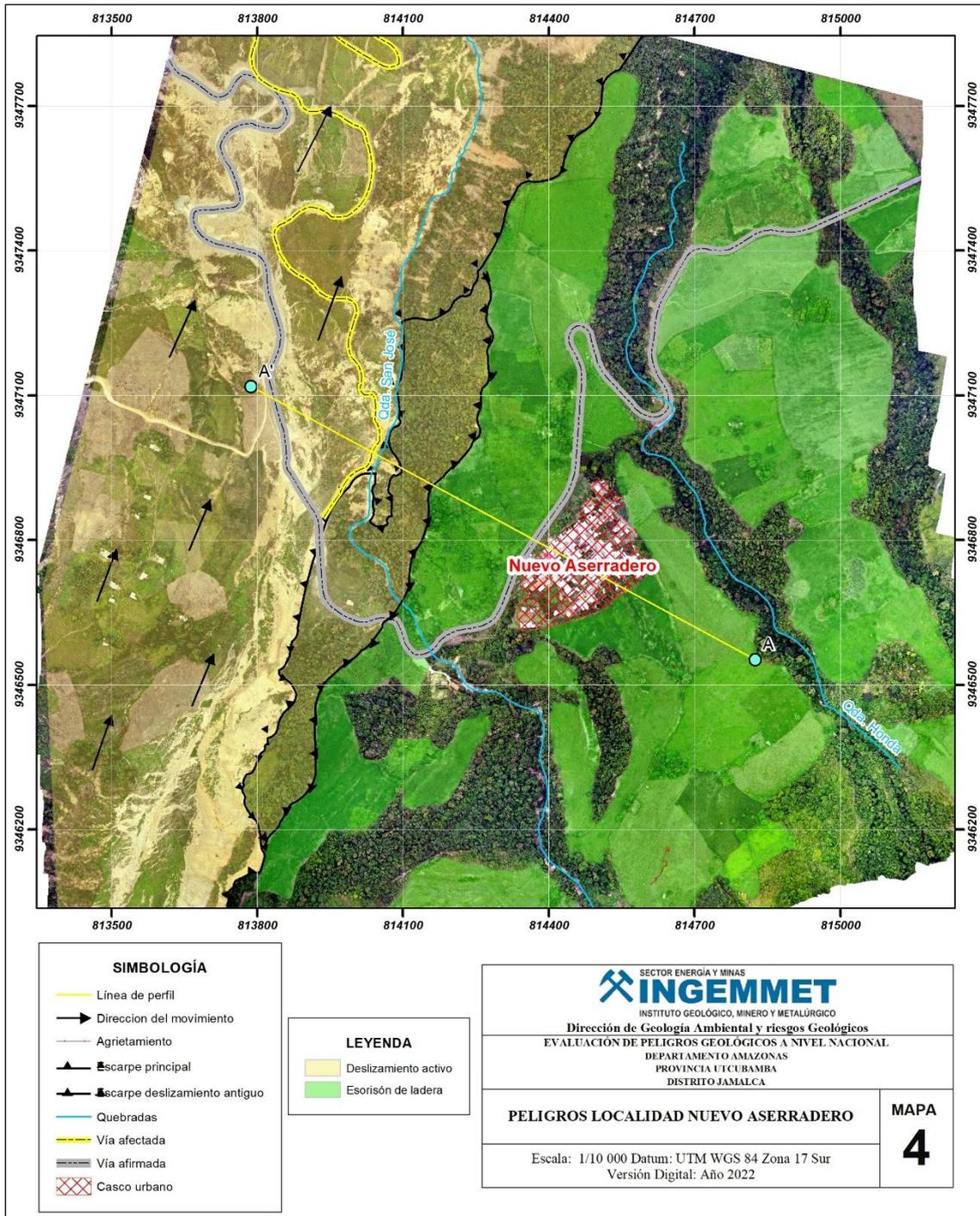
- Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslides types and processes. *Landslides Investigation and Mitigation: Washington D.C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report, 247*, 36–75.
- Fournier, F. 1975. Conservación de Suelos. Madrid: Mundi-Prensa
- INEI. (2018). *Centros Poblados*. Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- INEI. (2019). *Censos Nacionales 2017*. Sistema de Consulta de Base de Datos REDATAM.
- Senamhi. (2020). *Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional*.
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (Ltda (ed.); 1st ed.). Publicaciones UIS.
- Suárez Díaz, J. (2007). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación* (1st ed.). Erosion.com.
- Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes. *In Special Report 176: Landslides: Analysis and Control* (Eds: Schuster, R.L and Krizek, R.J), *Transportation and Road Research Board*, 9–33.

ANEXO 1. MAPAS









ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para la erosión de laderas

Las cárcavas se generan por la velocidad excesiva de corrientes concentradas. El control de la erosión en cárcavas incluye obras para el control de escorrentía, control del fondo de la cárcava y protección de la superficie del talud.

a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de deslizamiento, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del deslizamiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento (Figura 5). En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.

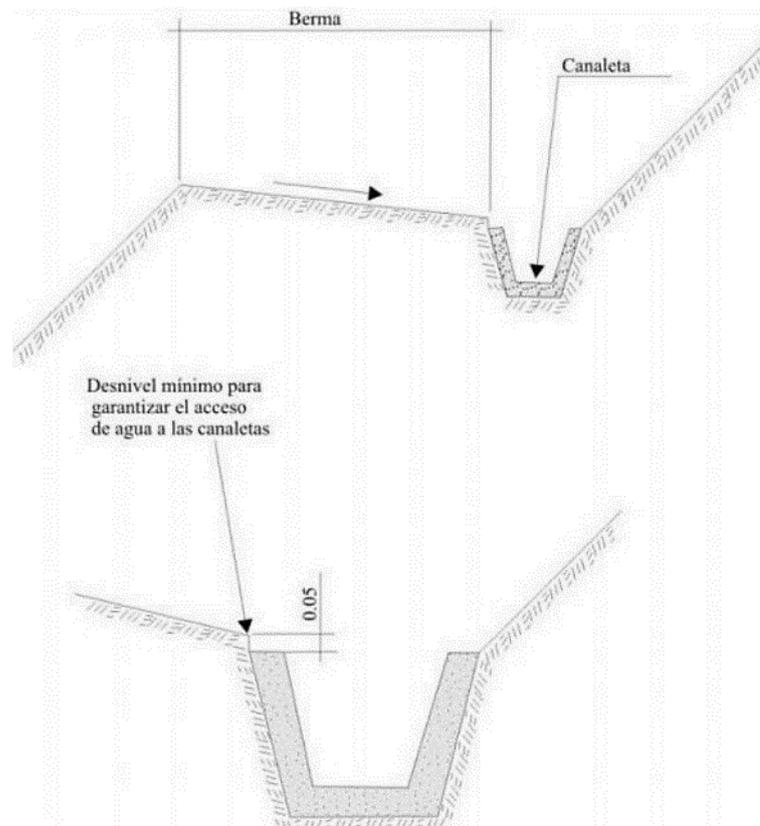


Figura 5. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

b. Revegetación y bioingeniería

Los árboles y arbustos de raíz profunda le aportan una resistencia cohesiva significativa a los mantos de suelo más superficiales y al mismo tiempo, facilitan el drenaje subterráneo (figura 18 y 19), reduciendo en esta forma la probabilidad de deslizamientos poco profundos (Suárez Díaz, 2007).

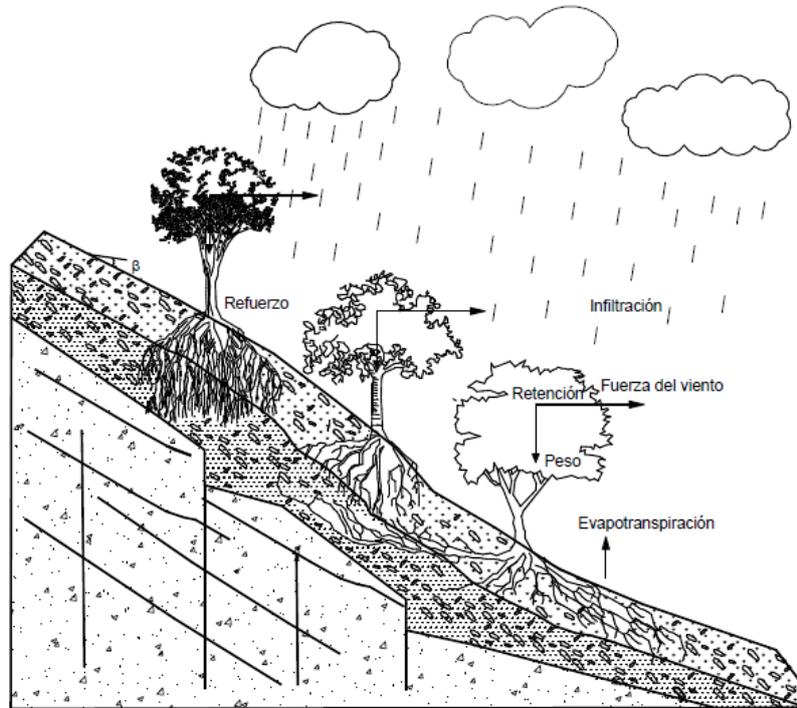


Figura 18. Estabilización de taludes utilizando vegetación. **Fuente:** Suarez, Díaz 2007.



Figura 19. Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.

c. Construcción de Obras Transversales

Si bien se han descrito algunos trabajos correctivos de carácter transversal en su disposición sobre el terreno en sentido perpendicular al eje principal de la cárcava o línea de flujo se ha querido agrupar bajo esta denominación, aquellas técnicas que además de controlar el movimiento del agua en superficie, buscan, de forma clara, la generación de un proceso de sedimentación. De acuerdo con esto, su finalidad principal

es retener los sedimentos producto del desgaste del suelo, que provienen de la parte superior o ladera arriba, y suavizar la pendiente en el fondo de la cárcava; gracias a esto se produce una colmatación que, o bien es aprovechada por la vegetación para la colonización, o es ésta inducida mediante diferentes técnicas de repoblamiento vegetal. Algunos autores (Fournier, 1975; SCS, 1973) las consideran obras complementarias en el sentido de que apoyan las actividades de remodelado de la pendiente y de establecimiento de coberturas vegetales, contribuyendo en la disipación de la energía hídrica.

Por otra parte, las estructuras de tipo permanente tienen una duración mucho mayor; son construidas en concreto, cemento y otros tipos de materiales, y por contrapartida, son más costosas. Como ejemplo se tienen los diques de suelo cemento (figura 20).

Diques en suelo cemento. En lugar de ser rellenos los sacos con material de la cárcava, se hace con cemento y limo proveniente de ellas en proporción 1:10; el porcentaje de agua en la mezcla debe ser del 10 al 20% por peso y el suelo debe estar libre de terrones, siendo los tamaños de partículas recomendables menores de 9,5 mm o 3/8 pulg.

Se deben preparar cantidades en forma tal que puedan ser colocadas en un lapso de tiempo apropiado, para lo cual se citan volúmenes inferiores a 1 m³ de material preparado; la altura de la estructura y las especificaciones restantes son las anotadas para la recién descrita.

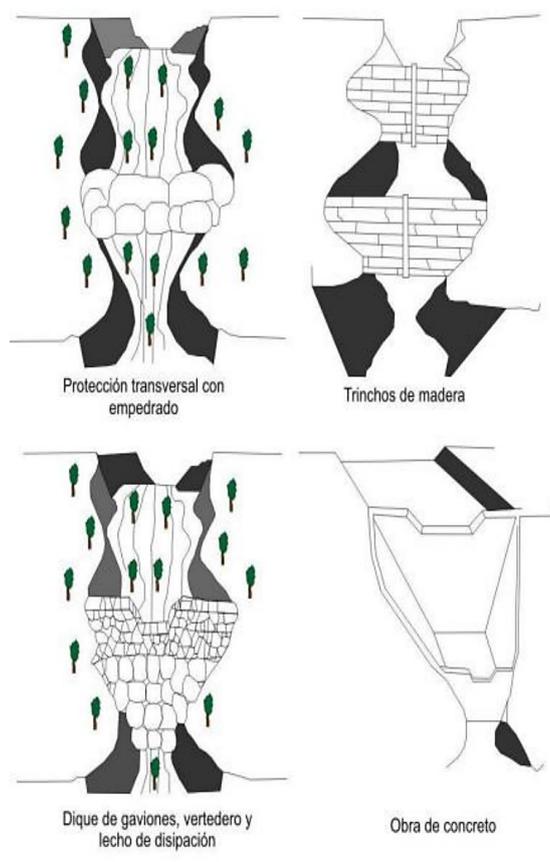


Figura 20. Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas.

Incorporación de Material Vegetal. Las estructuras transversales, además del objetivo de controlar el escurrimiento, tienen la función de propiciar las condiciones necesarias para la colonización y crecimiento de vegetación sobre las superficies de colmatación que favorecen; sin embargo, algunas de estas estructuras en su diseño, incorporan expresamente la implementación de coberturas vegetales (caso de estacas vivas que complementan obras de carácter transversal). Asimismo, para la corrección de cárcavas, son formulados programas específicos de repoblamiento vegetal, que van desde la siembra y conformación de barreras vivas con plantas de porte herbáceo y arbustivo, hasta la reforestación de partes altas de las cuencas de drenaje y áreas cuya estabilización requiere de sistemas radiculares profundos (figura 21).

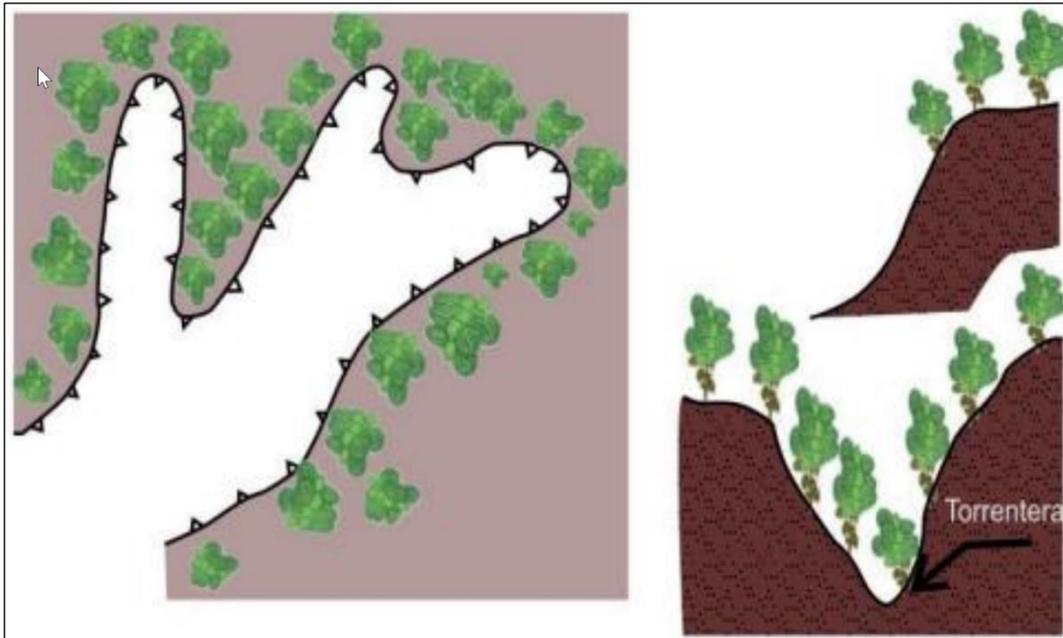


Figura 21. Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.