

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

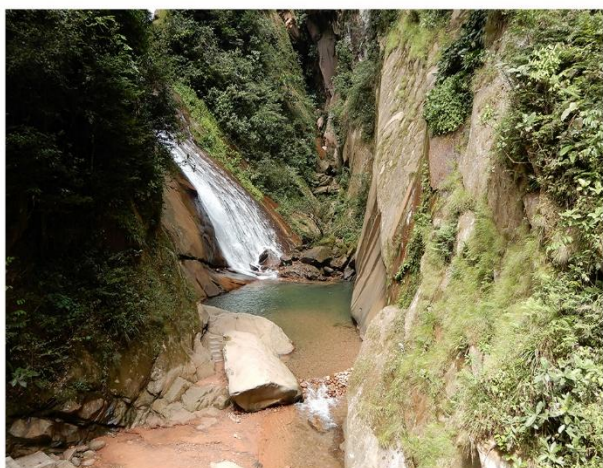
Informe Técnico N° A7653

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA CATARATA VELO DE NOVIA

Departamento: Ucayali

Provincia: Padre Abad

Distrito: Boquerón



AGOSTO
2025

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA CATARATA VELO DE NOVIA

(Distrito Boquerón, provincia Padre Abad, departamento Ucayali)

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

Equipo técnico:

*Guisela Choquenaira Garate
Max Eduardo Chavez Chicoma*

Referencia bibliográfica

Choquenaira, G. & Chavez, M. (2025). Evaluación de peligros geológicos en la catarata Velo de Novia. Distrito Boquerón, provincia Padre Abad, departamento Ucayali. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7653, 27 p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación.....	6
1.3.2. Accesibilidad.....	6
1.3.3. Población - turismo	7
2. DEFINICIONES.....	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	9
3.1. Unidades Litoestratigráficas	9
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	12
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	15
5.1. Caída de rocas	15
6. CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA	20
7. COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍAS.....	22
8. CONCLUSIONES.....	23
9. RECOMENDACIONES	24
10. BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXO 1: RESULTADO DEL ENSAYO A LA COMPRESION SIMPLE	26

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en la catarata Velo de Novia, perteneciente a la jurisdicción distrital Boquerón, provincia Padre Abad, departamento Ucayali. 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, para los tres niveles de gobierno.

La geología de la catarata Velo de Novia está dominada por las Formaciones Sarayaquillo y Cushabatay, ambas caracterizadas por secuencias de areniscas intercaladas con lutitas y conglomerados. La fuerte deformación tectónica regional, evidenciada en pliegues y fallas geológicas, generan una marcada discontinuidad estructural que condiciona la inestabilidad de las laderas. De manera local, el fracturamiento, meteorización superficial moderada a alta y la acción erosiva constante del agua de la catarata, surgencias de aguas y escorrentía superficial han reducido la competencia del macizo rocoso.

La configuración geomorfológica y estructural de los alrededores de la catarata Velo de Novia actúa tanto como factor condicionante como dinámico en la generación y evolución de procesos de inestabilidad. Las laderas con pendientes fuertes ($>45^\circ$), han favorecido el desprendimiento y caída de bloques, evidenciado por la acumulación coluvial en la base de la ladera. En conjunto, la catarata constituye el resultado de la interacción entre la litología diferencial entre areniscas resistentes y lutitas deleznales, la acción erosiva del agua y la morfología montañosa, configurando un escenario activo de inestabilidad gravitacional.

En el contexto geodinámico, el 8 de agosto del 2025 se produjo un evento de caída de rocas en la ladera de la margen izquierda de la catarata. Este evento corresponde a un bloque de arenisca rojiza, con dimensiones de aproximadamente 1 m de largo por 0,6 m de ancho, aparentemente originado por una falla en cuña.

La dinámica del bloque de roca desprendido se caracterizó por un único salto con un impacto principal. Durante la caída, la roca impactó con otros bloques ubicados en la base de la catarata, lo que generó su fragmentación y dispersión, alcanzando distancias de hasta 3 m, Este evento ocasionó consecuencias fatales, lo cual evidencia el nivel de peligrosidad.

Los resultados geomecánicos indican que, si bien la roca intacta de la Formación Sarayaquillo presenta una resistencia a la compresión simple clasificada de media a alta, el macizo rocoso en su conjunto muestra una calidad regular debido a la presencia de múltiples familias de discontinuidades, procesos de meteorización y alteración, así como a las condiciones geomorfológicas locales. Estos factores reducen la competencia de la ladera y favorecen la ocurrencia de caídas de rocas, como la registrada el 8 de agosto del 2025, confirmando la susceptibilidad de la zona a nuevos eventos de inestabilidad.

Dadas las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, la ladera de la margen izquierda de la catarata Velo de Novia es considerada como Peligro Alto ante caída de rocas. Por lo que es necesario realizar medidas de mitigación que reduzcan o mitiguen el peligro geológico.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud del Gobierno Regional de Lima, según Oficio N° 586-2025-GRU-GR, en el marco de nuestras competencias se realizó una inspección de peligros geológicos en la catarata Velo de Novia.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: etapa de Pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (puntos GPS, tomas fotográficas, etc.), cartografía, recopilación de información y testimonios de población local; etapa final de gabinete, donde se realizó el procesamiento de toda la información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación final, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del presente informe.

Este informe se pone a consideración del Gobierno Regional de Ucayali 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 las condiciones geológicas y geodinámicas de la catarata Velo de Novia.
- b) Determinar los factores condicionantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos en la catarata Velo de Novia.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

- A. Boletín N° 37 de la Serie C, “Geodinámica e Ingeniería Geológica”, elaborado por Nuñez, 2008. El estudio contiene información sobre los peligros geológicos presentes en el departamento de Ucayali y los factores que condicionan su ocurrencia. Además, el estudio analiza y evalúa la susceptibilidad a movimientos en masa, considerando al área de estudio como Zona de **Alta a Muy Alta susceptibilidad a derrumbes y caída de rocas** (figura 1).

Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

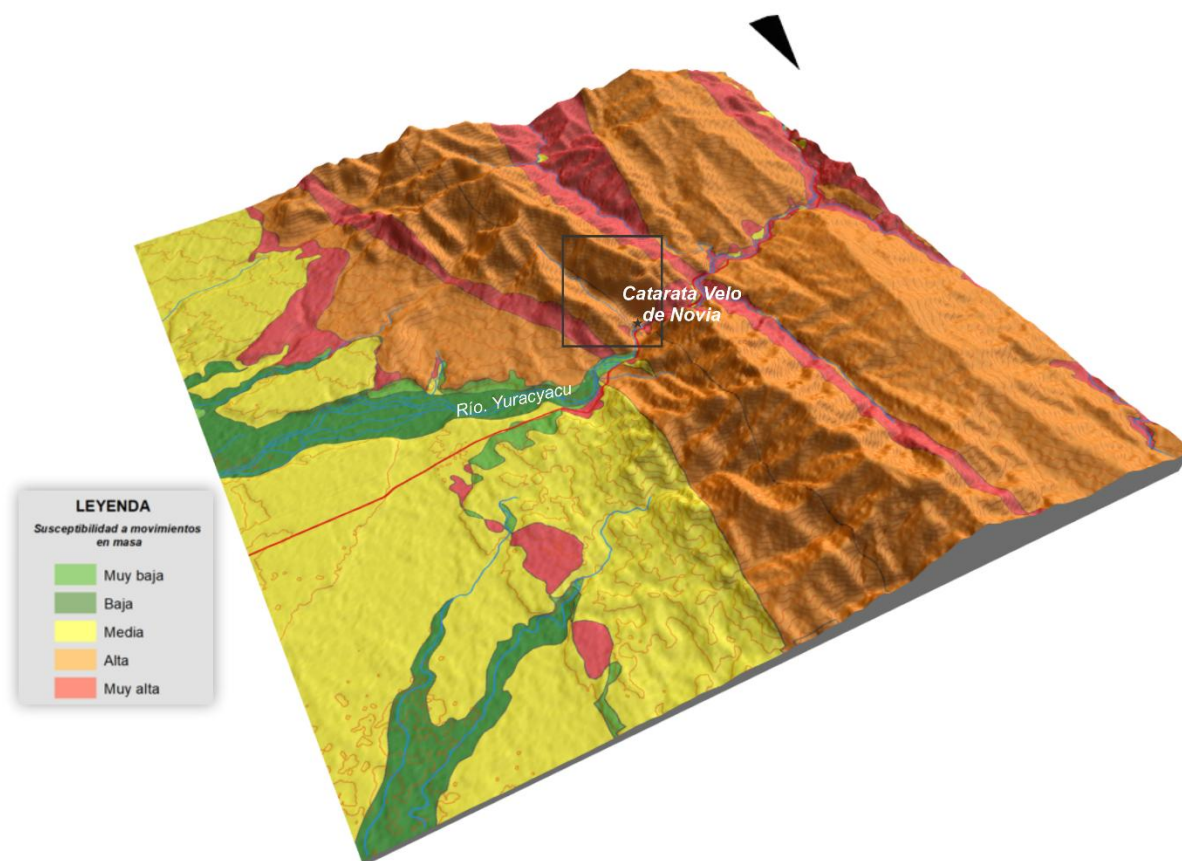


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa en la catarata Velo de Novia (Nuñez, 2008).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada se encuentra en el flanco oriental de la cordillera de los andes, en la margen derecha del río Yuracyacu, a 21.5 km al este de Aguaytía. Políticamente, pertenece al distrito Boquerón, provincia Padre Abad, departamento Ucayali (figura 2); en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) (tabla 1):

Tabla 1. Coordenadas del terreno propuesto como zona de acogida

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	424838	8996978	-9.073257°	-75.683948°
2	425192	8997094	-9.072214°	-75.680725°
3	425475	8996604	-9.076650°	-75.678158°
4	424961	8996535	-9.077265°	-75.682837°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	425162	8996896	-9.074004°	-75.681001°

1.3.2. Accesibilidad

Se accede por vía aérea desde la ciudad de Lima (Ingemmet-sede central) hasta Pucallpa. La ruta continua vía terrestre mediante la siguiente ruta (cuadro 1):

Cuadro 1. Rutas y accesos al área evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Pucallpa	Vía aérea	-	50 minutos
Pucallpa - Aguaytía	Carretera asfaltada	185	3 h
Aguaytía – Velo de Novia	Carretera asfaltada	21.5	30 minutos

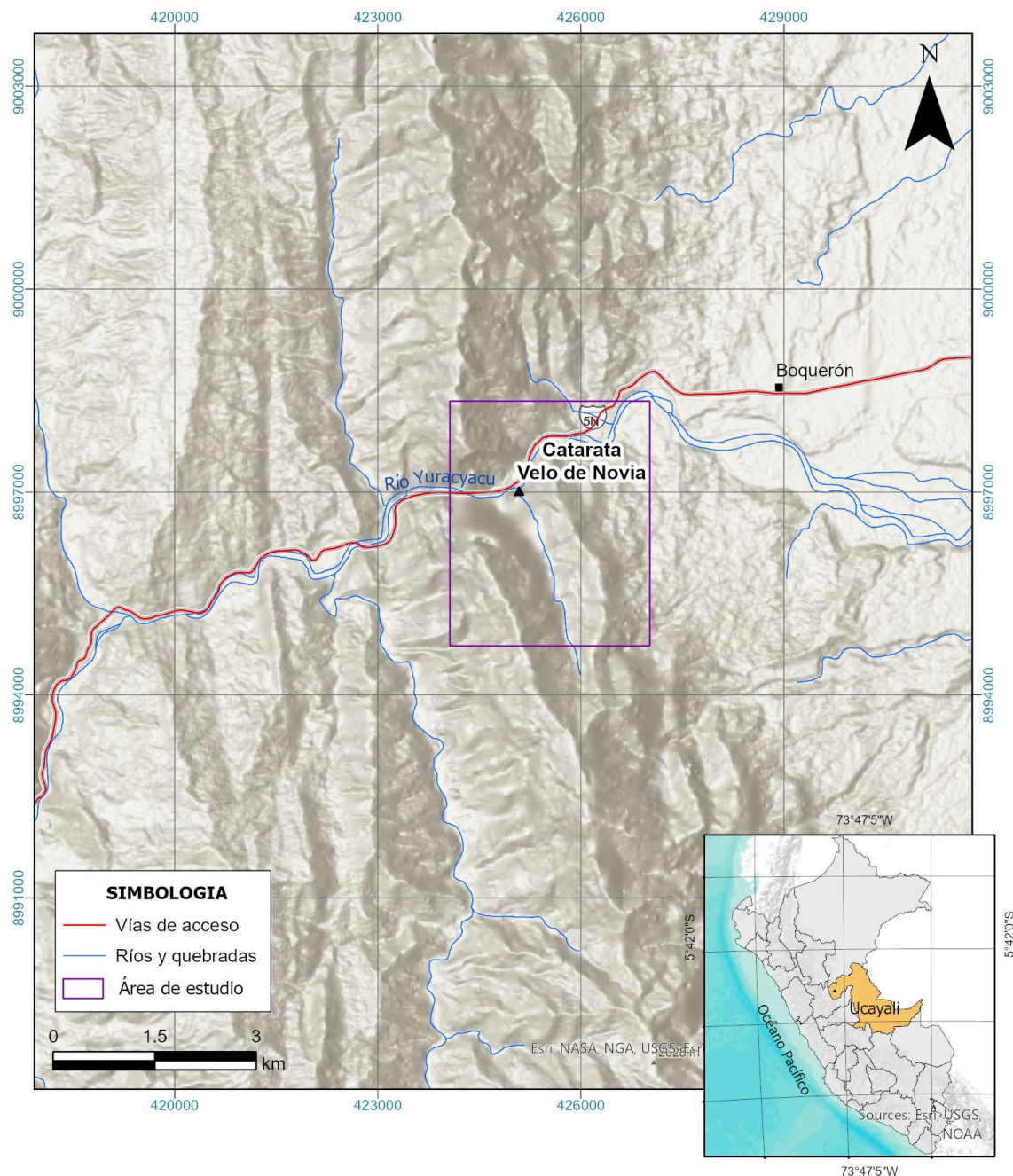


Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio.

1.3.3. Población - turismo

La Catarata Velo de la Novia se encuentra dentro del famoso circuito conocido como el Boquerón del Padre Abad. Tiene una altura estimada de 84 m, con un ancho que puede alcanzar unos 30 m, formando una impresionante piscina natural rodeada de helechos, begonias, orquídeas, palmeras y vegetación exuberante. Según datos recientes, la catarata recibe aproximadamente 15,000 turistas al año.

2. DEFINICIONES

En el presente glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino - Movimientos en Masa GEMMA, del PMA: GCA:

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).

CAÍDA: Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

CAÍDA DE ROCAS: Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.

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

DERRUMBE: Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

FRACTURA (crack). Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

METEORIZACIÓN (weathering). 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 (mass movement, landslide). sin.: Fenómeno de remoción en masa (Co, Ar), proceso de remoción en masa (Ar), remoción en masa (Ch), fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

RETROGRESIVO: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

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.

TALUD: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

En el distrito Boquerón y sus alrededores se han identificado formaciones geológicas del Jurásico y Cretácico. Sin embargo, en el presente acápite se describen únicamente aquellas formaciones que han condicionado la ocurrencia de movimientos en masa en la catarata Velo de Novia (figura 3).

La caracterización geológica de la zona de estudio se elaboró a partir de la información recolectada en campo, complementada con los datos de la Carta Geológica de los cuadrángulos de Aguaytía (Hoja 19-I), elaborada por De la Cruz (1996) a escala 1:100 000. En este contexto, se identificaron principalmente rocas sedimentarias y depósitos cuaternarios, unidades que tienen una influencia directa en la dinámica geodinámica local.

3.1. Unidades Litoestratigráficas

En la catarata Velo de Novia y alrededores aflora la Formación Sarayaquillo, la cual se dispone en una faja relativamente estrecha de rumbo NO–SE, prolongándose hacia el noreste hasta la zona de Panao. Litológicamente, en el área puntual de estudio, la secuencia está conformada por areniscas de grano fino de tonalidades blanco, rojo claro y marrón rojizo (particularmente en el sector norte). Hacia el oeste, estas areniscas se intercalan con lutitas y conglomerados. Una característica distintiva de la formación es la presencia de vetillas de yeso en las lutitas rojas, las cuales son abundantes y representativas de esta unidad; sin embargo, en la zona de estudio puntual no se evidenció.

En el límite oeste de la catarata suprayace la Formación Cushabatay, aflora como una faja angosta con rumbo casi N–S. Esta unidad está compuesta por una secuencia monótona de areniscas cuarzosas de color gris blanquecino a amarillento, de grano medio a grueso, subredondeadas y ligeramente friables. Las areniscas forman bancos medianos a muy gruesos, con estratificación cruzada bien desarrollada. Asimismo, contiene intercalaciones delgadas y lenticulares de conglomerados, compuestos por gravas. En la parte inferior de la secuencia se presentan intercalaciones lenticulares de lutitas de color negro a gris oscuro.

En el contexto regional, la zona se encuentra plegada (anticlinales y sinclinales) y afectada por fallas geológicas. Este rasgo estructural ha favorecido la inestabilidad del macizo rocoso. La presencia de fracturas subparalelas y transversales de manera localizada origina una fuerte discontinuidad estructural, que segmenta la ladera rocosa en bloques de diversos tamaños (figura 4). Estas discontinuidades, junto con la meteorización superficial, la acción erosiva del agua de la catarata, surgencias de agua y escorrentía pluvial, favorecen procesos de desprendimiento y caída de rocas, como lo acontecido el pasado 8 de agosto.

En la base de la catarata se reconocen depósitos coluviales producto de antiguas caídas de rocas, principalmente provenientes de la ladera rocosa ubicada en la margen izquierda. Estos depósitos están conformados por bloques de formas angulosas, entre los cuales destaca uno con diámetro de aproximadamente 2 m. La mayoría de los bloques presentan un grado de alteración y meteorización alta, favorecido por el constante contacto con el agua proveniente de la catarata.

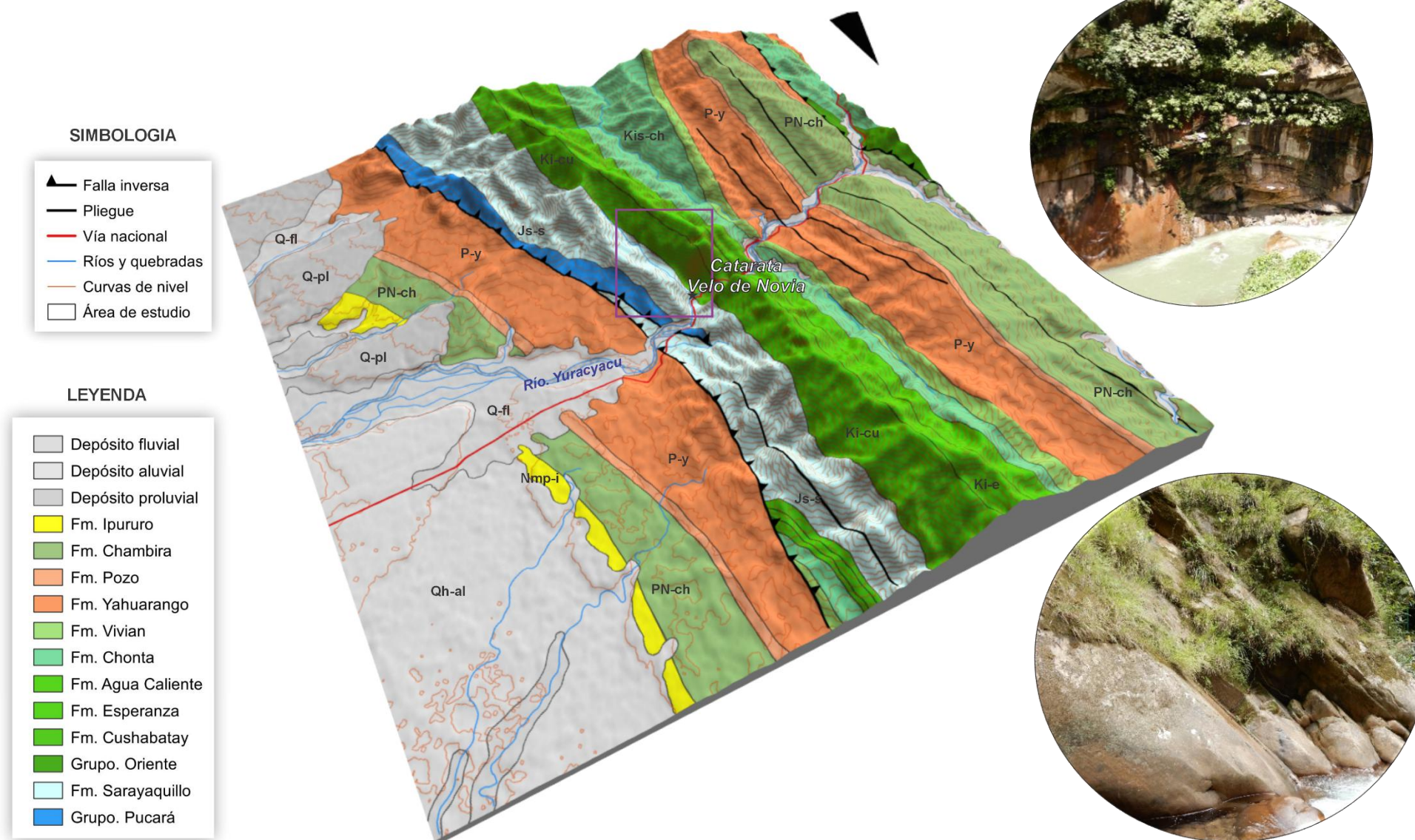


Figura 3. Unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio y alrededores.



Figura 4. Areniscas rojizas, se presentan de mediana a muy fracturada y algunas zonas altamente meteorizadas debido al constante contacto el agua de escorrentía pluvial y de la catarata.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La pendiente es un parámetro fundamental en la evaluación de movimientos en masa, ya que actúa tanto como factor condicionante como dinámico en su generación y evolución.

En la Figura 5 se muestra la clasificación de pendientes que refleja la configuración morfológica del terreno. Predominan las laderas con pendientes escarpadas $>45^\circ$, demarcado con una coloración rojo oscuro, particularmente en los afloramientos rocosos de la Formación Sarayaquillo que circundan la catarata; este rango de inclinaciones es el que favoreció la ocurrencia de la caída de rocas registrada en la zona.

Hacia el cauce de la catarata se observa una transición gradual a pendientes fuertes (15° – 25°) a muy fuertes (25° – 45°) demarcado por una coloración rojo claro; finalmente, se tiene bajas pendientes en la poza de la catarata.

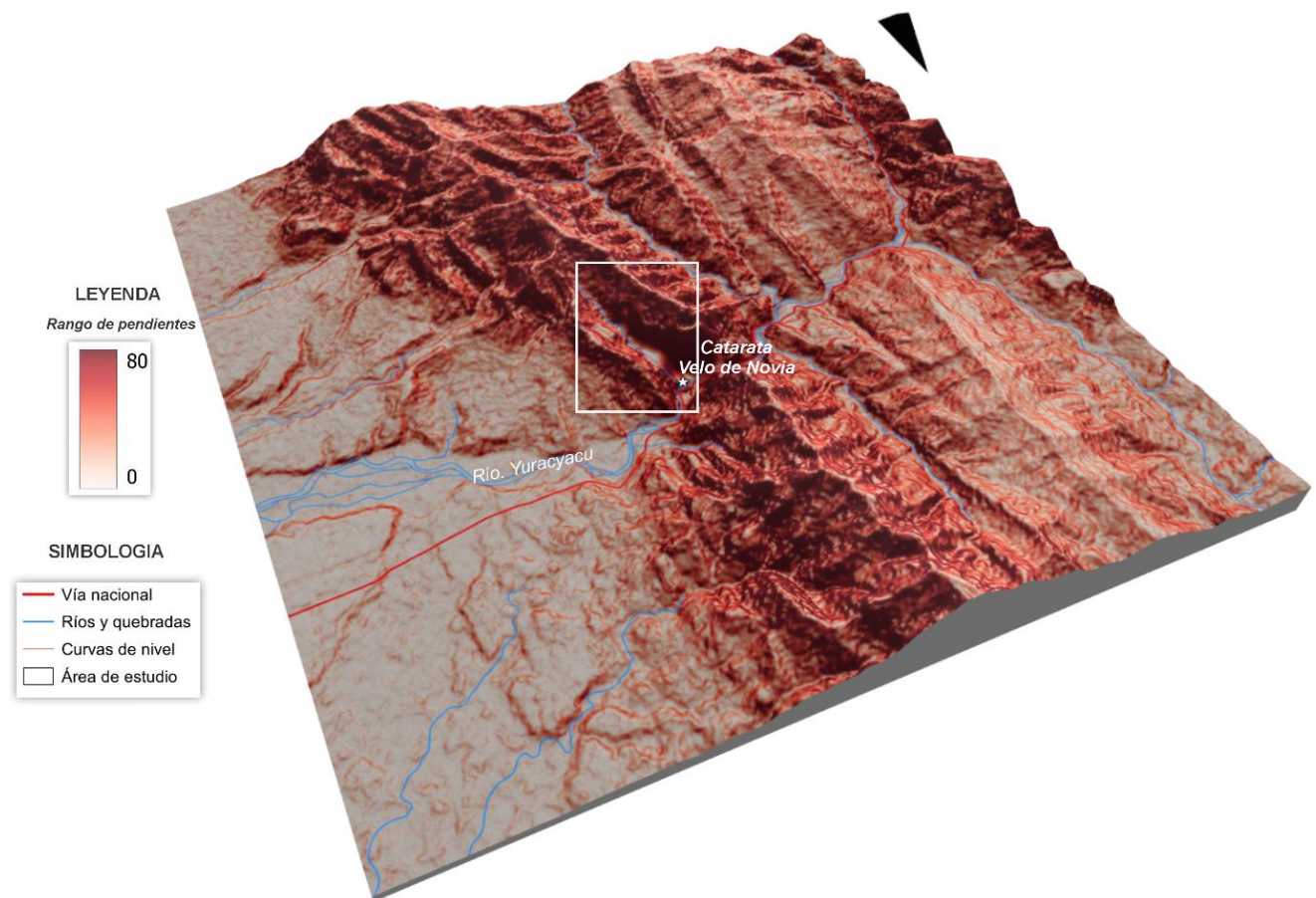


Figura 5. Mapa de pendientes del área de estudio.

En el contexto geomorfológico, la zona de estudio se encuentra dominada por la subunidad de montaña estructural, modelada sobre rocas sedimentarias de la Formación Sarayaquillo. Estas montañas ocupan una extensa superficie y se caracterizan por la presencia de cimas puntiagudas y alargadas (figura 6), con laderas predominantemente escarpadas, favorece la inestabilidad estructural de la ladera.

La ladera rocosa desde donde se desprendió el bloque de areniscas presenta una pendiente de 82° (figura 7), lo que la clasifica como casi vertical. Esta elevada inclinación, junto con la naturaleza masiva y fracturada de las areniscas constituye un factor crítico que favorece la ocurrencia de movimientos en masa.

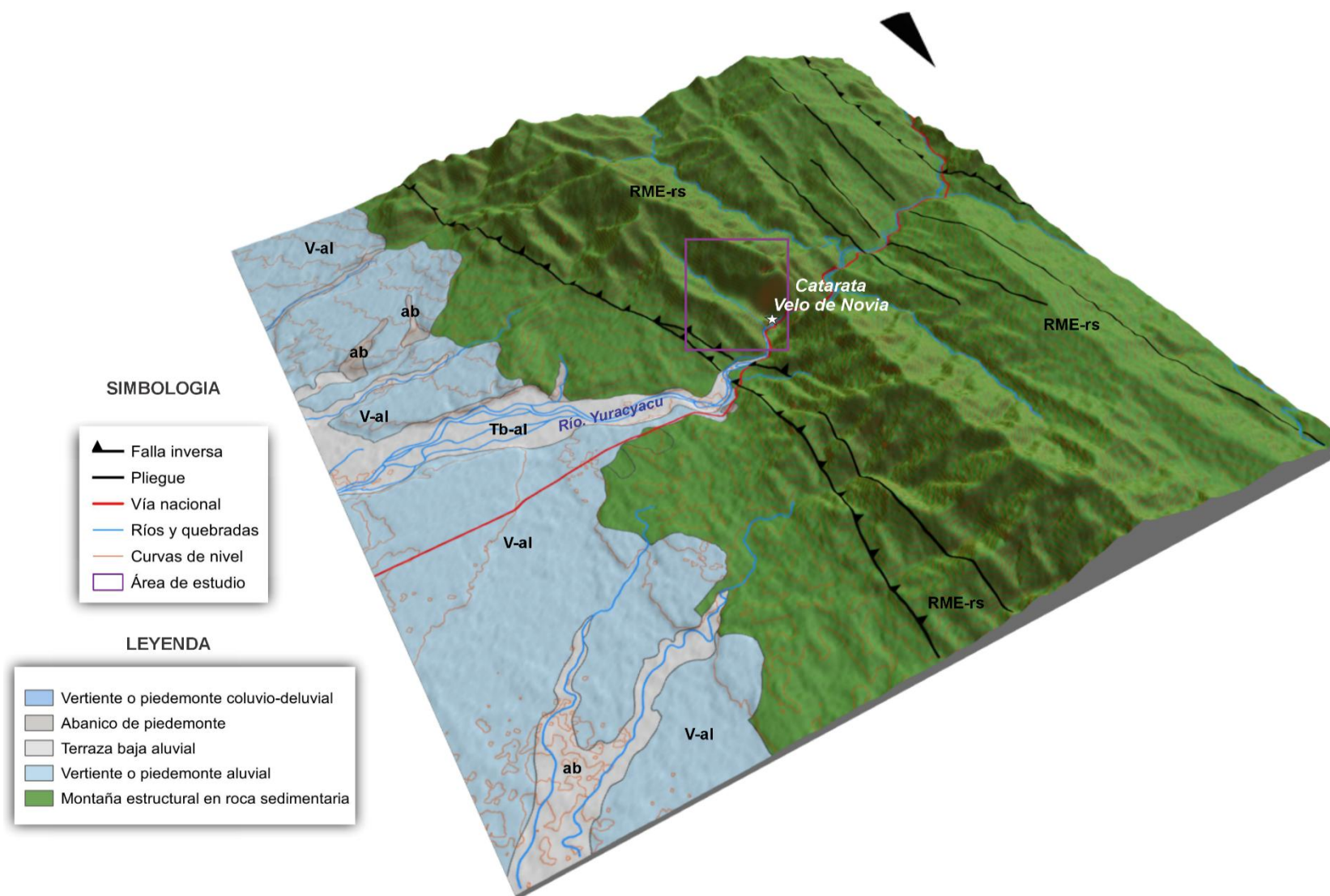


Figura 6. Unidades Geomorfológicas: RME-rs: Montaña estructural en roca sedimentaria, V-cd: Vertiente coluvio deluvial, V-al: vertiente aluvial y ab: abanico de piedemonte. Fuente: Nuñez, 2008.

Dichas condiciones geomorfológicas facilitan la desprendimiento y caída de bloques de diferente tamaño, como el ocurrido recientemente en la catarata Velo de Novia.

La catarata Velo de Novia se formó gracias a la acción del agua que erosiona las rocas de la zona. Estas rocas pertenecen a diferentes formaciones geológicas, unas son más duras (areniscas) y otras más blandas (lutitas). Con el paso del tiempo, el agua desgastó más rápido las rocas blandas, dejando un escalón natural por donde hoy cae la quebrada.

Además, la presencia de fracturas en la ladera rocosa y la fuerte pendiente favorecieron la formación de este salto de agua. En la base, el impacto del agua generó una poza y acumuló grandes bloques desprendidos de la pared rocosa.

En conjunto, la catarata es el resultado de la erosión del agua, la diferencia de dureza de las rocas y el relieve montañoso de la zona amazónico-andina.



Figura 7. Areniscas intercaladas con lutitas y limolitas. Se presentan de mediana a muy fracturada. Fotografía tomada por el Gobierno Regional de Ucayali.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en la catarata Velo de Novia, corresponden a movimientos en masa del tipo derrumbes y caída de rocas, según el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007).

Estos procesos responden a la interacción de factores geológicos, estructurales, geomorfológicos y antrópicos, con la presencia de anticlinales y sinclinales, que han condicionado la estabilidad de la ladera, favoreciendo el fracturamiento de las rocas sedimentarias de las formaciones geológicas presentes en la zona.

Según el inventario de peligros geológicos a nivel nacional (Ingemmet, 2025), en los alrededores de la catarata Velo de Novia se ha producido derrumbes y caída de rocas (figura 8). Además, según el estudio de Riesgos Geológicos del año 2008, la zona y alrededores es considerada como zona crítica a peligros geológicos.

La Catarata Velo de Novia presenta una altura total de 101 m, conformada por dos saltos: el primero de 17 m y el segundo de 84 m. Este último, de forma semejante a un “velo de novia”, incide directamente sobre el material estructural de la Formación Sarayaquillo. El inicio del segundo salto es angosto, similar a un caño, y se va ensanchando progresivamente hasta alcanzar 5 m de ancho. En su base genera una poza de aproximadamente 80 m² y 5 m de profundidad máxima. Desde allí, las aguas recorren un tramo empedrado de unos 200 m antes de desembocar en el río Yuracyacu. En la parte alta, el cauce es alimentado por un riachuelo que desciende entre las montañas, cuyo último tramo alcanza 300 m de longitud por 50 m de ancho, donde se han formado tres pozas naturales escalonadas (DePeru, 2025).

5.1. Caída de rocas

El 8 de agosto se produjo un evento de caída de rocas (figura 9A) proveniente de la ladera rocosa ubicada en la margen izquierda de la catarata (figura 9B). El desprendimiento correspondió a un bloque de arenisca rojiza, con dimensiones aproximadas de 1 m de largo por 0,6 m de ancho, aparentemente originado por una falla en cuña (figura 9C). Según sus características geomecánicas, la roca presenta una resistencia de media a alta; sin embargo, el grado de fracturamiento y el proceso de meteorización constante intensificado por la humedad y la escorrentía pluvial sobre la ladera reducen considerablemente la competencia del macizo rocoso.

El análisis de la dinámica del evento indica que la caída se produjo en un solo salto, seguido de un impacto principal que generó la dispersión de bloques secundarios.

De acuerdo con el testimonio de los lugareños, el bloque desprendido impactó sobre depósitos de caídas antiguas, fracturándose en múltiples fragmentos de roca angulosas que se dispersaron en diferentes direcciones. Esta dinámica provocó el lamentable fallecimiento de dos personas que fueron alcanzadas por los fragmentos.

Durante la inspección de campo se constató la presencia de dichos fragmentos, uno de los cuales alcanzó una proyección de hasta 3 m desde el punto de impacto; este fragmento presentaba un ancho aproximado de 50 cm (figura 9D). En la zona de impacto se identificaron, además, fragmentos con diámetros que oscilan entre 10 cm y 65 cm (figura 9E)

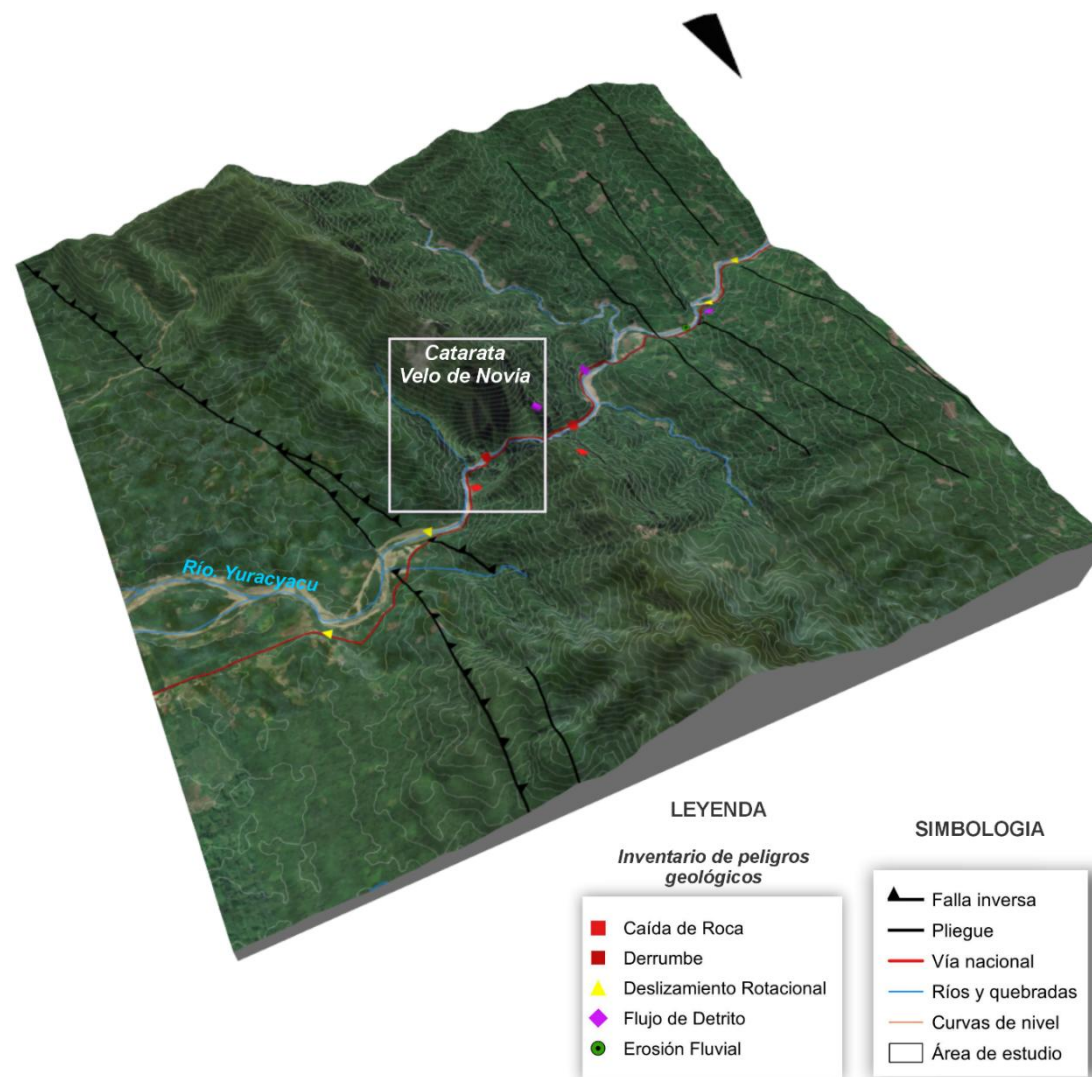
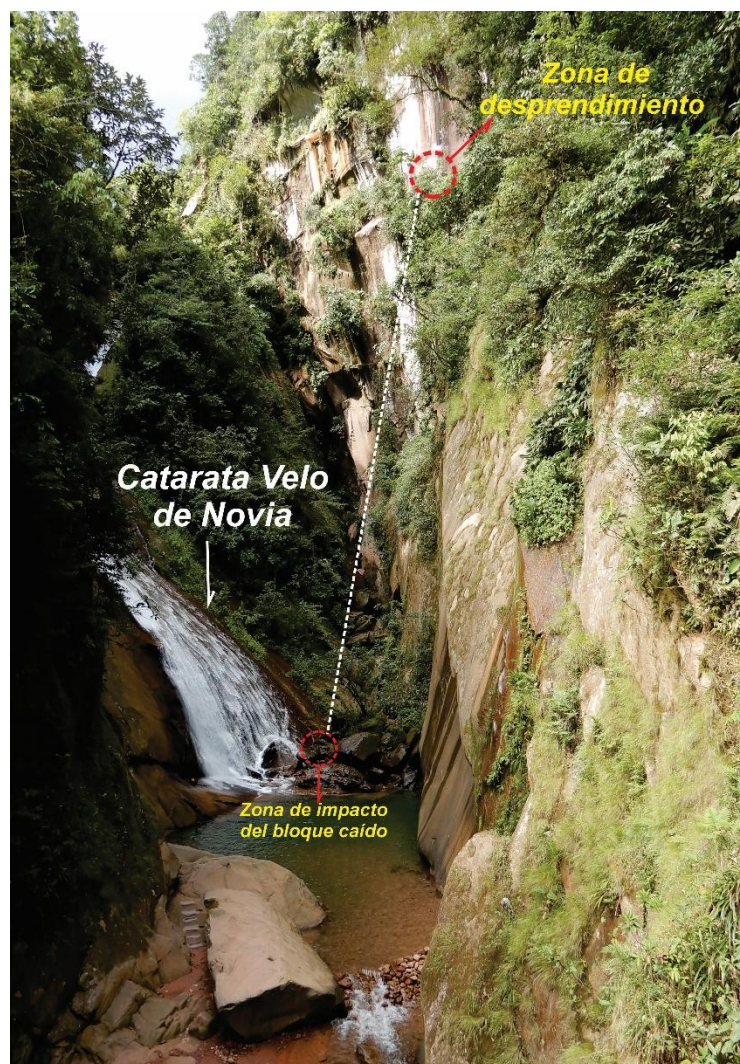


Figura 8. Block diagrama del inventario de peligros geológicos en la catarata Velo de Novia y alrededores.

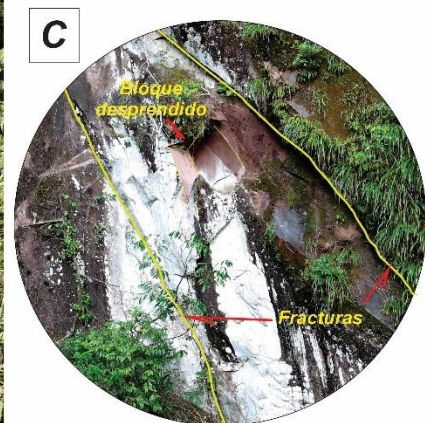
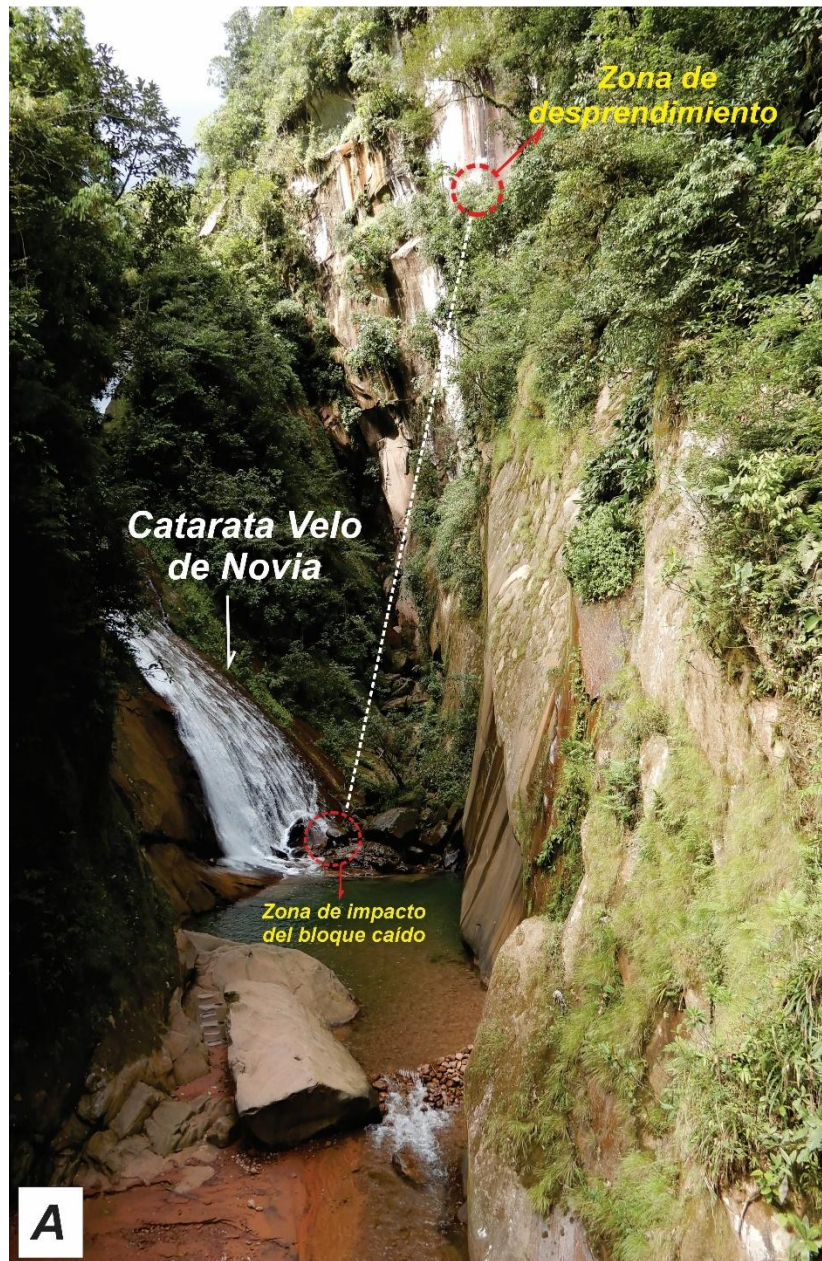


Figura 9. Dinámica de la caída de roca producida en la ladera roca de la catarata Velo de Novia.

Por otro lado, en la base de la catarata, además de los bloques previamente identificados con diámetros de hasta 2 m, se reconocieron otras áreas con presencia de bloques de menor dimensión que se desprendieron de la parte media-baja y se depositaron en una zona de canal (figura 10). Este canal presenta evidencias de erosión asociadas a la incisión generada por el agua de escorrentía pluvial. Los bloques muestran superficies frescas que confirman su desprendimiento reciente. Este hecho evidencia que la zona es propensa a la ocurrencia de caídas de rocas.



Figura 10. Vista del bloque desprendido de la ladera sur de la catarata Velo de Novia.

Además, en la ladera rocosa se observan cicatrices de antiguos desprendimientos (figura 11) y familias de fracturas que podrían generar, más adelante, nuevos eventos de caída de rocas.

En la parte alta de la ladera (margen izquierda) también se identifican otros bloques aparentemente inestables (figura 12); ante la ocurrencia de movimientos sísmicos, así como por el incremento de los procesos de erosión y meteorización, estos bloques podrían desprenderse y caer hacia la parte alta de la catarata, cuyos fragmentos podría tener la misma dinámica del evento ocurrido el 8 de agosto.

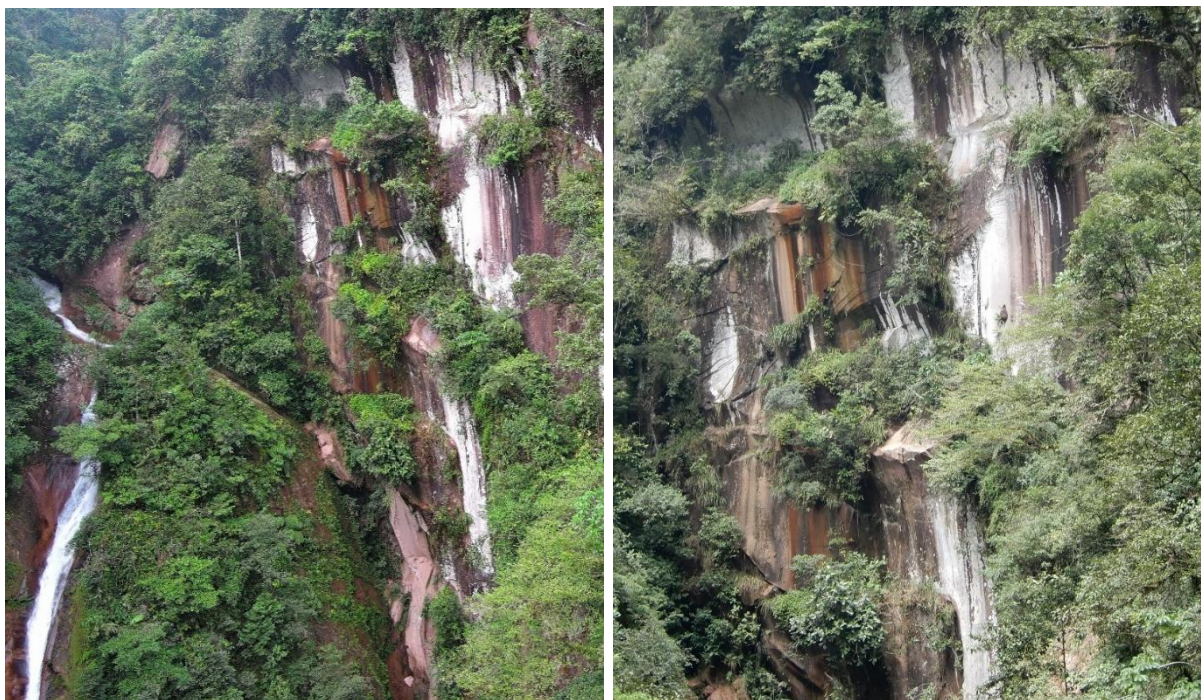


Figura 11. Laderas rocosas de la Formación Sarayaquillo, constituidas por areniscas fracturadas y meteorizadas, donde se evidencian zonas de desprendimiento de bloques antiguos. Fotografía tomada por el Gobierno Regional de Ucayali.



Figura 12. Vista de bloques aparentemente inestables que podrían desprenderse. Fotografía tomada por el Gobierno Regional de Ucayali.

6. CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA

La clasificación geomecánica de Bieniawski o clasificación RMR fue desarrollada en 1973, actualizada en 1979 y 1989, consiste en la clasificación de macizos rocosos en base a parámetros geotécnicos del afloramiento. Para la clasificación geomecánica del macizo rocoso, mediante las características del afloramiento se evaluaron las diaclasas, discontinuidades (longitud, abertura, rugosidad, relleno y alteraciones), presencia de agua y resistencia de la roca.

Los valores de resistencia a la compresión uniaxial se obtuvieron mediante el Martillo de Schmidt (figura 13) y ensayos de laboratorio (ver anexo 1). Según el análisis del primero nos indica que la roca presenta entre medio a alto grado de resistencia; es decir indica que la roca puede soportar esfuerzos significativos y es menos propensa a fallar por compresión, pero con sectores donde la resistencia puede verse reducida.

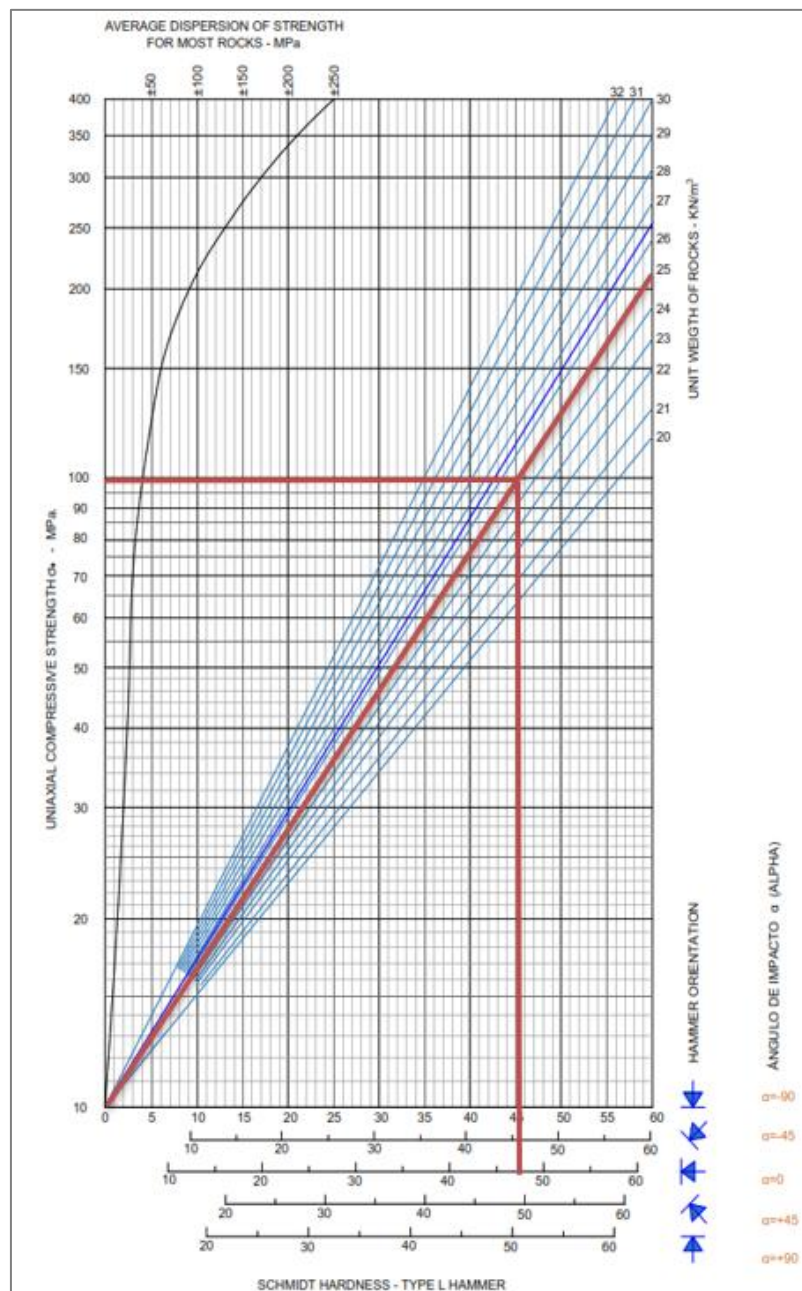


Figura 13. Análisis de resistencia a la compresión simple mediante el método Martillo de Schmidt.

El índice de calidad (RQD) fue determinado mediante el registro lineal (Ramírez Oyanguren et al, 1984), teniendo como parámetro de entrada principal la frecuencia de fracturamiento.

La clasificación geomecánica (tabla 2) se realizó en la parte baja de la ladera rocosa, compuesta por areniscas de la Formación Sarayaquillo. La roca intacta tiene una resistencia a la compresión entre a 50 – 100 Mpa; pero sus condiciones de meteorización y fracturamiento; así como su contexto geomorfológico condicionan sus características geomecánicas como macizo rocoso de regular calidad, con probabilidades de colapso de falla por cuña, produciendo caída de rocas, como lo acontecido el pasado 8 de agosto (figura 14).

En la zona se identificó hasta 4 familias de discontinuidades, en las aberturas se observa vegetación, predominando gran variedad de árboles medianos y pequeños muy delgados y ramificados, arbustos leñosos y herbáceos representados por helechos, musgos, gramíneas y flores silvestres; lo que podría incrementar aún más el grado de fracturamiento, asimismo podría intensificar el grado de meteorización.

Tabla 2. Clasificación geomecánica de las areniscas en la catarata Velo de Novia.

PARÁMETRO		RANGO DE VALORES								VALORACION		
		VALOR ESTIMADO										
R.COMPRE.UNIAXIAL (MPa)		>250 (15)		100-250 (12)	X	50-100 (7)		25-50 (4)		<25(2) <5(1) <1(0)	1	7
RQD %		90-100 (20)	X	75-90 (17)		50-75 (13)		25-50 (8)		<25 (3)	2	17
ESPACIAMIENTO(m)		>2 (20)	X	0,6-2 (15)		0.2-0.6 (10)		0.06-0.2 (8)		<0.06 (5)	3	15
CONDICIÓN DEJUNTAS	PERSISTENCIA (1)	<1m long. (6)		1-3 m Long. (4)		3-10m (2)	X	10-20 m (1)		>20 m (0)	4A	1
	ABERTURA (2)	Cerrada (6)		<0.1mm apert. (5)		0.1-1.0mm (4)	X	1- 5 mm (1)		>5 mm (0)	4B	1
	RUGOSIDAD(3)	Muy rugosa (6)	X	Rugosa (5)		Lig.rugosa (3)		Lisa (1)		Espejo de falla (0)	4C	5
	RELLENO(4)	Limpia (6)		Duro <5mm (4)	X	Duro>5mm (2)		Suave<5 mm (1)		Suave>5mm (0)	4D	2
	ALTERACIÓN(5)	Sana (6)		Lig.Alterada. (5)	X	Mod.Alterada. (3)		Muy Alterada. (2)		Descompuesta (0)	4E	3
AGUA SUBTERRÁNEA		Seco (15)		Humedo (10)		Mojado (7)	X	Goteo (4)		Flujo (0)	5	4
VALOR TOTAL RMR (Suma de valoración 1a 5) = 55												
CLASE DE MACIZO ROCOSO												
RMR		100 - 81	80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0			
DESCRIPCION		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		

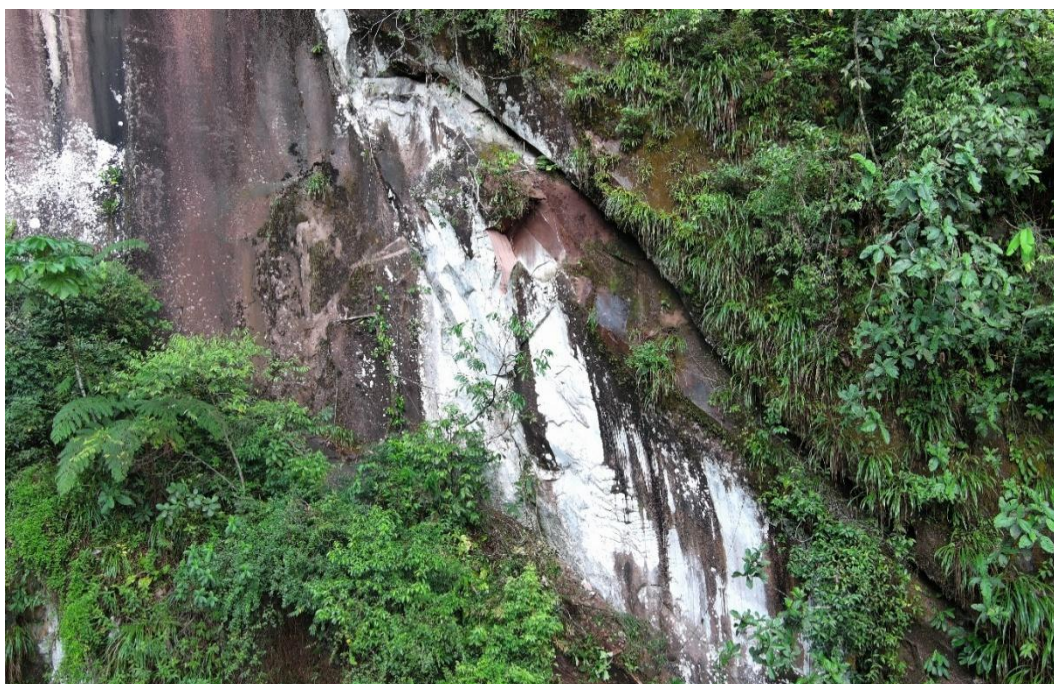


Figura 14. Sistema de fracturamiento de las areniscas de la Formación Sarayaquillo. Fotografía tomada por el Gobierno Regional de Ucayali.

7. COMPARACIÓN DE FOTOGRAFÍAS

Al comparar fotografías de distintos años se observa que, al momento de la caída y posterior impacto del bloque, este originó un desplazamiento de otros que ya se encontraban en la base de la catarata. Este hecho permite inferir la magnitud de la fuerza y la resistencia que presentó el bloque rocoso durante su caída. (figura 15).



Figura 15. Comparación multitemporal de fotografías de la zona de impacto del bloque de roca desprendido desde la ladera rocosa, ubicada en la margen izquierda de la catarata Velo de Novia.

8. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica y geomorfológica de la zona de estudio, así como también los trabajos de campo y la evaluación de peligros geológicos, emitimos las siguientes conclusiones:

1. Litológicamente, la zona de estudio está compuesta por una secuencia de areniscas rojizas de grano fino. Hacia el oeste, estas areniscas se intercalan con lutitas y conglomerados, las cuales presentan fracturas subparalelas y transversales generando una fuerte discontinuidad estructural, que segmenta la ladera rocosa en bloques de diversos tamaños. Estas discontinuidades, junto con la meteorización superficial, la acción erosiva del agua de la catarata, surgencias de agua y escorrentía pluvial, favorecen procesos de desprendimiento y caída de rocas.
2. En el contexto geomorfológico, las laderas rocosas que conforman la catarata Velo de Novia actúan tanto como factor condicionante y dinámico en la generación y evolución de procesos de inestabilidad. Las fuertes pendientes ($>45^\circ$), favorecen el desprendimiento y caída de rocas, evidenciado por la acumulación coluvial en la base de la ladera.
3. El evento de caída de rocas producido el 8 de agosto, se originó en la ladera rocosa de la margen izquierda de la catarata. El desprendimiento correspondió a un bloque de arenisca rojiza, aparentemente originado por una falla en cuña.
4. Según la dinámica de evento, el bloque desprendido impactó sobre otros bloques provenientes de caídas antiguas, fracturándose en múltiples fragmentos que se dispersaron en diferentes direcciones. Esta dinámica provocó el lamentable fallecimiento de dos personas que fueron alcanzadas por los fragmentos.
5. Los resultados geomecánicos indican que, si bien la roca intacta (arenisca) presenta una resistencia a la compresión simple clasificada de media a alta, el macizo rocoso en su conjunto muestra una calidad regular debido a la presencia de discontinuidades, procesos de meteorización y alteración, así como a las condiciones geomorfológicas locales. Estos factores reducen la competencia de la ladera y favorecen la ocurrencia de fallas por cuña y caídas de rocas, como la registrada el 8 de agosto, confirmando la susceptibilidad de la zona a nuevos eventos de inestabilidad.
6. Considerando las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, la ladera rocosa, ubicada en la margen izquierda catarata Velo de Novia es considerada como zona de **Peligro Alto** frente a la ocurrencia de caídas de rocas. En tal sentido, resulta indispensable implementar medidas de prevención y mitigación que permitan reducir el nivel de peligro geológico identificado.

9. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones con la finalidad de mitigar el impacto de peligros asociados a movimientos en masa en la catarata Velo de Novia. Así mismo, la implementación de dichas recomendaciones permitirá darle mayor seguridad a las personas que visitan la catarata Velo de Novia

NO ESTRUCTURALES

1. Establecer un sistema de monitoreo continuo de la ladera rocosa, tanto la parte alta como media - baja mediante técnicas geodésicas (GNSS) y/o LiDAR. Esto permitirá evaluar la evolución de los desprendimientos y detectar posibles cambios en el terreno. Además, puede ir acompañado de inspecciones visuales regulares, especialmente después de lluvias intensas o sismos, para identificar bloques inestables.
2. Definir rutas de evacuación seguras, considerando la clasificación de la ladera roca de la margen izquierda de la catarata Velo de Novia como zona de Peligro Alto ante caídas de rocas. La delimitación y señalización de estas rutas permitirá orientar a la población y visitantes hacia zonas de menor exposición, reduciendo el riesgo de accidentes durante la ocurrencia de un evento.
3. Delimitar las áreas de mayor riesgo en la catarata, restringiendo el acceso directo a la base de la ladera rocosa inestable. Esta delimitación se deberá realizar previo a un estudio de Evaluación de Riesgos (EVAR).
4. Implementar paneles informativos en zonas de peligro para alertar a visitantes. Además, realizar programas de información turística que expliquen los peligros geológicos y las medidas de seguridad.
5. Promover programas de formación comunitaria en gestión del riesgo de desastres y prácticas seguras, con el propósito de reducir la exposición de los visitantes a peligros geológicos.

ESTRUCTURALES

6. Considerar la instalación de mallas de alta resistencia y pernos de anclaje en sectores con bloques sueltos.

Nota. El tipo y diseño de las medidas estructurales vertidas en el presente informe deben tener un estudio geotécnico a detalle, antes de ejecutarlo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- DE LA CRUZ, J.; VALENCIA, M. & BOULANGGER, E. (1996) -Geología de los cuadrángulos de Aguaytía, Pano y Pozuzo. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 80, 134 p.
- DePeru.com. (2025). Catarata Velo de la Novia [Ficha turística]. Recuperado de DePeru.com
- González, L.; Ferrer, M.; Ortuño, L. & Oteo, C., eds. (2002) - Ingeniería Geológica. Madrid: Pearson Educación, 732 p.
- Köppen, W. (2010). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Clasificación de climas según temperatura, precipitación y ciclo estacional.). Petermanns Geogr. Mitt., 64, 193-203, 243-248.
- Nuñez, S. Medina, L. (2008) – Riesgos geológicos en la región Ucayali. Boletín N°37, serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET.
- Nuñez, S. Medina, L. (2006) – Zonas críticas en la región Ucayali. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4.
- Suárez, J. (1998) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Universidad Industrial de Santander, 548 p.

ANEXO 1: RESULTADO DEL ENSAYO A LA COMPRESION SIMPLE

	REPORTE DE ENSAYO	
	ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE EN ROCAS ASTM D7012- METODO C	Código: INGEO-LAB-F-RO08
		Versión: 02
		Fecha: 27/8/2022

Proyecto:	Act 16. Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional	Registro N°:	OT25-111-01
Solicitante:	INGEMMET	Muestreado por:	Solicitante
Cliente:	INGEMMET	Ensayado por:	R. Leyva
Ubicación de Proyecto:	Distrito de Boqueron - Provincia de Padre Abad - Departamento de Ucayali	Fecha de Ensayo:	23/08/2025
Tipo de Roca:	Arenisca	Profundidad:	---
Sondaje:	Act16-25-001	Norte:	8996963
Formación Geológica:	Sarayaquillo	Este:	425092

**COMPRESIÓN UNIAXIAL EN MUESTRAS CILÍNDRICAS DE ROCA
ASTM D7012**

Perforación N°	L (cm)	D (cm)	A (cm²)	R L/D	F. Máxima (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)
Act16-25-001	11.75	5.8	26.42	2.03	9503.0	359.7

Contenido de humedad al momento del ensayo (ASTM D2216) : 0.10%



Observaciones :

- Se extrajeron muestras cilíndricas de las rocas proporcionadas por el solicitante
El presente documento reemplaza al doc. AE-FO-57, ver. 1, del 30/04/2018

INGEOCONTROL SAC		
 Certificados de calibración de equipos utilizados.	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:  ING. MARYORICK VALLE CAJAVILCA JEFE DE LABORATORIO INGEOCONTROL	Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico