

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7120

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES AGUAS NIEVE Y HUACCLIPAGRANDE

Región Junín
Provincia Jauja
Distrito Monobamba



FEBRERO
2021

***EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES AGUAS NIEVE Y
HUACCLIPAGRANDE***

Región Junín

Provincia Jauja

Distrito Monobamba

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

Equipo de investigación:

Segundo Núñez Juárez.

A. Gonzalo Luna Guillén.

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Evaluación de peligros geológicos en los sectores de Aguas Nieve y Huacclipagrande. Distrito Monobamba, provincia de Jauja, región Junín. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7120, p45.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1. Objetivos del estudio | 3 |
| 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores | 4 |
| 1.3. Aspectos generales | 6 |
| 1.3.1. UBICACIÓN..... | 6 |
| 1.3.2. ACCESIBILIDAD..... | 7 |
| 2. ASPECTOS GEOLÓGICOS | 10 |
| 2.1. Unidades litoestratigráficas | 10 |
| 2.1.1. COMPLEJO MARAÑÓN..... | 10 |
| 2.1.2. GRUPO COPACABANA..... | 10 |
| 2.1.3. GRUPO MITU..... | 10 |
| 2.1.4. FORMACIÓN CHAMBARA..... | 12 |
| 2.1.5. FORMACIÓN ARAMACHAY..... | 13 |
| 2.1.6. FORMACIÓN LA MERCED..... | 13 |
| 2.1.7. DEPÓSITO ALUVIAL-PROLUVIAL..... | 13 |
| 2.1.8. DEPÓSITO COLUVIO-DELUVIAL..... | 14 |
| 2.1.9. DEPÓSITO COLUVIAL..... | 14 |
| 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS | 17 |
| 3.1. Pendientes del terreno | 17 |
| 3.2. Unidades geomorfológicas | 18 |
| 3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL..... | 18 |
| 3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL .. | 19 |
| 4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS | 22 |
| 4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa | 22 |
| 4.2. Deslizamiento del sector Aguas Nieve | 22 |
| 4.2.1. CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL EVENTO..... | 23 |
| 4.2.2. ANÁLISIS DE PERFILES TRANSVERSALES..... | 26 |
| 4.2.3. FACTORES CONDICIONANTES..... | 27 |
| 4.2.4. FACTORES DESENCADENANTES..... | 27 |

| | |
|---|----|
| 4.3. Flujo de detritos en el sector quebrada Huacclipagrande | 29 |
| 4.3.1. FACTORES CONDICIONANTES..... | 29 |
| 4.3.2. FACTORES DESENCADENANTES..... | 29 |
| 4.4. Deslizamiento en el sector Huacclipagrande | 30 |
| 4.5. Derrumbes en el sector Huacclipagrande | 32 |
| 4.5.1. FACTORES CONDICIONANTES..... | 35 |
| 4.5.2. FACTORES DESENCADENANTES..... | 35 |
| 5. CONCLUSIONES | 37 |
| 6. RECOMENDACIONES | 39 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA | 40 |
| ANEXO 1: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN | 41 |

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizados en los sectores Aguas Nieve y Huacclipagrande que pertenecen a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Monobamba, provincia de Jauja, región Junín. 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).

Litológicamente en el sector de Aguas Nieve, aflora la Formación La Merced compuesta por conglomerados polimícticos, cuyos litoclastos corresponden a calizas, granitos, areniscas, andesitas y metamorfitas subredondeadas a redondeadas, en una matriz limoarenosa, con cemento arcilloso, esta unidad se encuentran semiconsolidada y es de resistencia baja, sobre esta formación se emplazan depósitos coluvio-deluviales constituidos por materiales arcillo-limosos blandos, cohesivos y húmedos al tacto, de plasticidad media a alta, no competentes.

En el sector Huacclipagrande predominan rocas metamórficas gneis y esquistos altamente fracturados cubiertos por suelos coluvio-deluviales conformados por bloques metamórficos (> 50 cm) con presencia de gravillas (< 2 cm), en una matriz areno-limosa húmeda poco cohesiva de plasticidad baja, no compacta y poco competente; también se pueden observar depósitos proluviales y aluviales conformados por bloques de roca de hasta 6 m y arenas gruesas en los cauces de la quebrada Huacclipagrande y el río Monobamba.

La geomorfología local en el sector Aguas Nieve está representada por subunidades de montaña en rocas intrusivas, sedimentarias y volcano-sedimentarias; y en el sector Huacclipagrande se observa la predominancia de montañas en roca metamórfica.

La pendiente de la ladera en el sector Aguas Nieve varía de moderada a fuerte (5°- 25°) cambiando a muy fuerte (25°-45°) en determinados sectores, siendo 30° la pendiente promedio del cuerpo del deslizamiento rotacional identificado en este sector.

En las laderas del sector Huacclipagrande predominan pendientes fuertes a escarpadas (15°-45°) y en la parte alta de la quebrada se presentan pendientes muy escarpadas (>45°), en laderas donde la pendiente promedio es de 60° se evidencian zonas de derrumbes.

En el sector Aguas Nieve se ha identificado el cuerpo de un deslizamiento antiguo en proceso de reactivación con la formación de una escarpa lateral de 2 m de altura visible, longitud de 350 m y ancho promedio de 116 m, que afecta 120 m de la carretera que une los poblados de Rondayacu y Aguas Nieve.

En el sector Huacclipagrande se ha identificado la ocurrencia de un flujo de detritos proveniente de la quebrada del mismo nombre, que confluye con el río Monobamba, las evidencias de campo señalan que el flujo tuvo una longitud de recorrido de aproximadamente 20 km, iniciando en la parte alta de la quebrada, siguiendo el cauce del

rio Monobamba, hasta llegar al poblado Libertad Tinco, este evento según la versión de los pobladores ocurrió en el año 2008, suscitándose desde entonces de manera frecuente pero menos intensa en los meses de precipitaciones altas. Así mismo, se han identificado 5 zonas de derrumbe en la margen derecha de la quebrada, cuyos factores condicionantes son el socavamiento del río Monobamba, la pendiente promedio de las laderas, y la composición litológica del área (rocas metamórficas altamente fracturadas), dichos derrumbes presentan una altura máxima de 300 m, medidos desde el cauce del río, con un ancho máximo de 95 m y afectan diferentes tramos de la carretera Huayanay – Huacllipagrande.

En la margen izquierda del sector Huacllipagrande se identificó un deslizamiento rotacional con un ancho de 350 m y longitud de 120 m, que afecta 90 m de la carretera que conecta los poblados de Huayanay y Tambillo.

Debido a las características que presentan ambas áreas se las cataloga de **Alto Peligro**. El sector Aguas Nieve a la ocurrencia de deslizamientos y el sector Huacllipagrande a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y flujo de detritos (huaico). Los deslizamientos y, derrumbes pueden ser desencadenados por efectos cosísmicos e intensas lluvias, que se presentan entre diciembre a marzo, mientras que los flujos de detritos son desencadenados por altas precipitaciones que incrementan el cauce de los ríos y su poder erosivo.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones que se considera importante que las autoridades pongan en práctica, como son los procesos de reforestación, tratamiento del talud (banqueamientos) con drenes que eviten la saturación del terreno, desquinche de bloques inestables, entre otros que se describen en el presente documento.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo las solicitudes de la Municipalidad Distrital de Monobamba, según oficios N° 00192-2020-DA/MDM y 00193-2020-DA/MDM, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de los eventos de tipo deslizamiento, derrumbes y flujos ocurridos en los sectores de Aguas Nieve y Huacllipagrande que afectaron infraestructura vial y áreas de cultivo en dichos sectores.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó al ingeniero Segundo Núñez y Geol. Gonzalo Luna, para realizar la evaluación de peligros geológicos, en coordinación con los representantes de la Municipalidad Distrital de Monobamba. Los trabajos de campo se realizaron del 22 al 25 de noviembre del 2020.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas con vehículos aéreos no tripulados - dron), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Monobamba, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en los sectores de Aguas Nieve y Huacllipagrande, distrito de Monobamba, departamento de Junín, eventos que pueden comprometer la seguridad física de la población y vías de comunicación en la zona de influencia de los eventos.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de los fenómenos por movimientos en masa identificados.
- c) Recomendar medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales en base a inventarios de peligros geológicos a nivel nacional (boletines):

- A) Boletín N° 78, serie A: Geología de los cuadrángulos Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced” (1996); este boletín describe las unidades litoestratigráficas de los mapas geológicos de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced, en base a trabajos realizados en la región Junín, para el presente informe se ha utilizado el mapa geológico de La Merced cartografiado 1:100 000 que abarca los sectores de estudio Aguas Nieve y Huaclipagrande, donde la geología local del área de estudio está representada por afloramientos de rocas de origen sedimentario, volcánico y volcano-sedimentario, de las formaciones Copacabana, Chambara, Aramachay, Grupo Mitu y unidades intrusivas como Tarma y San Ramón, además se aprecia la secuencia metamórfica del Complejo Marañón compuesto por gneis y cuarcitas bandeadas.
- B) Informe técnico “Evaluación técnica de peligros geológicos del Sector Rondayacu – A 6942 (2019)”; este informe, evalúa los sectores comprendidos entre las quebradas Pucayacu y Palillo del centro poblado Rondayacu, a 5 km del sector Aguas Nieves y brinda información de los peligros geológicos aledaños identificados, así como una visión preliminar de los factores condicionantes y desencadenantes predominantes en el área de evaluación.
- C) Boletín N° 29, serie C: Geodinámica e ingeniería geológica: “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja 4” (2006); este boletín analiza la estabilidad de las regiones enmarcadas entre los paralelos 10° y 12° Sur del territorio nacional, denominada franja N°4, con respecto a procesos asociados a peligros geológicos: movimientos en masa (caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos y movimientos complejos,), utilizando estudios puntales, entre los cuales destacan zonas de deslizamiento en el sector Monobamba en suelos de naturaleza proluvial-coluvial: “

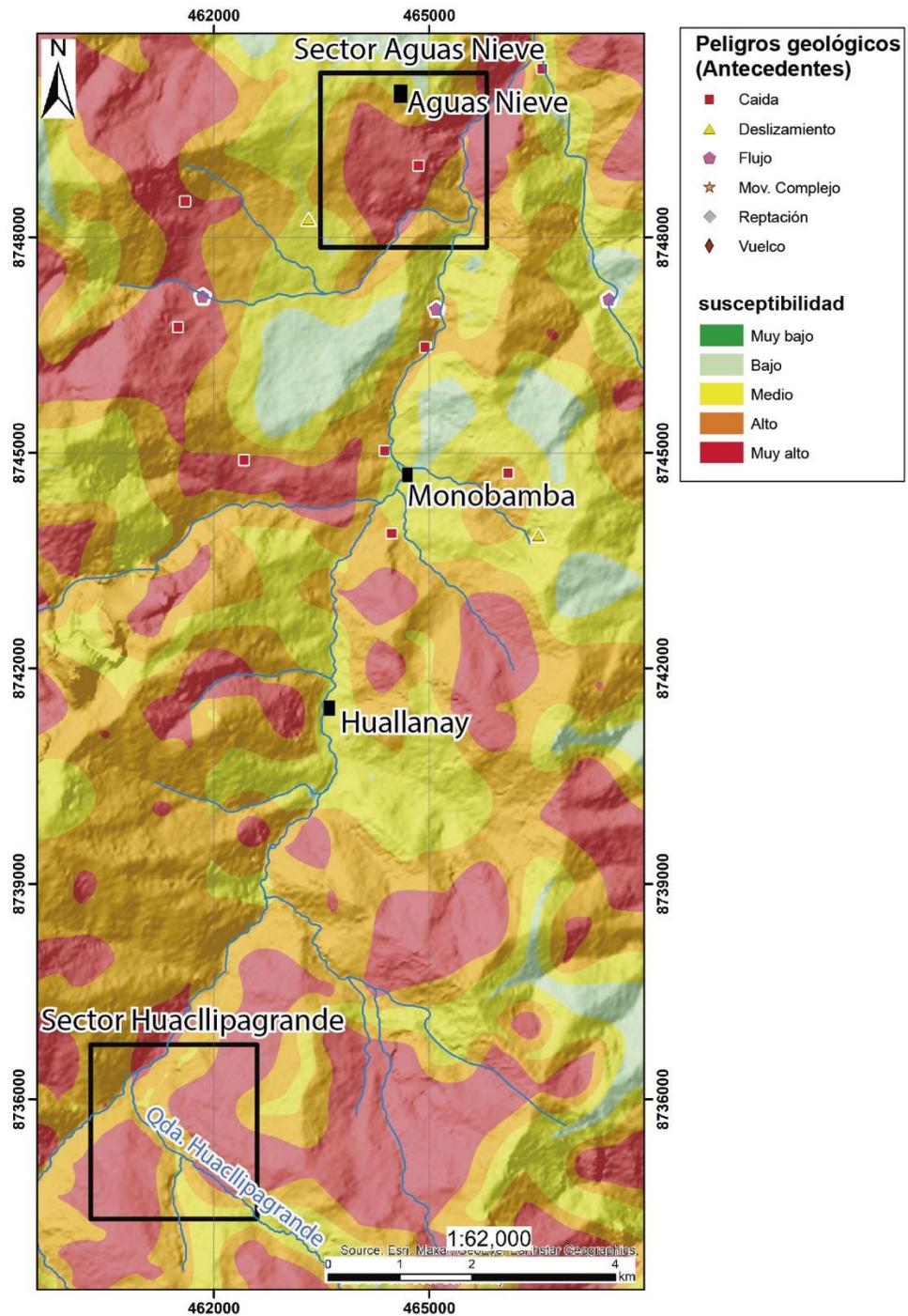


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa y peligros geológicos en los sectores Aguas Nieve y Huacclipagrande. (Modificado de Villacorta et al., 2012).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. UBICACIÓN

Políticamente ambos sectores de evaluación pertenecen al distrito de Monobamba, provincia de Jauja, departamento de Junín. El sector Aguas Nieve se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Monobamba, al noroeste del centro poblado principal del distrito (Monobamba).

El sector Huaclipagrande se ubica al suroeste del centro poblado principal a 7 km aproximadamente del anexo Huayanay (ver figura 2), estas localidades se enmarcan dentro de las siguientes coordenadas UTM, WGS 84, zona 18 S (cuadro 1).

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

| N° | UTM - WGS84 - Zona 18L | | Geográficas | |
|--|------------------------|-----------|---------------|---------------|
| | Zona Aguas Nieve | | | |
| | Este | Norte | Latitud | Longitud |
| 1 | 464560.7 | 8750330.2 | 11°18'16.26"S | 75°19'29.09"O |
| 2 | 464721.0 | 8749759.5 | 11°18'34.86"S | 75°19'23.80"O |
| 3 | 464455.6 | 8749665.4 | 11°18'37.91"S | 75°19'32.58"O |
| 4 | 464274.2 | 8750125.3 | 11°18'22.92"S | 75°19'38.54"O |
| COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL | | | | |
| C | 464508.3 | 8749975.3 | 11°18'27.13"S | 75°19'31.32"O |
| Zona Huaclipagrande | | | | |
| 1 | 461010.1 | 8736698.3 | 11°25'39.93"S | 75°21'26.75"O |
| 2 | 461310.8 | 8735545.9 | 11°26'17.46"S | 75°21'16.87"O |
| 3 | 460955.9 | 8735403.9 | 11°26'22.07"S | 75°21'28.59"O |
| 4 | 460542.9 | 8736372.1 | 11°25'50.53"S | 75°21'42.18"O |
| COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL | | | | |
| C | 460859.5 | 8736112.8 | 11°25'57.59" | 75°21'32.18"O |

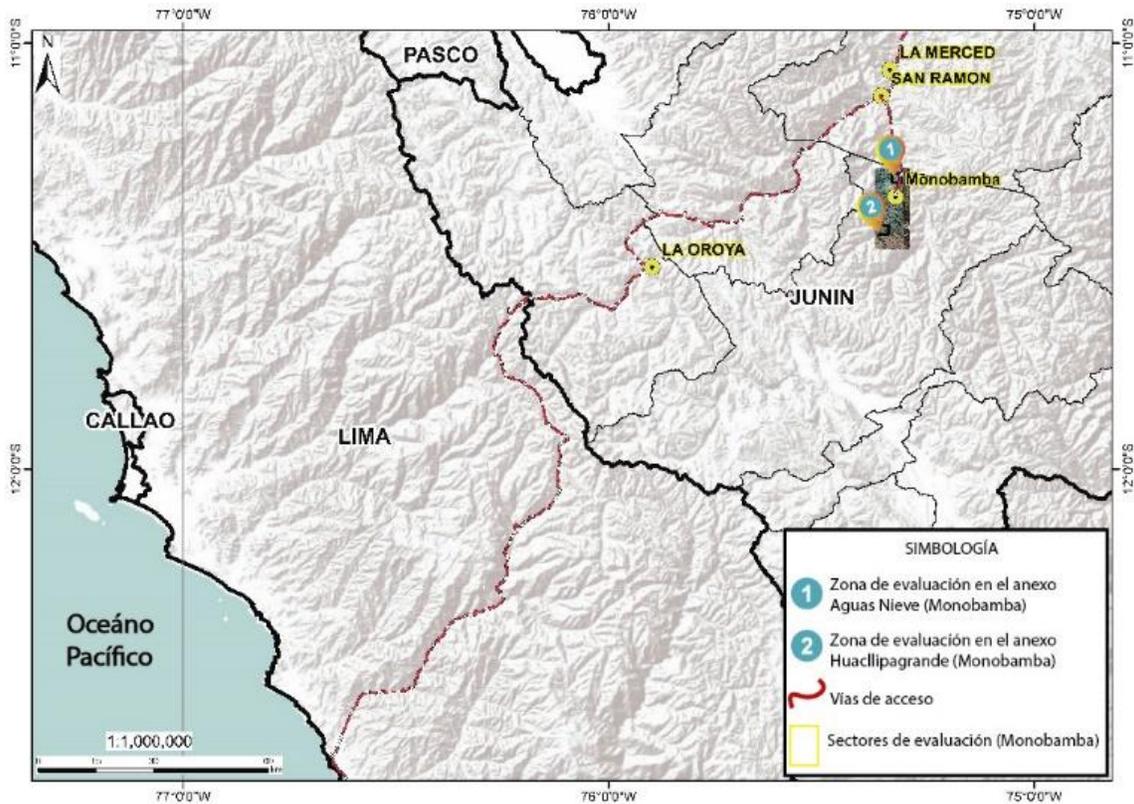


Figura 3. Mapa de accesibilidad al sector Monobamba desde la ciudad de Lima.

1.3.3. CLIMA

De acuerdo al mapa climático nacional del SENAMHI (2018), el distrito de Monobamba tiene un clima de Selva Tropical muy húmeda, con precipitación efectiva muy lluviosa y abundante en todas las estaciones, donde los meses con mayor precipitación (diciembre a marzo), superan el promedio de 1500 mm y los meses que registran menor precipitación (mayo a agosto) con un promedio debajo de los 500 mm de acuerdo a la estación meteorológica Ricrán de la provincia de Jauja, administrada por el SENAMHI, con eficiencia térmica semicálida, con una humedad del ambiente muy húmeda por la alta concentración de vapor de agua en la atmósfera y con invierno seco, esta información está sustentada en la clasificación climática por el método de Thornthwaite con información meteorológica recolectada de aproximadamente 20 años (figuras 4 y 5).

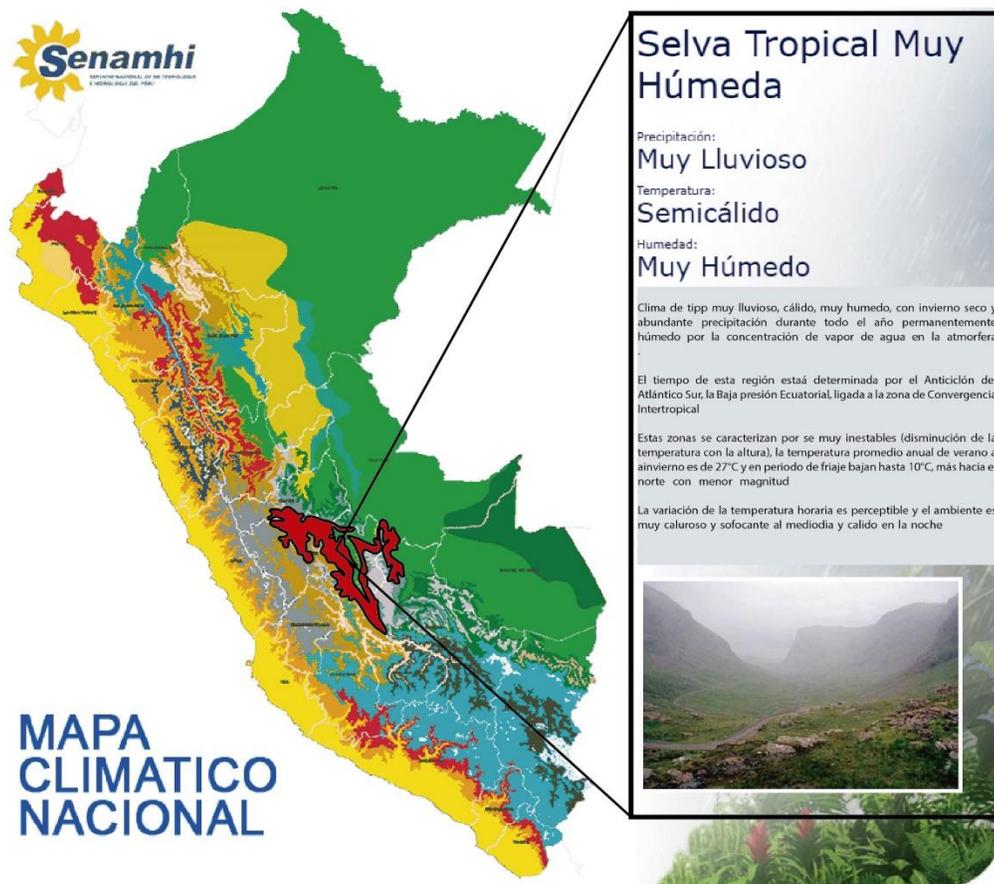


Figura 4. Mapa de climático Nacional del Perú (Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru> , fecha de consulta 12/2020)

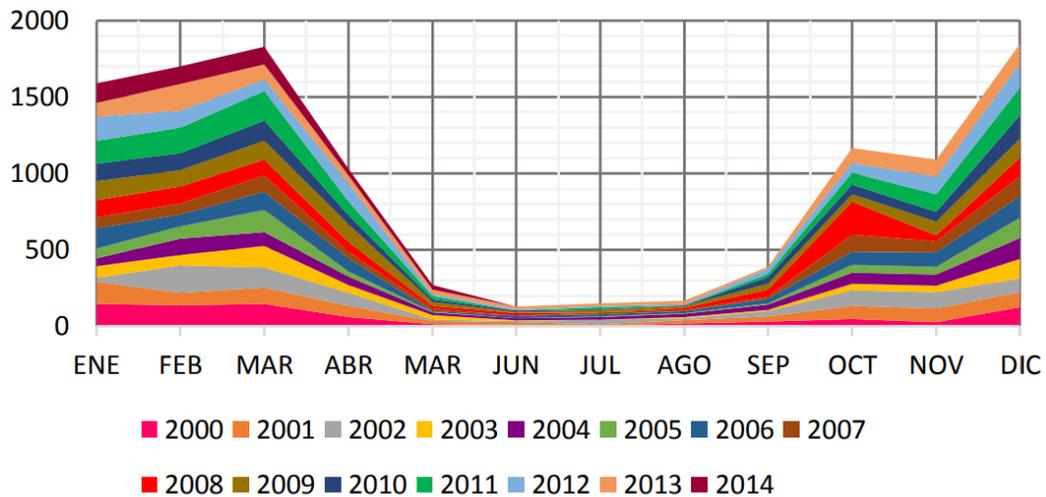


Figura 5. Precipitación promedio mensual de 14 años en el distrito de Monobamba información obtenida por Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú Estación Ricrán (Senamhi Junín, 2016).

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base el boletín de los cuadrángulos de Chuchurras, La Merced, Oxapampa y Ulcumayo y el mapa geológico del cuadrángulo de La Merced (23 m) realizado por Monge et al. (1996), cartografiado a una escala de 1:100 000, donde se identificaron y describen las siguientes unidades litoestratigráficas aflorantes en el área de estudio.

2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona evaluada y alrededores, en su mayoría son de origen sedimentario, volcánico y volcano sedimentario, de las formaciones Copacabana, Chambara, Aramachay, Grupo Mitu y unidades intrusivas como Tarma y San Ramón, además se aprecia la secuencia metamórfica del Complejo Marañón compuestos por gneis y cuarcitas bandeadas.

2.1.1. COMPLEJO MARAÑÓN

Corresponden a las rocas más antiguas que afloran en el área de evaluación, está constituido por esquistos, mica esquistos y gneis, estos afloramientos recorren transversalmente el Cuadrángulo de La Merced (NO-SE), encontrándose afectada y limitada por fallas normales que condicionan la morfoestructura de la cordillera Oriental, específicamente en el área de estudio las secuencias metamórficas del Complejo Marañón afloran en el sector de Huacllipagrande, donde se observan bloques metamórficos bandeados (gneis) y mica esquistos en la quebrada Huacllipagrande (figura 6).

2.1.2. GRUPO COPACABANA

En el cuadrángulo de La Merced se describe como secuencias de calizas bioclásticas intercalada con areniscas y lutitas, extendiéndose paralelamente a los ríos Tulumayo y Comas a manera de una franja continua que parte desde Monobamba y se prolonga hasta el poblado de Uchubamba en el cuadrángulo de Jauja. En el sector de evaluación se han identificado calizas de este grupo altamente fracturadas entre los poblados de Rondayacu y Aguas Nieve.

2.1.3. GRUPO MITU

Es una secuencia de areniscas y conglomerados rojizos que yacen en discordancia al Grupo Copacabana, en el área de estudio aflora la parte superior del Grupo Mitu, constituido por areniscas líticas y arcósicas de grano grueso a medio en tramos de la carretera Rondayacu y Aguas Nieve donde se presentan intercalaciones de areniscas rojizas con brechas arcósicas (figura 7).



Figura 6. Afloramientos de rocas metamórficas del complejo Marañón, constituidos por gneis, obsérvese el bandeamientos característico de este tipo de rocas, en la margen derecha de la quebrada Huacllipagrande, (coordenadas UTM 18s: X: 461296, Y: 8735446).



Figura 7. Afloramiento del Grupo Mitu constituidos por areniscas finas de laminación subhorizontal, entre el tramo Rondayacu – Aguas Nieve, (coordenadas UTM 18s: X: 464296, Y: 8749895).

2.1.4. FORMACIÓN CHAMBARA

Está constituido por dolomías y calizas intraclásticas laminares con abundante contenido de cuarzo detrítico, limolitas calcáreas, dolomicritas, calizas chérticas y micríticas grises oscuras, se observa al oeste de los centros poblados de Callas y Monobamba, también aflora ligeramente entre los sectores de Rondayacu y Aguas Nieve donde se observan calizas con alto contenido de cuarzo (figura 8).



Figura 8. Afloramiento de calizas de la Formación Chambara en el sector Aguas Nieve, de grano fino y presentan alto contenido de sílice (coloraciones blanquesinas), (coordenadas UTM 18s: X: 464296, Y: 8749895).

2.1.5. FORMACIÓN ARAMACHAY

Corresponde a calizas oscuras bituminosas y arcillosas sus afloramientos se encuentran pobremente expuestos por la erosión, esta Formación se encuentra al suroeste del sector de Rondayacu en contacto con la Formación Chambara, en el sector se pueden apreciar bloques de caliza oscura y no tanto el afloramiento por el espesor Cuaternario que la cubre.

2.1.6. FORMACIÓN LA MERCED

La Formación La Merced es una secuencia conglomerádica del tipo piedemonte, conformada por conglomerados polimícticos, cuyos litoclastos corresponden a calizas, granitos, areniscas, andesitas y metamorfitas, cuya fraccionometría varía entre $0.05\text{ m} \pm 1.0\text{ m}$, presentando bordura subredondeada y se encuentran envueltos en una matriz limoarenosa con cemento arcilloso o calcáreo. Entre la secuencia conglomerádica se reconocen estratos de areniscas de grano grueso y lodolitas de color gris. Esta formación se aprecia en el sector Aguas Nieve, y está cubierta por depósitos coluvio-deluviales.

2.1.7. DEPÓSITO ALUVIAL-PROLUVIAL

Los depósitos aluviales están constituidos por capas de gravas gruesas y finas bien clasificadas en las márgenes del río Monobamba, formando terrazas a diferentes niveles. Los depósitos proluviales están formados por fragmentos rocosos heterométricos pobremente clasificados en una matriz areno limosa, se encuentran en las quebradas de corrientes temporales como la quebrada Huacclipagrande, donde se evidencian bloques desde 3 m hasta 6 m de diámetro de origen metamórfico, en su mayoría gneis y esquistos micáceos (figura 9).



Figura 9. Depósitos proluviales en la quebrada Huacllipagrande con presencia de bloques de hasta 3 m de diámetro que se observa en el acercamiento de la fotografía, (coordenadas UTM 18s: X: 461574, Y: 8735207).

2.1.8. DEPÓSITO COLUVIO-DELUVIAL

Son depósitos formados por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), estos se encuentran interestratificados y no es posible diferenciarlos (Vílchez et al.,2019), estos depósitos están constituidos por bloques angulosos heterométricos con un porcentaje mayor de matriz limo-arenosa, se encuentra en el sector Aguas Nieve y Huacllipagrande cubriendo el substrato rocoso.

2.1.9. DEPÓSITO COLUVIAL

Lo conforman clastos y gravas angulosas a subangulosas de diferentes tamaños y unidos por una matriz limo-arcillosa, son productos de derrumbes y se aprecian en el sector Huacllipagrande, en las laderas de la quebrada, afectando diferentes tramos de la carretera Huayanay-Tambillo (Figura 11).

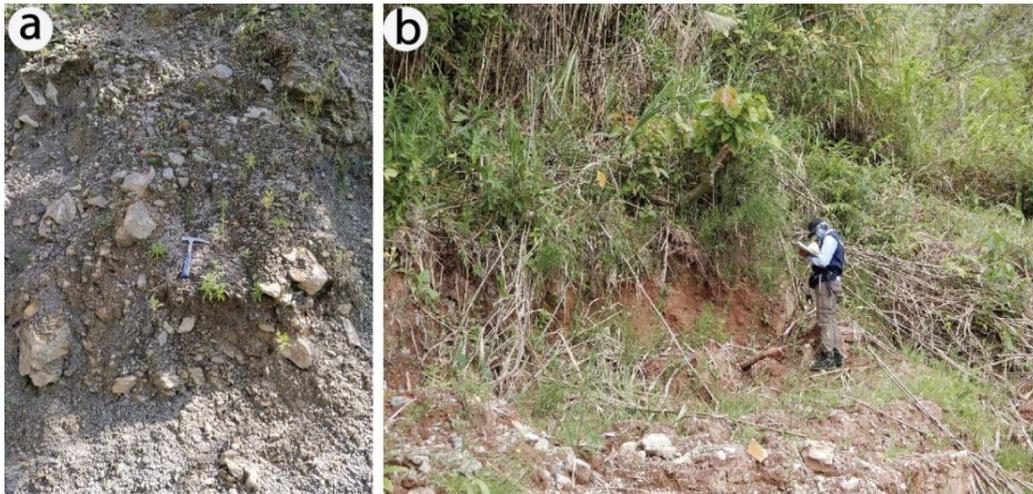


Figura 10. Depósitos coluvio-deluviales a) en el sector Huaclipagrande (coordenadas UTM 18s: X: 460725., Y: 8735639), b) en Aguas Nieve, (coordenadas UTM 18s: X: 464431, Y: 8749993).



Figura 11. Depósitos coluviales producto de derrumbes en el sector Huaclipagrande, (coordenadas UTM 18s: X: 461275, Y: 8735562)

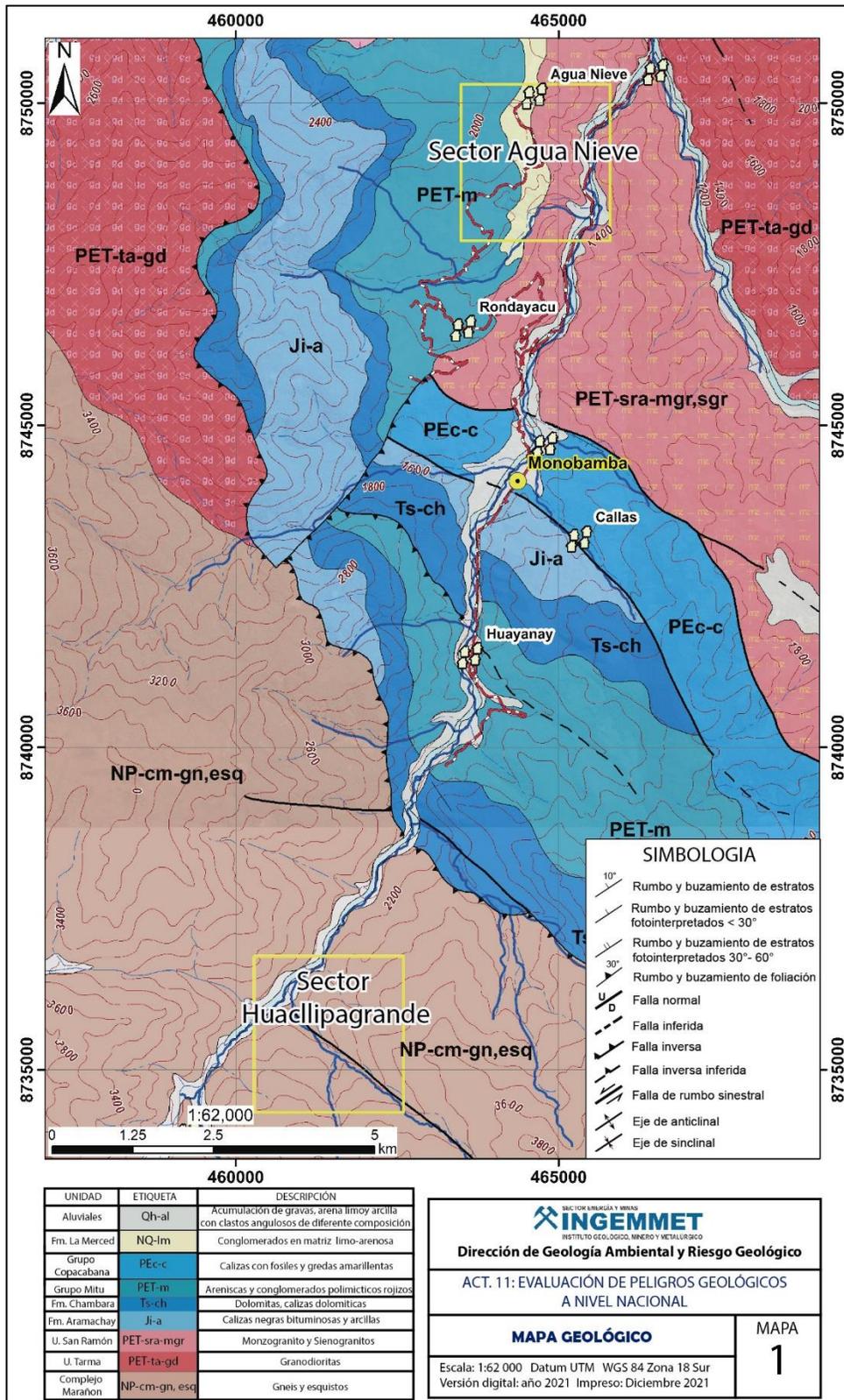


Figura 12. Mapa Geológico de los sectores Aguas Nieve y Huacllipagrande (Monges et al., 1996).

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

Los rangos de pendiente en la zona evaluada varían de rangos de terrenos inclinados con pendiente suave (1° - 5°) en el cauce de los ríos Monobamba y Tulumayo a terrenos de pendiente fuerte a muy escarpados (15° - 45°) en las laderas de las montañas aledañas.

En el sector de Aguas Nieve, la pendiente promedio es moderada (5° - 15°) en las laderas de la quebrada Rondayacu, afluente al río Monobamba, de este punto entre las cotas 1266 y 1780 m s.n.m. se presenta una ladera con pendientes escarpadas a muy escarpadas y desde esta última cota hasta los 2180 m s.n.m., las pendientes varían entre fuertes (15° - 25°) a muy escarpadas, es entre estas cotas que se ha presentado la reactivación de un deslizamiento antiguo en el sector Aguas Nieve donde el cuerpo del deslizamiento presenta una pendiente promedio de 30° .

En el sector Huaclipagrande las pendientes predominantes son muy escarpadas y solo se observan pendientes moderadas en tramos del cauce de la quebrada Huaclipagrande y río Monobamba (figura 13).

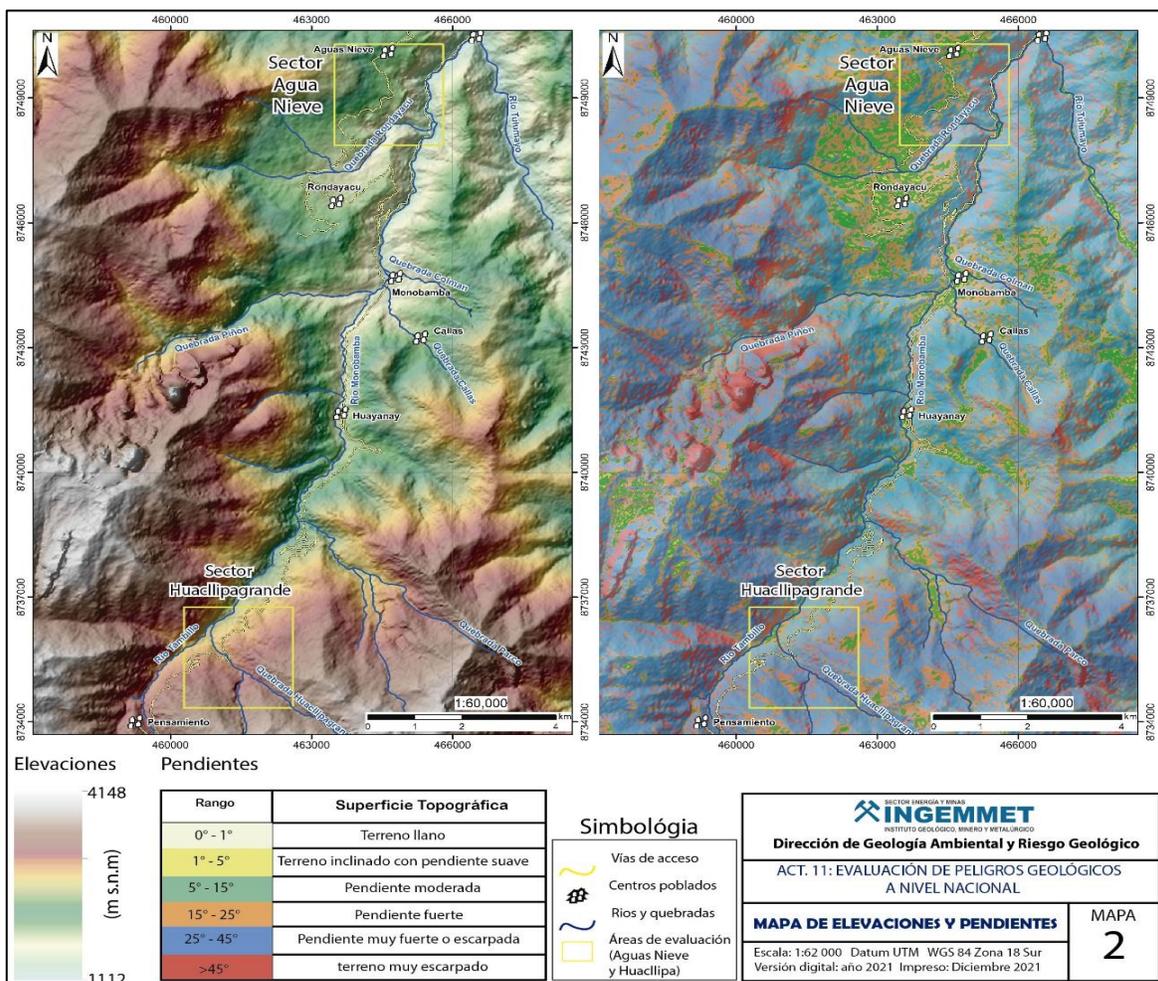


Figura 13. Mapa de elevaciones y pendientes. Elaboración propia en base a un DEM ALOS PALSAR.

3.2. Unidades geomorfológicas

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

3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

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

3.2.1.1. Unidad de montañas

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforma y los procesos que han originado su forma actual (figura 14).

Subunidad de montañas en rocas intrusiva (RM-ri): Dentro de esta subunidad se consideran afloramientos de roca intrusiva de la Unidad San Ramón constituidos por monzogranitos con laderas de pendientes superiores a los 25°, se presentan en el sector de Aguas Nieve desde la quebrada Rundayacu hasta los 1820 m s.n.m., donde empiezan las montañas en roca sedimentaria y volcano-sedimentaria del Grupo Mitu y Copacabana.

Subunidad de montañas en rocas sedimentaria (RM-rs): Dentro de esta subunidad se consideran afloramientos de roca sedimentaria de la Formación La Merced constituidos por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas, donde las laderas presentan pendientes superiores a los 25°, se presentan en el sector de Aguas Nieve desde la cota 1820 hasta los 1843 m s.n.m.

Subunidad de montañas en roca volcano-sedimentaria (RM-rvs): Dentro de esta subunidad se consideran afloramientos de roca volcano-sedimentaria del Grupo Mitu constituidos por conglomerados brechas, lavas y tobas de cenizas, el deslizamiento del sector Aguas Nieve se da sobre la ladera Este de esta subunidad geomorfológica sobre la cual se han depositados suelos coluviales producto de movimientos en masa antiguos.

Subunidad de montañas en roca metamórfica (RM-rm):

Dentro de esta subunidad se consideran afloramientos de roca metamórfica del Complejo Marañón constituidos por secuencias de cuarcitas y gneis, se observan predominantemente en el sector Huacclipagrande donde las laderas presentan pendientes escarpadas con un promedio de 65°.

3.2.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

Las geoformas de carácter depositacional y agradacional son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como el agua de escorrentía, los glaciares, las corrientes marinas, las mareas y los vientos. Estos tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

3.2.2.1. Planicies

Son superficies que no presentan claro un direccionamiento ya sea que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, y están determinadas por una acción prolongada de los procesos denudacionales (Vílchez et al.,2019).

Terraza alta aluvial (T-al)

Subunidad que corresponde a los niveles más antiguos de terrazas aluviales localizada a 20 m aproximadamente por encima del cauce del río Monobamba y Tulumayo. Geodinámicamente, esta subunidad se encuentra asociada a procesos de erosión fluvial. Se pueden observar en ambas márgenes del río Monobamba.

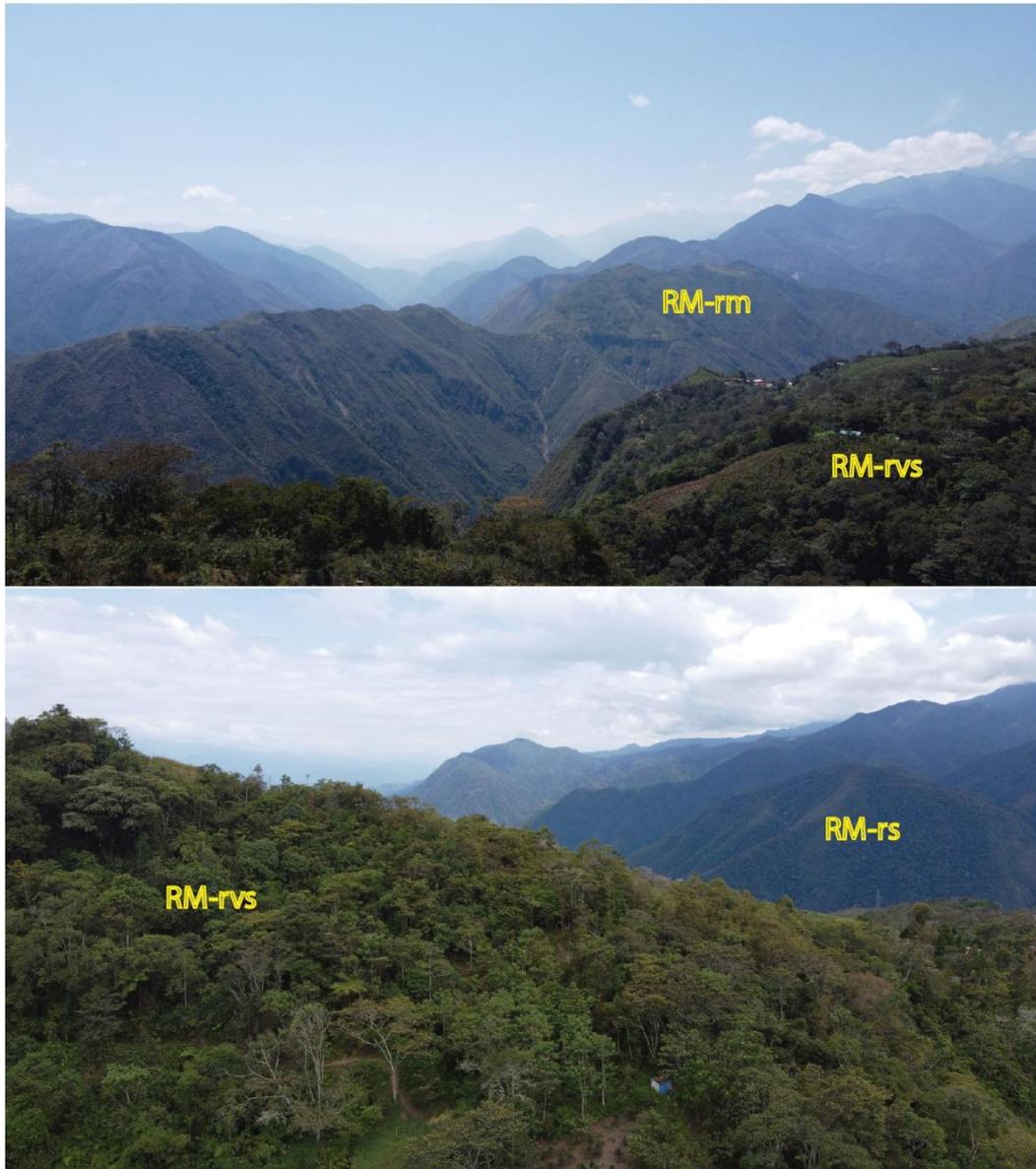


Figura 14. Geformas degradacionales – Unidad de montañas en el sector Aguas Nieve.

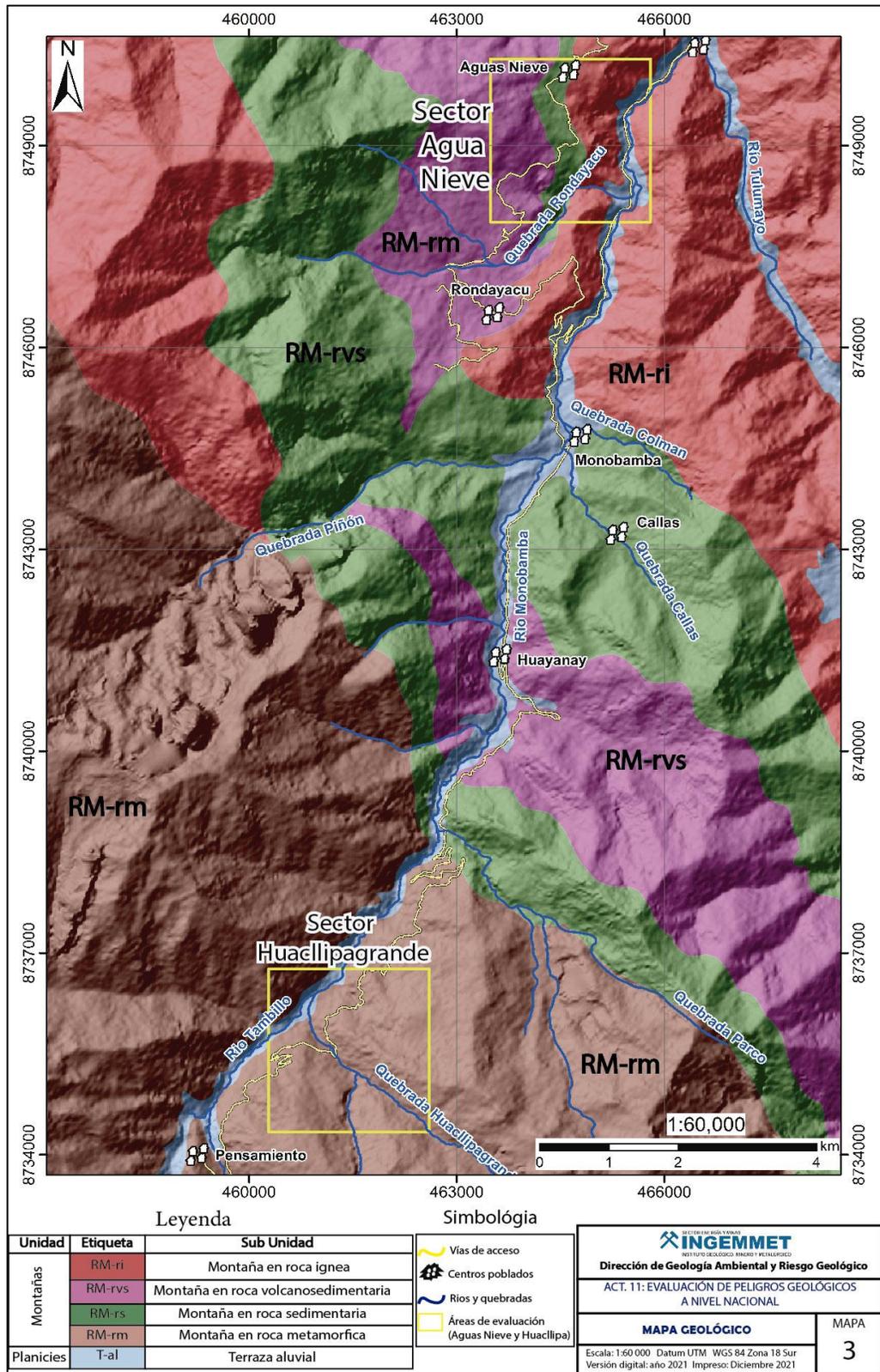


Figura 15. Mapa geomorfológico del área de estudio. Elaboración propia en base a la delimitación geológica de Monge et al.,1996.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa: deslizamiento en el sector Aguas Nieve y deslizamiento, derrumbes y flujo de detritos (huaicos) en el sector Huacllipagrande (PMA: GCA, 2007). Estos son resultado del proceso de modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos y quebradas.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelos, el drenaje superficial–subterráneo y la cobertura vegetal. Se tiene como “desencadenantes” de estos eventos las precipitaciones de lluvias periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad que pueden tener.

4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Los trabajos en campo nos han permitido recopilar datos para el cartografiado y caracterización de los peligros geológicos (deslizamientos, derrumbes y flujo de detritos), identificados en los sectores de Aguas Nieve y Huacllipagrande, los cuales se describen a continuación:

4.2. Deslizamiento del sector Aguas Nieve

Este evento se ha localizado en la margen izquierda de la quebrada Rundayacu, quebrada afluente al río Monobamba a una distancia aproximada de 970 m al sureste de su desembocadura en el río.

El evento se ha identificado a través de imágenes satelitales (IMAGE 2020 CNES/AIRBUS) donde se visualiza el cuerpo de un deslizamiento antiguo cuya escarpa principal se ubica a los 1800 m s.n.m., y el pie de deslizamiento a los 1660 m s.n.m, con una dirección de desplazamiento sureste y una longitud de 462 m.

A través de los trabajos en campo y utilizando vuelos con dron, se ha identificado procesos de reactivación sobre el cuerpo antiguo de material coluvio-deluvial arcillo-limoso blando y húmedo al tacto, con fragmentos de gravilla (<2 cm), donde la pendiente varía entre 15° a 25 ° (pendiente fuerte) en el cuerpo del deslizamiento y 25° a 45 ° (pendiente escarpada) en la zona de la escarpa principal.

Como evidencias de la reactivación del deslizamiento se ha observado la formación de una escarpa lateral con una altura de 2 m, con presencia de agrietamientos en el terreno de 1.5 m de separación y profundidad visible de 1 m, una zona de hundimiento en el terreno desplazado de 30 m de ancho y grietas con dirección suroeste, en base a estos datos se ha cartografiado el cuerpo del deslizamiento reactivado, que presenta una longitud de 350 m y ancho promedio de 116 m, su escarpa principal se encuentra a los

1770 m s.n.m y sus escarpa secundaria más evidente a los 1731 m s.n.m (figura 16). La carretera que conecta los poblados Rondayacu y Aguas Nieve, atraviesa el cuerpo de dicho deslizamiento, quedando afectado 120 m del trazo de carretera.

4.2.1. CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL EVENTO

El deslizamiento reactivado del sector Aguas Nieve tiene las siguientes características y dimensiones (figuras 17 al 21)

- Ancho promedio de la zona de escarpe: 90 m
- Forma de la superficie de rotura: irregular alargada
- Diferencia de altura aproximada de la corona a la base del deslizamiento: 85 m
- Dirección (azimut) del movimiento: N 110°

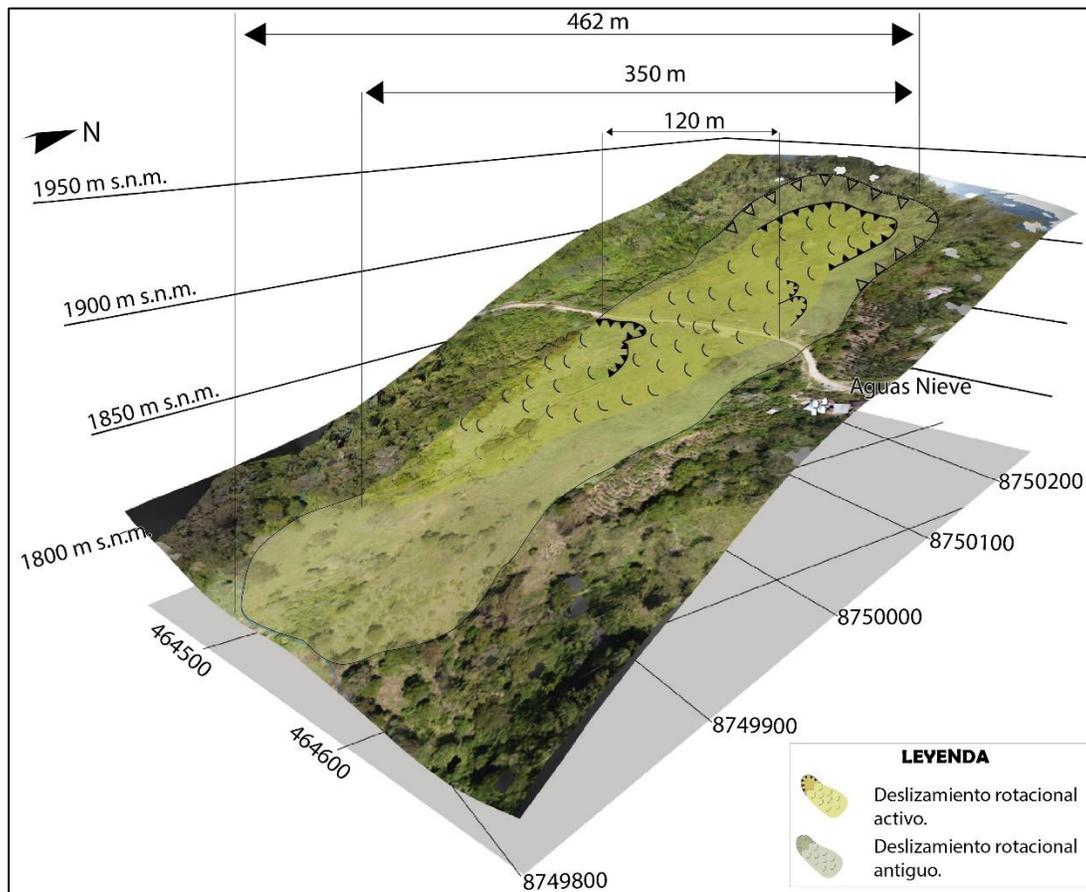


Figura 16. Esquema del deslizamiento identificado en el sector Aguas Nieve (coordenada central UTM 18s: X: 464502, Y: 8750004)



Figura 17. Escarpe lateral en formación de altura visible 2 m, (coordenadas UTM 18s: X: 464473.5, Y: 8750138.6).



Figura 18. Grietas de tensión en el cuerpo del deslizamiento con un ancho de 1.5 m y altura visible de 1 m cubiertos por vegetación (UTM 18s: X: 464476 Y: 8750119)



Figura 19. Vista aérea de la escarpa principal y escarpas secundarias, que muestran la reactivación del deslizamiento tomada con dron, (coordenadas UTM 18s: X: 464514, Y: 8750078).



Figura 20. Zona de hundimiento en el cuerpo del deslizamiento, con una longitud aproximada de 30 m. (coordenadas UTM 18s: X: 464470, Y: 8750073).



Figura 21. Agrietamientos y acanaladuras en dirección del deslizamiento (Rb N 120 y Bz 18°).
(coordenadas UTM 18s: X: 464472, Y: 8750127).

4.2.2. ANÁLISIS DE PERFILES TRANSVERSALES

Con el MDT (Modelo Digital del Terreno) de resolución 0.44 m/px, obtenido mediante levantamiento fotogramétrico aéreo con dron, en el sector de Aguas Nieve se ha realizado un perfil longitudinal (figura 22), sobre el cual se ha interpretado las unidades litoestratigráficas sobre las cuales se produce el deslizamiento en el sector Aguas Nieve.

El perfil ilustra que el deslizamiento antiguo compuesto por material coluvio-deluvial, formado por suelos limo-arcillosos húmedos, cohesivos, de baja resistencia y no competentes se han depositado sobre la Formación La Merced, compuesta por conglomerados polimícticos con niveles de areniscas de grano grueso y lodolitas semiconsolidados que se consideran no competentes y fácilmente erosionables, además, la pérdida de cobertura vegetal y la saturación del terreno producen la reactivación del deslizamiento con la escarpe principal en la cota 1770, a partir de la cual se infiere el nuevo plano de movimiento que afecta 120 m, de la carretera que conecta los poblados de Rondayacu y Aguas Nieve.

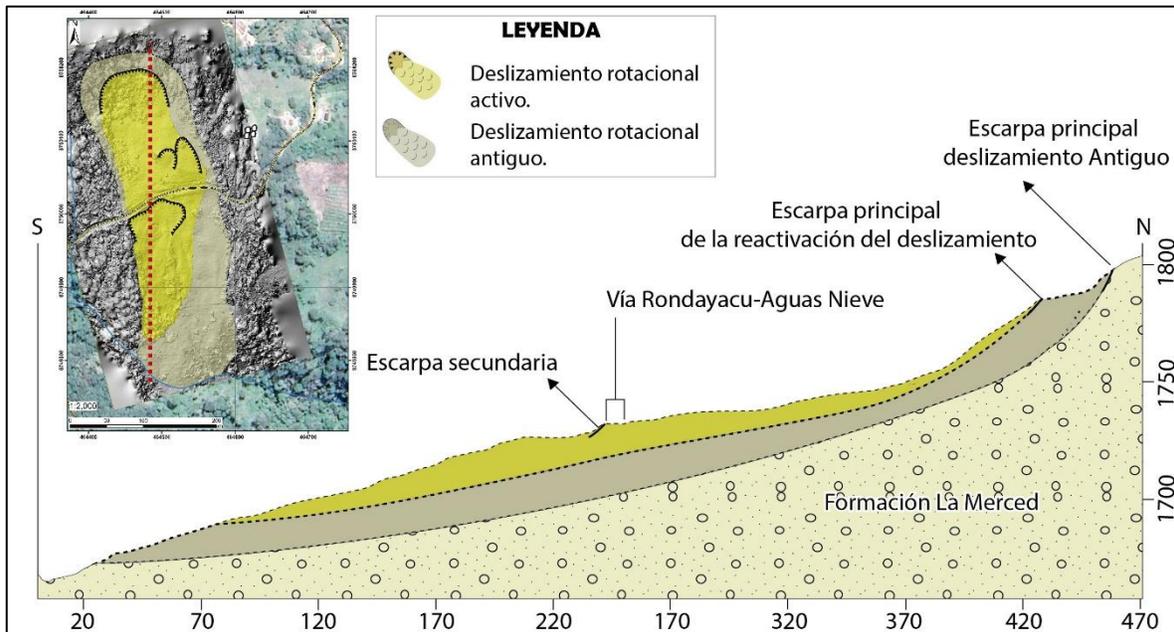


Figura 22. Perfil longitudinal inferido del deslizamiento en el sector Aguas Nieve.

4.2.3. FACTORES CONDICIONANTES

- El deslizamiento del sector Aguas Nieve se encuentra en litologías poco competentes mayoritariamente sobre la Formación La Merced compuesto por conglomerados polimícticos poco diagenizado, sobre los cuales se han depositado suelos coluvio-deluviales de matriz arcillo-limoso blando y húmedo al tacto, con fragmentos de gravilla (<2 cm). Así mismo, las formaciones circundantes al evento: Grupo Mitu están compuesto por rocas volcano-sedimentarias altamente fracturadas y meteorizadas, fácilmente erosionables.
- La pendiente de la ladera en la zona del deslizamiento varía entre 15 a 25° lo cual permite que la masa inestable se desplace por gravedad.
- La deforestación en la zona del deslizamiento permite la infiltración y retención de agua, que satura el terreno aumentando el peso del material y favoreciendo su movimiento.

4.2.4. FACTORES DESENCADENANTES

- El principal factor desencadenante es la precipitación local de la zona de evaluación, donde la precipitación puede llegar a alcanzar 1500 mm (promedio mensual de 14 años) entre los meses de diciembre y marzo.

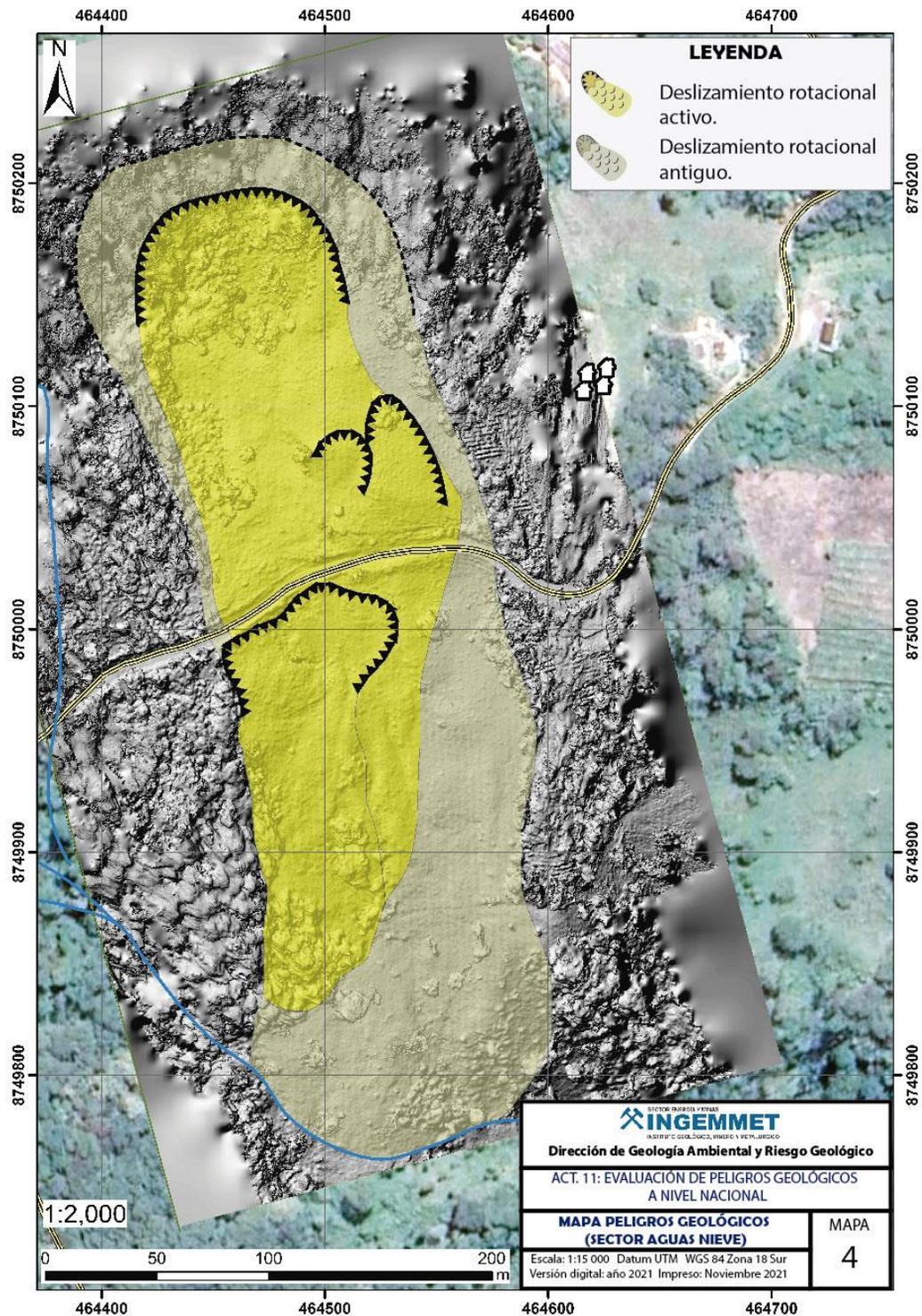


Figura 23. Peligros geológicos en el sector de Aguas Nieve).

4.3. Flujo de detritos en el sector quebrada Huacllipagrande

En el sector Huacllipagrande se ha identificado la ocurrencia de un flujo de detritos (Huaico) que empezó en la parte alta de la quebrada y continuo su recorrido de aproximadamente 20 km por el río Monobamba, hasta el poblado Libertad Tinco, según pobladores este evento se dio el 2008, desde entonces se presenta con menor intensidad, pero mayor frecuencia los meses de alta precipitación.

La ocurrencia de flujos en la quebrada Huacllipagrande está relacionada a varios factores, como por ejemplo: la presencia de lluvias intensas extraordinarias, lo que provoca una crecida súbita en el caudal de la quebrada y su río principal (río Monobamba), la erosión y el arrastre en el cauce se incrementa desestabilizando las laderas de las márgenes izquierda y derecha de origen metamórfico con cobertura de suelo coluvio-deluvial, compuesta por arenas, gravas y limos, producto de derrumbes y depósitos de deslizamientos antiguos.

Según pobladores locales el flujo de detritos en la quebrada Huacllipagrande se dio hace doce años (2008), aproximadamente, depositando material aluvial-proluvial, a lo largo del río Monobamba, dicho flujo de detritos habría llegado hasta el poblado de Libertad Tinco, afectando a su paso áreas de cultivo del sector de Huayanay y destruyendo el puente que conectaba dichas localidades con las localidades de Pensamiento y Tambillo, actualmente la carretera atraviesa la quebrada Huacllipagrande, Además se infiere que el paso de este flujo de detritos desestabilizó las laderas de la quebrada favoreciendo la ocurrencia de derrumbes que a su vez aumentan la concentración de sólidos (bloques, gravas y arenas) en el cauce de la quebrada, susceptibles a generar nuevos flujos de detritos (figura 24).

4.3.1. FACTORES CONDICIONANTES

- La pendiente de la quebrada Huacllipagrande tiene un promedio de 47° y cambia abruptamente a 25° cuando confluye con el río Monobamba, favoreciendo la velocidad del flujo y por ende la erosión del cauce y las márgenes de la quebrada, añadiendo material detrítico al cauce, favorable para producir un flujo de detritos (huaico).
- Litológicamente, ambas márgenes de la quebrada Huacllipagrande están compuestas por roca metamórfica (gneis y esquistos) altamente fracturados presentándose como planos de debilidad, con procesos geodinámico activos (derrumbes) que aportan material al cauce.

4.3.2. FACTORES DESENCADENANTES

- La intensa precipitación (lluvias) locales de la zona entre los meses de diciembre y marzo que llega a alcanzar los 1500 mm (promedio mensual de 14 años), provoca una crecida súbita del caudal afluente al río Monobamba, en este caso en la quebrada Huacllipagrande, se remueve material detrítico aluvial, proluvial y coluvial, aumentando la carga de contenido sólido al flujo, produciendo un flujo de detritos (huaico) que baja con potencia por la

quebrada e ingresa al río Monobamba dispersando su energía hasta llegar al poblado de Libertad Tinco.

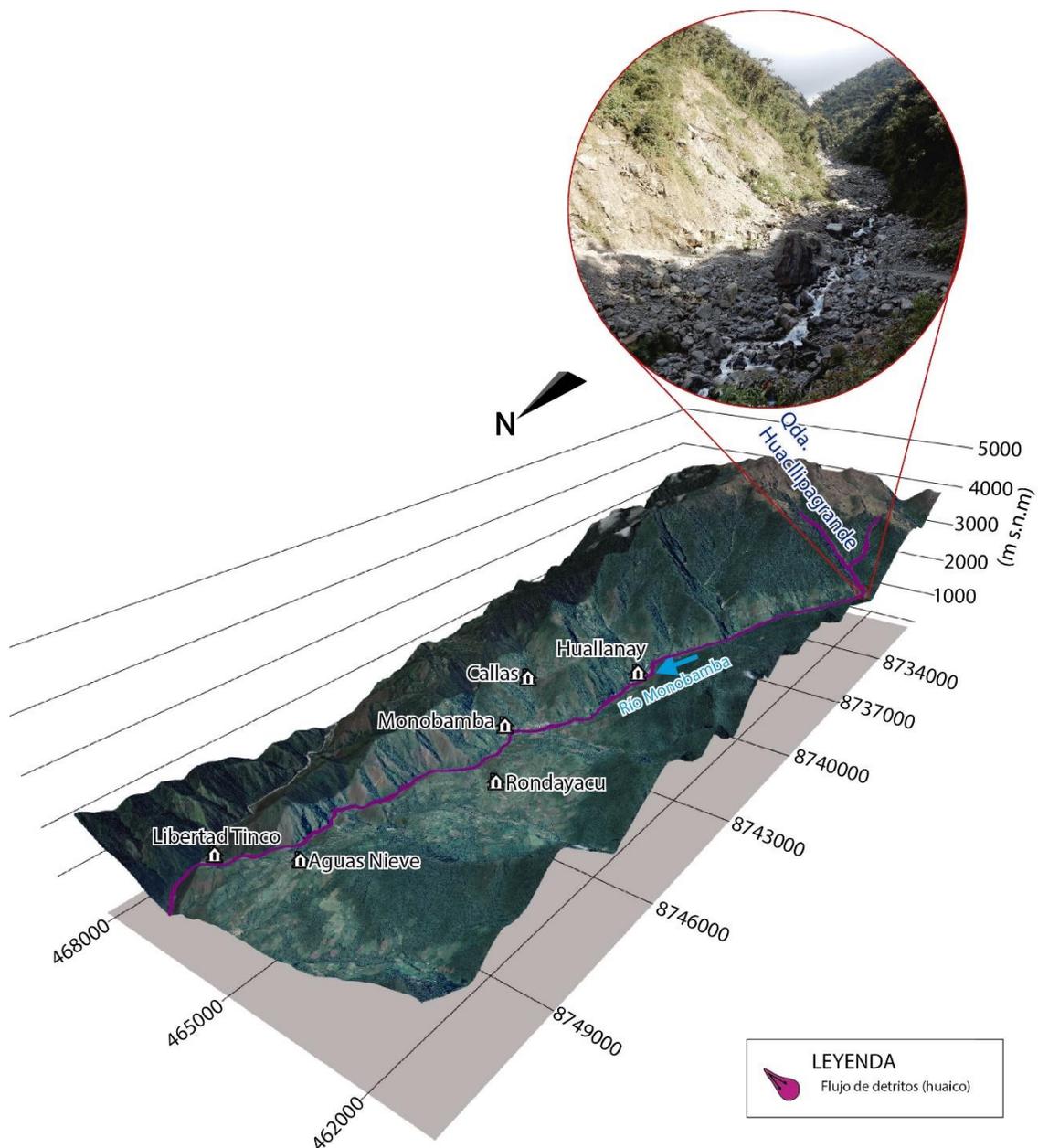


Figura 24. Representación esquemática del flujo de detritos, originado en la quebrada Huacclipagrande.

4.4. Deslizamiento en el sector Huacclipagrande

En el sector Huacclipagrande, se ha identificado un deslizamiento en la margen izquierda de la quebrada, que afecta 90 m de la carretera que conecta los poblados de Huayanay y Tambillo, en el momento de la evaluación se encontraron obreros removiendo material para ensanchar la carretera que año a año se va deslizando ladera abajo (figura 25 a y b).

El cuerpo del deslizamiento, visualizado a través de imágenes satelitales (Airbus2020), muestra una longitud de 350 m y un ancho de 120 m, conformado por bloques metamórficos mayores a 50 cm de diámetro con presencia de gravillas menor a 2 cm, en una matriz areno-limosa.

Los depósitos coluvio-deluviales que se encuentran en el talud superior de la carretera tienen una altura de 20 m aproximadamente, con evidencia de movimiento debido a la presencia de grietas superficiales de 20 cm.



Figura 25. Muestras del movimiento y afectación de la carretera a) muestra el material removido debajo de la carretera y b) muestra el material encima de la carretera. (coordenadas UTM 18s: X: 460704, Y: 8735632).



Figura 26. 1) muestra el material coluvio-deluvial de altura de 20 m desde la carretera, 2) grietamientos superficiales de 20 cm sobre el depósito coluvio-deluvial, 3) depósito

coluvio-deluvial, conformado por bloques metamórficos en una matriz areno-limosa poco compacta, no cohesiva de baja plasticidad en el talud superior de la carretera Huayanay-Tambillo. (coordenadas UTM 18s: X: 460707, Y: 8735633).

4.5. Derrumbes en el sector Huacllipagrande

Se han identificado cinco derrumbes (D1-D5) en el sector Huacllipagrande, producto de la inestabilidad de la ladera por el constante socavamiento de las aguas de la quebrada y el río Monobamba; la pendiente en el sector es de 45°, considerada como una pendiente escarpada susceptible a movimientos en masa como derrumbes y caída de rocas.

El material coluvio-deluvial de origen metamórfico, producto del alto grado de fracturamiento del macizo rocoso y el corte del talud realizado para construir la carretera también han formado parte del proceso de inestabilidad de la ladera.

Los derrumbes D1 y D2 (figuras 27 y 28) tienen alturas aproximadas de 60 m, con anchos de 20 y 25 m respectivamente.

El derrumbe D3 tiene una altura de 300 m aproximadamente medido desde el cauce de la quebrada y un ancho de 50 m (figura 29).

Los derrumbes D4 y D5 se encuentran en la quebrada continua a la quebrada Huacllipagrande a 1 km hacia el noreste, sumadas tienen una longitud de 95 m y una altura visible mayor a 24 m.

La pendiente de esta zona fluctúa entre 40° y 45°, están compuestos por material coluvio-deluvial con bloques de hasta 50 cm de origen metamórfico de forma subangulosas, la matriz es areno-limosa poco cohesiva y poco plástica con gravillas menor a 2 cm, en el cuerpo del derrumbe se observan erosión de laderas en surcos y filtraciones de agua.

A lo largo del trayecto entre Huayanay y la quebrada Huacllipagrande, se observan bloques colgados mayores a 1m de diámetro, susceptibles a caer, que deben ser removidos para evitar daños a persona y vehículos que circulen por esta carretera (Huayanay – Tambillo).



Figura 27. Derrumbe D1 ubicado en la margen derecha de la quebrada Huacllipagrande (coordenadas UTM 18 S: X: 461305.3 Y: 8735462.1)



Figura 28. Derrumbes D1 y D2 ubicados en la margen derecha de la quebrada Huacllipagrande. (coordenadas UTM 18 S: X: 461214 Y: 8735620)



Figura 29. Derrumbes D2 y D3 ubicados en la margen derecha quebrada Huacclipagrande. (coordenadas UTM 18 S: X: 461143 Y: 8735719)

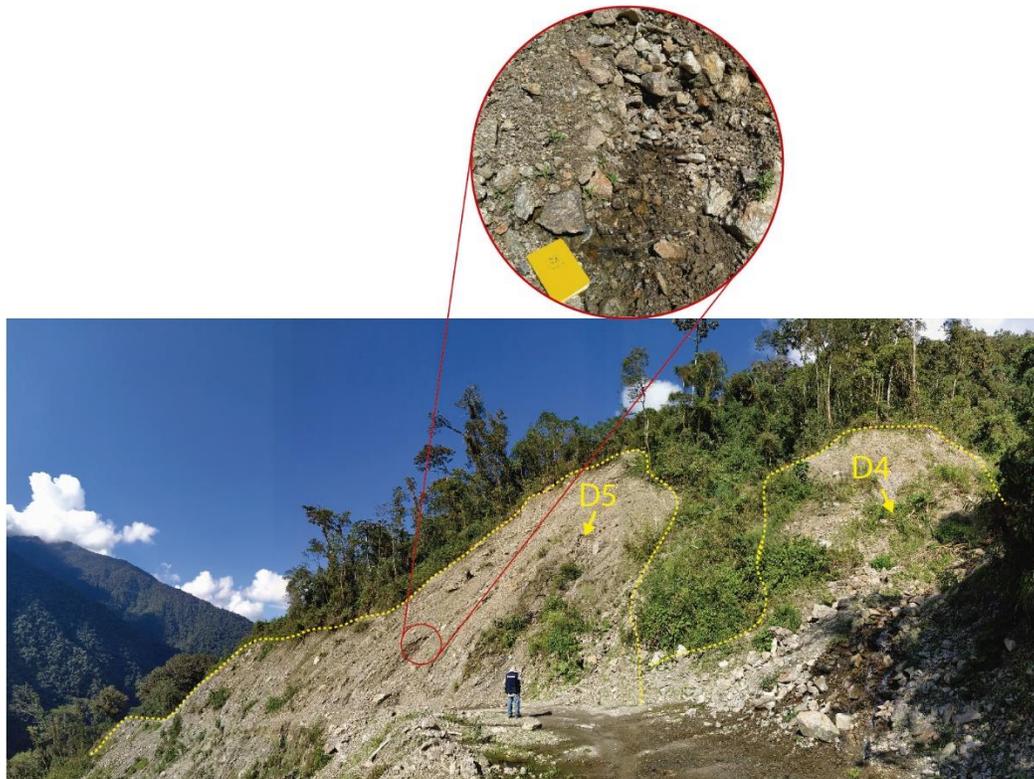


Figura 30. Derrumbes D4 y D5 ubicados en la margen derecha del río Monobamba, obsérvese las filtraciones de agua en el cuerpo del derrumbe (coordenadas UTM 18S: X: 461550.1 Y: 8736199.7).

4.5.1. FACTORES CONDICIONANTES

- Ambas márgenes de la quebrada donde se han identificado los derrumbes presentan pendientes muy escarpadas ($>45^\circ$), que favorece derrumbes en la ladera.
- La erosión fluvial en la quebrada Huaclipagrande y el río Monobamba han contribuido en la desestabilización del material coluvio-deluvial que se encuentran en las laderas de ambas márgenes favoreciendo la formación de los derrumbes y el deslizamiento del material coluvio-deluvial.
- La composición litológica de la ladera está conformada por rocas de origen metamórfico altamente fracturados y meteorizados, cubiertos por suelos coluvio-deluviales areno-limosos con bloques y gravillas no compactos, poco plásticos y no cohesivos, con filtraciones de agua que favorecen los procesos geodinámicos por gravedad.
- El corte del talud de la carretera y la falta de cobertura vegetal ha contribuido a la desestabilización de la ladera.

4.5.2. FACTORES DESENCADENANTES

- El principal factor desencadenante en la zona continúa siendo la precipitación en este sector el valor máximo de precipitación se alcanza entre los meses de setiembre a marzo, pudiendo alcanzar 280 mm en el mes de enero, otro de los principales factores desencadenantes son los movimientos sísmicos que se registran periódicamente en la región amazonas, por ejemplo el ultimo sismo considerable se dio el 26 de mayo del 2019 en el sector Lagunas a 800 km de distancia, sismos como este de menor escala se repiten en la zona selva, activando zonas de deslizamiento y derrumbes como efectos cosísmicos.

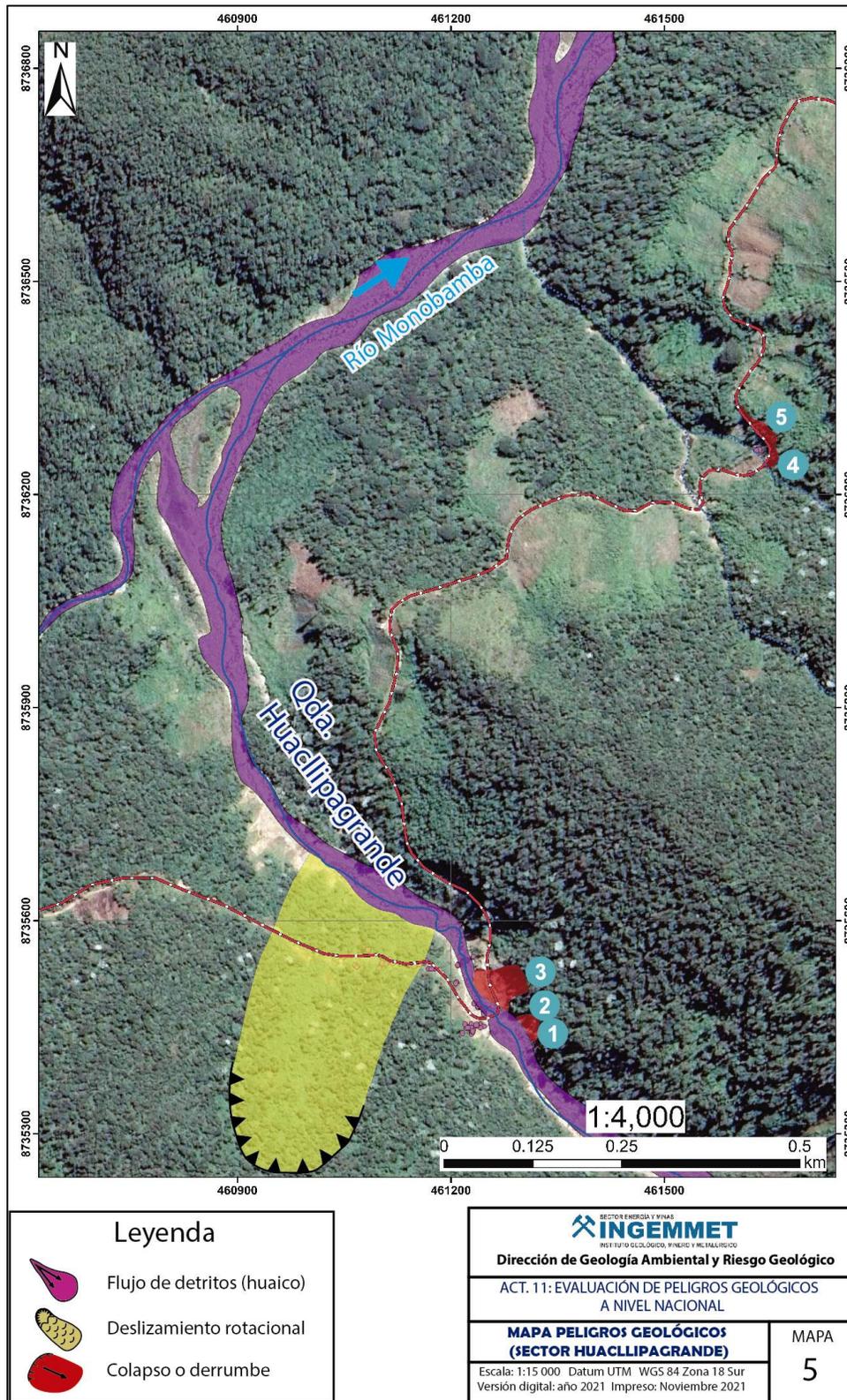


Figura 31. Peligros geológicos en el sector de Huacllipagrande.

5. CONCLUSIONES

- a) En el sector Huacclipagrande aflora la Formación La Merced, compuesto por conglomerados polimícticos subredondeados a redondeados semiconsolidados de matriz arcillosa, fácilmente erosionable y los suelos coluvio-deluviales arcillo-limosos blandos, cohesivos y húmedos al tacto de plasticidad media a baja no competentes, sobre los que se han identificado la reactivación de un deslizamiento.
- b) En el sector Huacclipagrande afloran rocas metamórficas, pertenecientes al Complejo Marañón compuestas por gneis, cuarcitas bandeadas y esquistos fracturados, coberturados por suelos coluviales conformado por bloques metamórficos mayores a 50 cm de diámetro con presencia de gravillas menor a 2 cm, en una matriz areno-limosa húmeda poco cohesiva de plasticidad baja y con algo de gravilla, también se puede observar depósitos proluviales y aluviales conformado por bloques de roca de hasta 6 m y arenas gruesas en los cauces de la quebrada Huacclipagrande y el río Monobamba que evidencian un flujo de detritos (huaico) en este sector.
- c) Geomorfológicamente en el sector de Aguas Nieve se ha identificado subunidades de montaña en roca sedimentaria, volcánica y volcano-sedimentaria del Grupo Mitú y la Formación La Merced, donde las laderas presentan pendientes que varían de moderada a muy escarpada (25° - 45°). La pendiente promedio de la ladera donde se ha identificado la reactivación de un deslizamiento es de 30° , que favorece la inestabilidad del talud.
- d) En el sector Huacclipagrande, la subunidad geomorfológica predominante son montañas en roca metamórfica del complejo Marañón compuesta por gneis y esquistos micáceos, donde las laderas son muy escarpadas ($>45^{\circ}$), lo que favorece la susceptibilidad a los procesos de movimientos en masa como derrumbes, caída de rocas y deslizamientos.
- e) En el sector Aguas Nieve se ha identificado el cuerpo de un deslizamiento antiguo en proceso de reactivación con la formación de una escarpa lateral de 2 m de altura visible, longitud de 350 m y ancho promedio de 116 m que afecta 120 m de la carretera que une los poblados de Rondayacu y Aguas Nieve.
- f) En el sector Huacclipagrande se ha identificado la ocurrencia de un flujo de detritos proveniente de la quebrada del mismo nombre que tuvo una longitud de recorrido de 20 km aproximadamente a través de río Monobamba hasta el poblado de Libertad Tinco, según el testimonio de pobladores este se habría suscitado el año 2008.
- g) Asimismo, en el sector Huacclipagrande se han identificado 5 derrumbes en la margen derecha de la quebrada con alturas máximas de hasta 300 m, medidos desde el cauce del río y ancho máximo de 95 m que afecta diferentes tramos de la carretera. De igual manera en la margen izquierda de la quebrada se ha

identificado un deslizamiento de ancho de 350 m y longitud de 120 m, que afecta 90 m de la carretera que conecta los poblados de Huayanay y Tambillo. Estos procesos se encuentran condicionados por el socavamiento del río Monobamba al pie de la ladera, la pendiente de la misma ($>45^\circ$) y su litología conformado por gneis altamente fracturados coberturados por suelos coluviales.

- h) El factor desencadenante de la reactivación del deslizamiento, en el sector Aguas Nieve se atribuye a las lluvias intensas locales y estacionarias frecuentes del distrito de Monobamba donde el valor máximo de precipitación se alcanza entre los meses de setiembre a marzo.
- i) Las causas que desencadenaron los fenómenos de deslizamiento y derrumbe en el sector de Huacllipagrande, se atribuye a las lluvias intensas locales del distrito de Monobamba donde el valor máximo de precipitación se alcanza entre los meses de setiembre a marzo, lo que a su vez provoca el aumento de los caudales en la quebrada Huacllipagrande y erosiona el pie de las laderas, conformado por bloques coluviales de derrumbes que se suman al caudal provocando un flujo de detritos (huaico). Así mismo, los derrumbes y deslizamientos también pueden ser desencadenados por movimientos sísmicos que desestabilizan la ladera de pendiente escarpada conformado por roca metamórfica altamente fracturada.
- j) Dado que las condiciones actuales de inestabilidad continúan en la zona de deslizamiento, en los sectores Aguas Nieve y Huacllipagrande estos se considera con **Alto Peligro**, principalmente frente a la presencia de lluvias extraordinarias o estacionarias y con la ocurrencia de movimientos sísmicos.



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



Segundo A. Núñez Juárez
ESPECIALISTA EN PELIGROS GEOLÓGICOS

6. RECOMENDACIONES

A. Para el sector Aguas Nieve

- Implementar la construcción de drenajes que lleven las aguas de infiltración y escurrimiento superficial hacia la quebrada principal para evitar la sobresaturación del terreno.
- Realizar el sellado de grietas, mediante el relleno y pisoneo de la abertura de las grietas existentes, con cascajo y tierra, dándole al terreno un talud uniforme, para evitar la infiltración de las aguas de precipitación pluvial (lluvias) y escorrentía superficial, todo esto para minimizar y controlar los efectos del agua en la masa del fenómeno de deslizamiento.
- Reforestar el área comprendida dentro del cuerpo del deslizamiento con plantas nativas, (procedimiento que debe ser dirigido por un técnico especialista).

B. Para el sector Huacllipagrande

- En el sector donde se identificó el deslizamiento, realizar un tratamiento de talud mediante el escalonamiento (banqueamiento) del mismo teniendo en cuenta normativas y estudios geotécnicos dirigidos por un especialista.
- En los sectores de la carretera donde se presentan derrumbes, se debe implementar un sistema de desquinche, retirar o hacer caer el material colgado inestable (bloques de roca con diámetros >1 m), ubicados en la parte alta del talud, trabajos que deben ser planificados y supervisados por especialistas en geotecnia, y posteriormente realizar un enmallado de protección del talud siguiendo las normativas técnicas y el asesoramiento de un especialista.
- Construir disipadores de energía en el cauce de la quebrada, se pueden implementar opcionalmente barreras dinámicas que retengan el material sólido dejando pasar solo el agua, trabajos que deben ser planificados y supervisados por especialistas en geotecnia, de esta manera evitar daños en poblados y zonas de cultivo aguas abajo.
- De disponerse a realizar un nuevo puente que pase sobre la quebrada Huacllipagrande para conectar los poblados de Huayanay y Tambillo, cambiando el eje actual de la carretera, se debe procurar anclar los estribos en roca competente determinada por estudios geotécnicos y especialistas siguiendo las normativas técnicas correspondientes.

C. Se debe tomar medidas correctivas inmediatas puesto que en la siguiente temporada de precipitaciones (diciembre - marzo), los agrietamientos y deslizamientos identificados, pueden incrementar sus vectores de movimiento verticales y horizontales, ocasionando daños en la carretera tanto en los sectores de Aguas Nieve y Huacllipagrande.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Fidel, L.; Zavala, B.; Nuñez, S.; Valenzuela, G. (2006). Estudio De Riesgos Geológicos Del Perú Franja N° 4. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Serie "C" Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 29. 383 pgs. 11 figs., 10 gráfs., 49 cdrs., 136 fots., 19 mapas.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2019) – Evaluación de peligros geológicos en el sector de Rondayacu, (Región Junín, Provincia Jauja, Distrito Monobamba). (Disponible A.T. Ingemmet A6942).
- Monge, R.; León, W.; Chacón, N. (1996). Geología de los cuadrángulos de Chuchurras, Ulcumayo, Oxapampa y La Merced 21-m, 22-m, 23-m. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Serie "A" Carta geológica nacional. Boletín N° 78. 183 pgs, 04mapas
- Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 404 Pág.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – 2020 – Mapa Climático Nacional- SENAMHI (en línea-consulta diciembre 2020). Disponible: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>.
- Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, Pág. 9–33.
- Vílchez, M.; Ochoa, M., & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Ica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 67, 212 p., 9 mapas.
- Villacorta, S.; Fidel, L. & Zavala, B. (2012) - Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del Perú. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 69(3), 393–399.
- Villota, H. (2005). Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos Y Zonificación de Tierras. Bogotá, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 183 p.

ANEXO 1: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Deslizamiento en el sector Aguas Nieve

En el caso del deslizamiento del sector de Aguas Nieve, donde se ha identificado un deslizamiento antiguo en proceso de reactivación se debe reforestar el cuerpo del deslizamiento, con vegetación nativa desde la corona hasta el pie del mismo, de igual manera colocar una zanja de coronación impermeabilizada detrás de la corona del deslizamiento (figura 32) y zanjas con relleno drenante de tipo espina de pescado (figura 33C) que combina una zanja drenante que sigue la línea de máxima pendiente con zanjas secundarias (espinas) ligeramente inclinadas que convergen en la espina central.

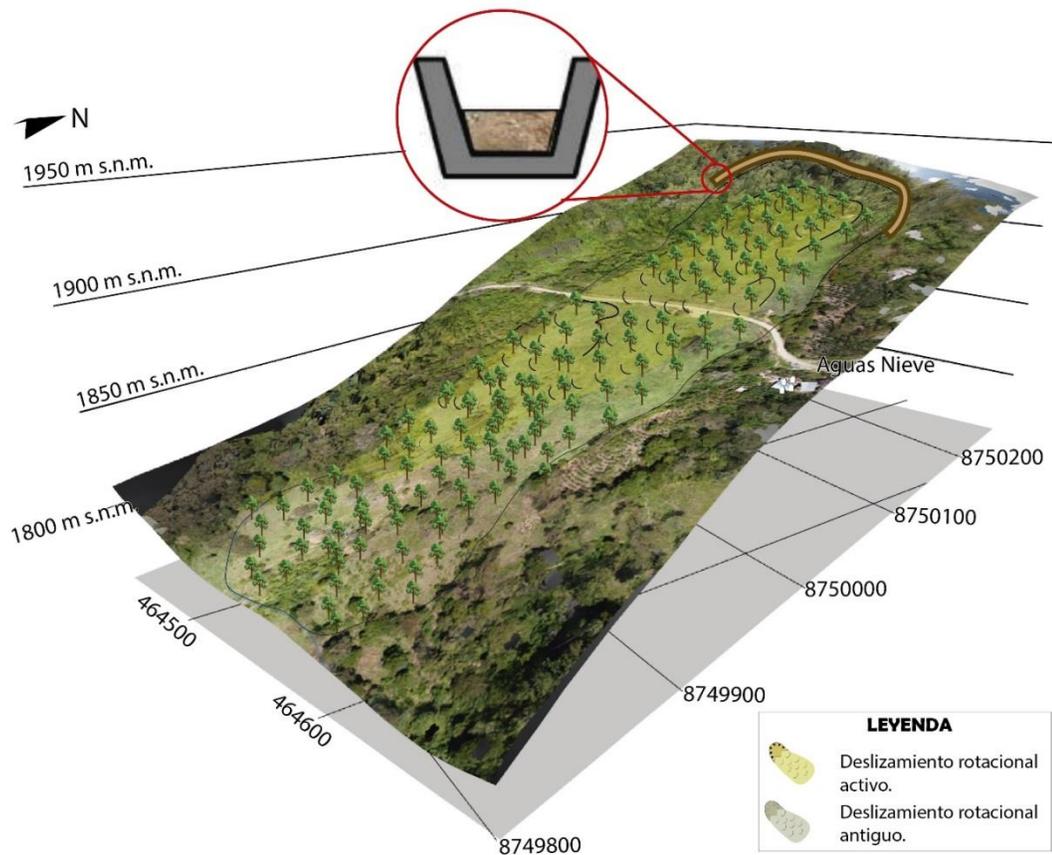


Figura 32. Ejemplo de reforestación en el cuerpo del deslizamiento de Aguas Nieve.

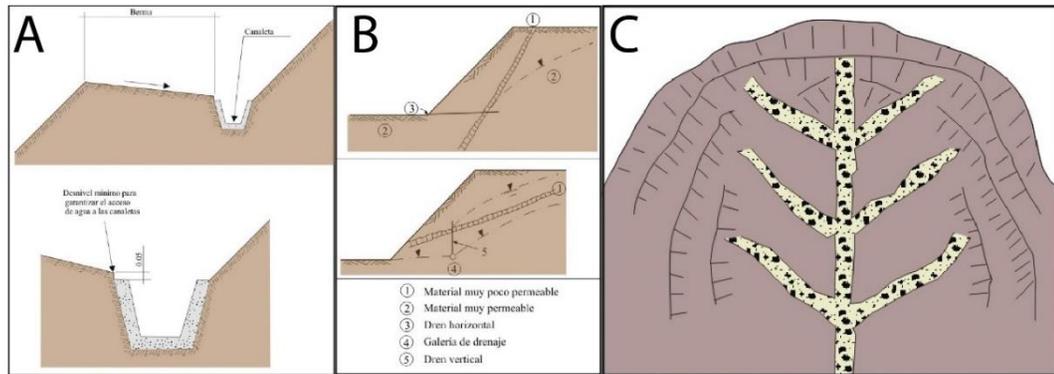


Figura 33: A) muestra el detalle de una canaleta de drenaje superficial, B) muestra la disposición de drenajes en taludes no homogéneos, C) muestra un drenaje tipo “espina de pescado” (tomado de INGEMMET, 2000).

Flujo de detritos en el sector Huacllipagrande

Disipadores de energía

Es preciso disipar la energía en zonas de ocurrencia de flujos de detritos (huaico) y reducir el volumen de los materiales acarreados; para ello es necesario conocer la cantidad de material que será trasladado por el flujo y con esa información construir estructuras transversales al eje del cauce, en forma de diques, orientados a la disipación de energía y la retención de la mayor cantidad posible de materiales, sólidos o líquidos, (figura 34).

En caso se realice la construcción de infraestructuras viales como puentes, será necesario implementar obras que aseguren la protección de una adecuada infraestructura, anclada a rocas competentes, determinada por estudios geotécnicos y la supervisión de especialistas (figura 35).

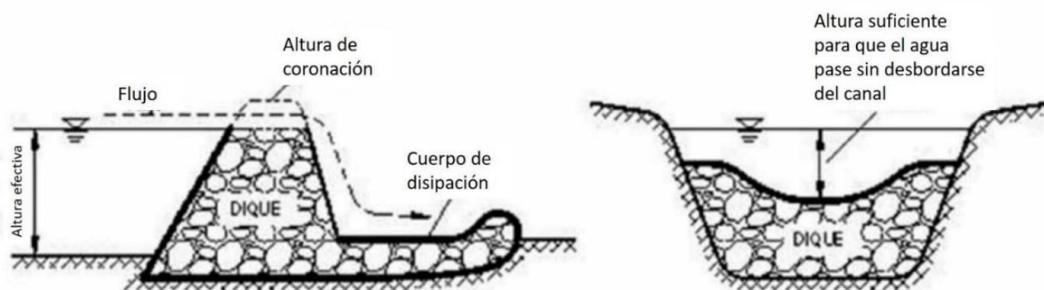


Figura 34. Ejemplo de disipadores de energía que se usan en quebradas activas.

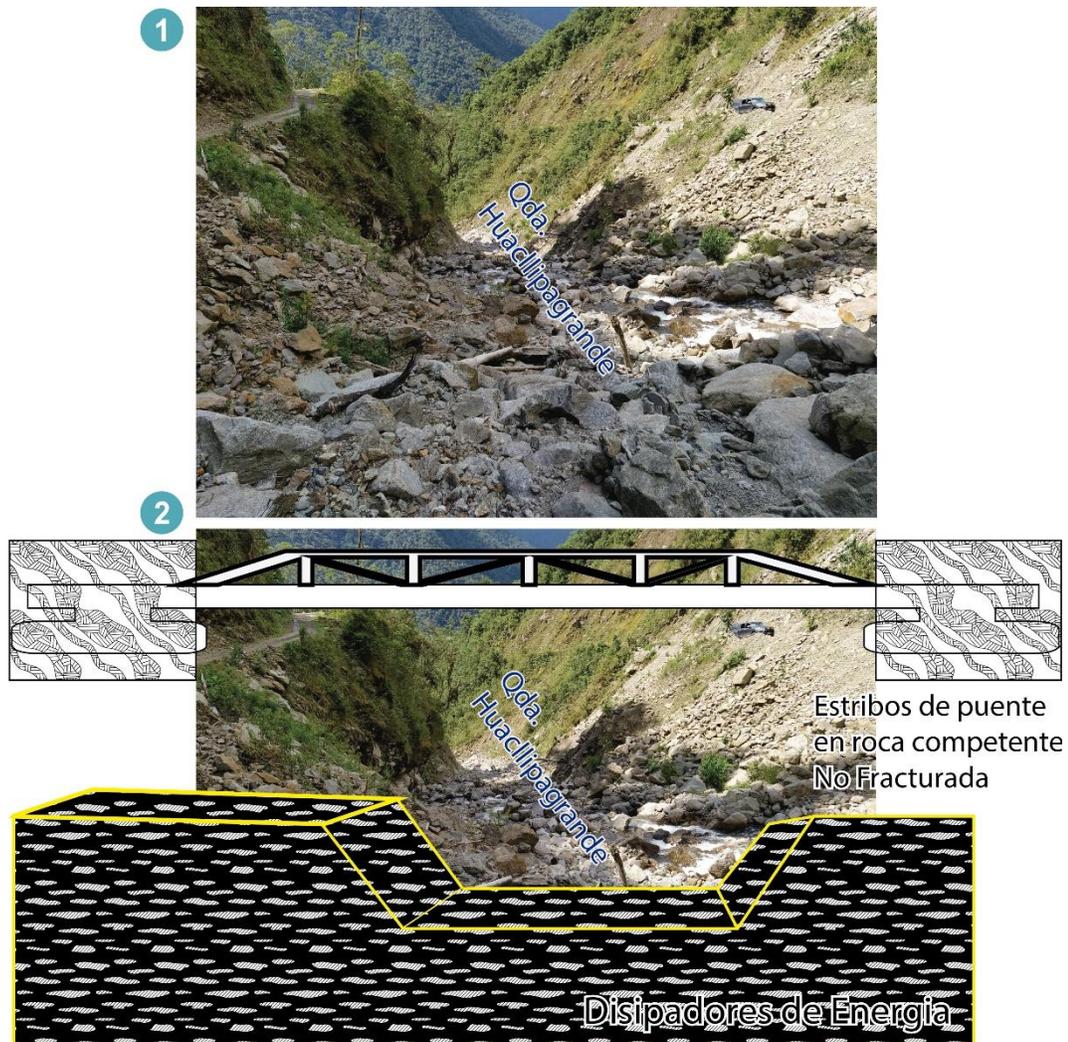


Figura 35. Muestra ejemplos de disipadores de energía y el trazo probable de un puente que debe ser definido mediante estudios geotécnicos y especialistas, para cruzar la quebrada Hualclipagrande.

Barreras Dinámicas

Son de muy reciente utilización, están constituidos por un entramado modular de redes comúnmente acero, anclados al fondo y a los taludes en la sección transversal del torrente. Estas estructuras flexibles tienen una serie de ventajas en comparación con las rígidas; no requieren de obras complementarias, no provocan destrozos en el entorno de la sección transversal, son permeables y mediante el drenaje se garantiza la disminución de las presiones en el trasdós de la estructura. Al ser flexible son resistentes a los asentamientos diferenciales y además no necesita cimentación, con lo cual el fenómeno de socavación y erosión están controlados. (figura 34), lo recomendable es la instalación de estas barreras en zonas de pendiente baja a moderada (figura 36) y no en zonas de pendiente alta donde la velocidad de flujo es mayor.

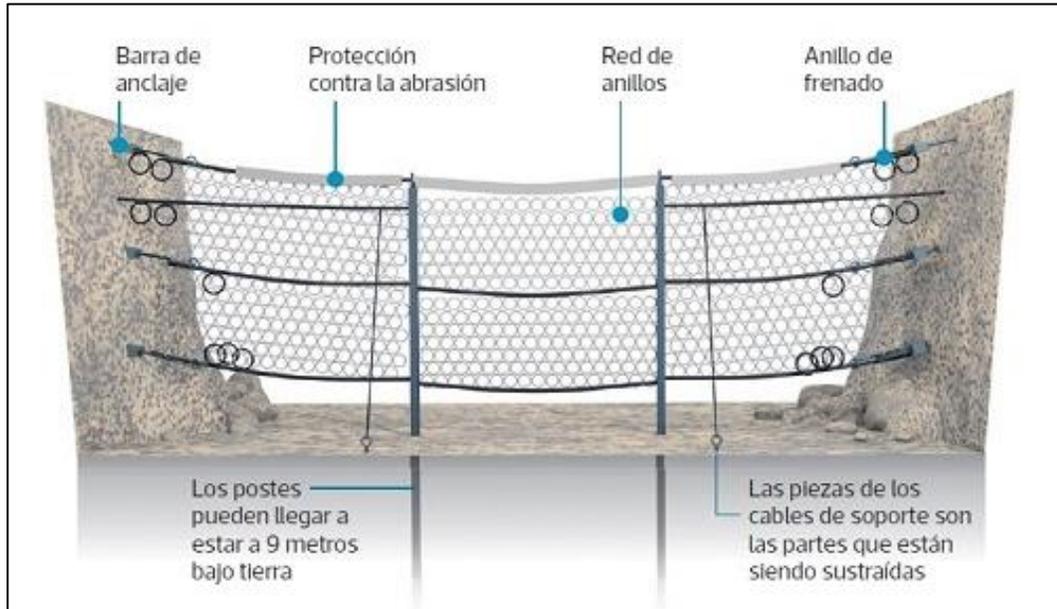


Figura 36. Ejemplo de estructuras de barreras dinámicas para la quebrada Huacllipagrande.

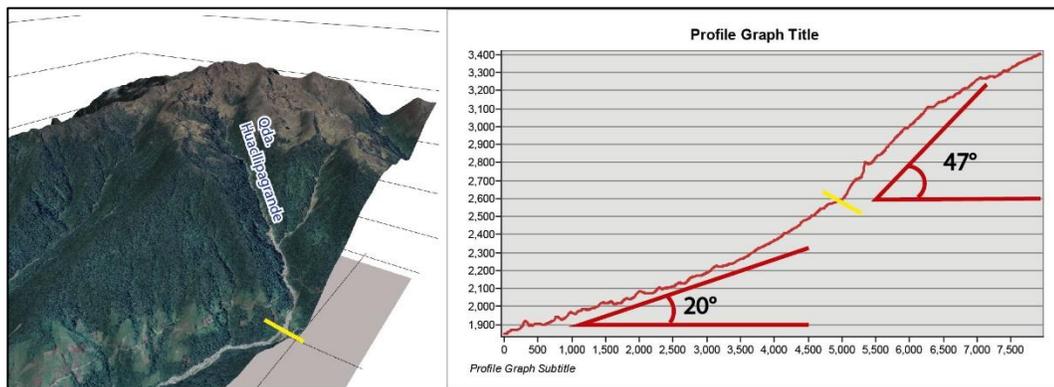


Figura 37. Muestra el cambio de pendientes entre el tramo de la quebrada Huacllipagrande y el río Monobamba, en el primer sector donde la pendiente es mayor a 45° los flujos de detritos presentan mayores velocidades, por ende mayor poder erosivo, es recomendable instalar en barreras dinámicas en el segundo tramo donde la pendiente máxima llega a 20° , en el cauce del río Monobamba, trabajos que deben ser supervisado por especialistas.

Derrumbes en el sector Huacllipagrande

Se recomienda el enmallado del talud con alambre galvanizado y anclado en zonas estables en la roca metamórfica (figura 38). La utilización de esta técnica de mallas protectoras, consiste en la instalación de mallas onduladas de alambre galvanizado con recubrimiento en PVC y pernos o varillas de acero anclados en la roca con una longitud entre 1 y 3 metros de profundidad, dependiendo de las características de roca o suelo. Con esta actividad se puede evitar los efectos de una piedra de hasta seis toneladas de peso, estos trabajos deben ser realizados bajo la supervisión de especialistas.



Figura 38. Ejemplo de enmallado en taludes.

Deslizamiento en el sector Huacllipagrande

En el caso del deslizamiento ubicado en el sector Huacllipagrande, donde la inestabilidad de la ladera es precaria, se puede modificar su geometría con la finalidad de obtener una nueva disposición que resulte estable, así disminuir las fuerzas que tienden a generar el movimiento y aumentar la resistencia del corte del terreno. Así, mediante el adecuado estudio geotécnico, se podría realizar “un tratamiento de taludes con escalonamiento (banqueamiento), con zanjas de drenajes para evacuar las aguas de escorrentía, disminuyendo su efecto erosivo, trabajos que deben ser supervisados por especialistas.



Figura 39. Sector inestable en el sector Huacllipagrande que debe ser tratado bajo la supervisión de especialistas en geotecnia.