

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7412

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN EL CENTRO POBLADO CHOMZA ALTA

Departamento Amazonas
Provincia Bagua
Distrito La Peca



AGOSTO
2023

**EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN EL
CENTRO POBLADO CHOMZA ALTA**

Distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas

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

Equipo de investigación:

*Elvis Rubén Alcántara Quispe
Luis Miguel León Ordáz
Cristhian Anderson Chiroque Herrera*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación del Peligro Geológico por deslizamiento en el centro poblado Chomza Alta, distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7412, 31 p.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN..... | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 1.1. Objetivos del estudio..... | 4 |
| 1.2. Antecedentes..... | 5 |
| 1.3. Aspectos generales | 5 |
| 1.3.1. Ubicación | 5 |
| 1.3.2. Población | 6 |
| 1.3.3. Accesibilidad | 6 |
| 1.3.4. Clima..... | 7 |
| 2. DEFINICIONES | 8 |
| 3. ASPECTO GEOLÓGICO..... | 10 |
| 3.1. Unidades litoestratigráficas..... | 10 |
| 3.1.1. Grupo Quilquiñán (Ks-qm)..... | 10 |
| 3.1.3. Depósitos cuaternarios..... | 13 |
| 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS..... | 14 |
| 4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)..... | 14 |
| 4.2. Pendiente del terreno..... | 15 |
| 4.3. Unidades Geomorfológicas..... | 15 |
| 4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional..... | 15 |
| 4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional | 16 |
| 5. PELIGROS GEOLÓGICOS | 17 |
| 5.1. Deslizamiento rotacional Chomza Alta..... | 18 |
| 5.1.1. Descripción | 18 |
| 5.1.2. Análisis longitudinal del DRA1 | 19 |
| 5.1.3. Características visuales y morfométricas del DRA1 | 20 |
| 5.2. Asentamientos diferenciales en la IE 16283..... | 20 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 23 |
| 7. RECOMENDACIONES..... | 23 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA..... | 24 |
| ANEXO 1. MAPAS | 25 |
| ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS..... | 29 |

RESUMEN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), realiza la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (Actividad 11)”. Con este trabajo cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

El presente documento es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, tipo deslizamiento, en el centro poblado Chomza Alta, distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas.

En el contexto litológico, el área está conformada por suelos arcillosos de alta plasticidad de origen coluvio deluvial que cubren las calizas y lutitas muy fracturadas y altamente meteorizadas del Grupo Quilquiñán.

El deslizamiento de marzo del 2023, de 2 322 m² de área y 8 100 m³ de volumen aproximado, impactó y afectó 45 m de la vía vecinal AM-534, la cual corta una ladera de pendiente fuerte a muy fuerte (15° - 45°), que conforma una geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.

De igual modo, en la institución educativa 16283, se han evidenciado agrietamientos en pisos y paredes, debido a asentamientos diferenciales con cimentaciones, generados por la sobresaturación de los suelos arcillosos y la falta de drenajes adecuados.

El factor detonante ha sido las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, como las registradas el 9 de marzo del 2023, de hasta 75.2 mm/día en la estación Aramango, Bagua.

La presencia de este deslizamiento rotacional en el centro poblado Chomza Alta, aunado a las condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se considera de **Peligro Alto** por este evento.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la construcción de cunetas, badenes o alcantarillas, drenajes de coronación, revegetación de laderas, prohibición del riego por inundación, entre otras medidas de control de riesgos.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud remitida por la Dirección Desconcentrada del INDECI Amazonas Oficio N° D000116-2022-INDECI-DDI AMAZONAS, es en el marco de nuestras competencias que se realizó una evaluación de peligros en el centro poblado Chomza Alta, ante la ocurrencia de movimientos en masa.

La DGAR del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis Miguel León Ordáz, Elvis Rubén Alcántara Quispe y Cristhian Anderson Chiroque Herrera, para realizar la evaluación de peligros en los sectores mencionados el día 28 de marzo del 2023.

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

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de La Peca, Municipalidad Provincial de Bagua, Gobierno Regional de Amazonas y sectores involucrados; donde se proporcionan los resultados de la inspección 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) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos en el centro poblado Chomza Alta, distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

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

- Boletín N° 56 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar” (Sánchez Fernández, 1995) donde se describe las unidades geológicas a una escala 1:100 000. Sánchez diferencia en la zona lutitas calcáreas y calizas margosas del grupo Quilquiñán. En el cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, (Ingemmet, versión 2021) por detalle, se reafirma la presencia de calizas margosas intercaladas con lutitas.
- El Boletín N° 39 Serie C, Estudio de Riesgo geológico en la región Amazonas (Medina Allca et al., 2009) presenta un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1:250 000; donde la ciudad de localidad de Chomza Alta se sitúa en una zona de susceptibilidad alta a muy alta ante la ocurrencia de movimientos en masa.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada corresponde al centro poblado Chomza Alta, jurisdicción del distrito de La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas (Figura 1), ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S descritas en el tabla 1 además de las coordenadas centrales referenciales del evento identificado.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio.

| N° | UTM – WGS 84 - ZONA 17S | | Coordenadas Decimales (°) | |
|--|-------------------------|---------|---------------------------|------------|
| | Este | Norte | Latitud | Longitud |
| 1 | 788070 | 9378385 | -5.617973 | -78.399658 |
| 2 | 788070 | 9377875 | -5.622582 | -78.399635 |
| 3 | 787575 | 9377875 | -5.622602 | -78.404106 |
| 4 | 787575 | 9378385 | -5.617992 | -78.404121 |
| Coordenada central de los peligros identificados | | | | |
| Deslizamiento Chomza Alta | 787818 | 9378033 | -5.621162 | -78.401917 |

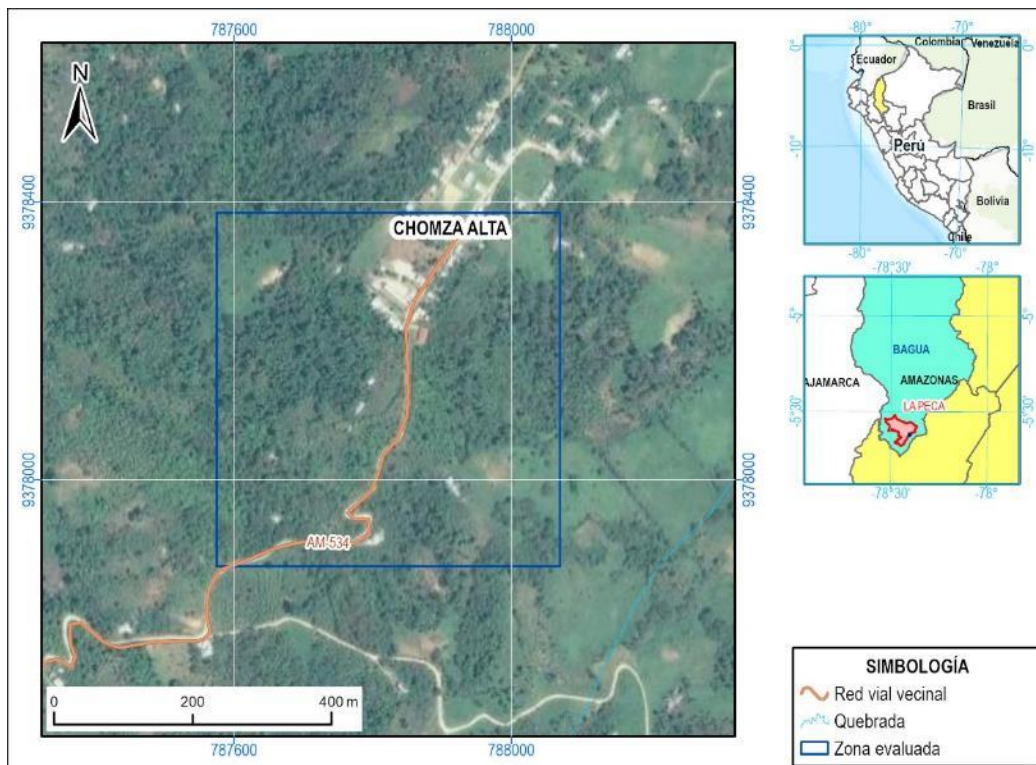


Figura 1. Ubicación del área evaluada (en línea azul).

1.3.2. Población

De acuerdo a la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), la localidad de Chomza Alta, tiene una población de 350 habitantes, distribuidos en 113 viviendas, con acceso a red pública de agua, energía eléctrica y desagüe.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de Chachapoyas se realiza a través de las vías nacionales PE-08B, PE-5N y la vía departamental AM-101, hasta la ciudad de La Peca, desde allí se sigue la vía vecinal AM-534, tal como se detalla en la siguiente ruta (Tabla 2, Figura 2):

Tabla 2. Rutas y acceso a la zona evaluada.

| Ruta | Tipo de Vía | Distancia (km) | Tiempo estimado |
|--|-------------|----------------|--------------------|
| Ciudad de Chachapoyas – Ciudad de La Peca | Asfaltada | 155 | 3 horas 25 minutos |
| Ciudad de La Peca – Centro Poblado Chomza Alta | Afirmada | 6 | 15 minutos |

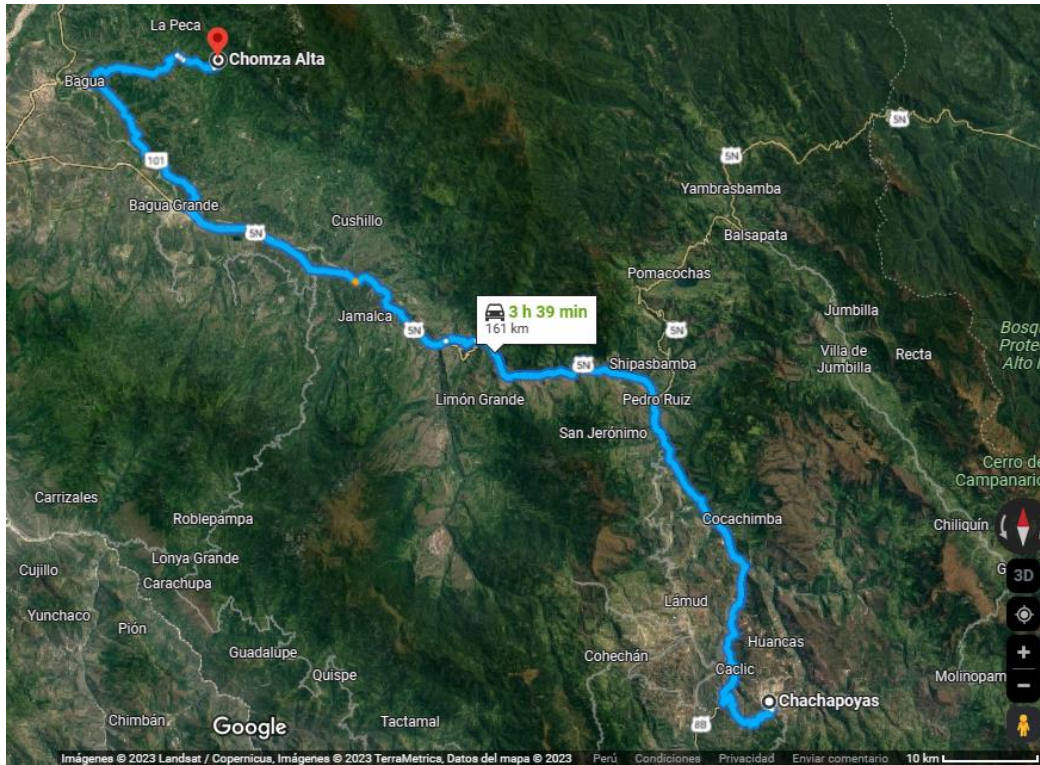


Figura 2. Ruta de acceso desde Chachapoyas hasta el centro poblado Chomza Alta. **Fuente:** Google Maps.

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año, templado, (C (r) B'), con una temperatura máxima promedio de hasta 25°C, una temperatura mínima promedio desde 7°C y una precipitación anual entre 700 mm a 2 000 mm.

Entre los años 2021-2023, el mes de marzo (mes más lluvioso), el sector evaluado percibió precipitaciones de hasta 75.2 mm/día (Figura 3) considerados por el Senamhi, en su consolidado de umbrales de precipitación del 2014, como Extremadamente Lluvioso, para la provincia de Bagua (Senamhi, 2014).

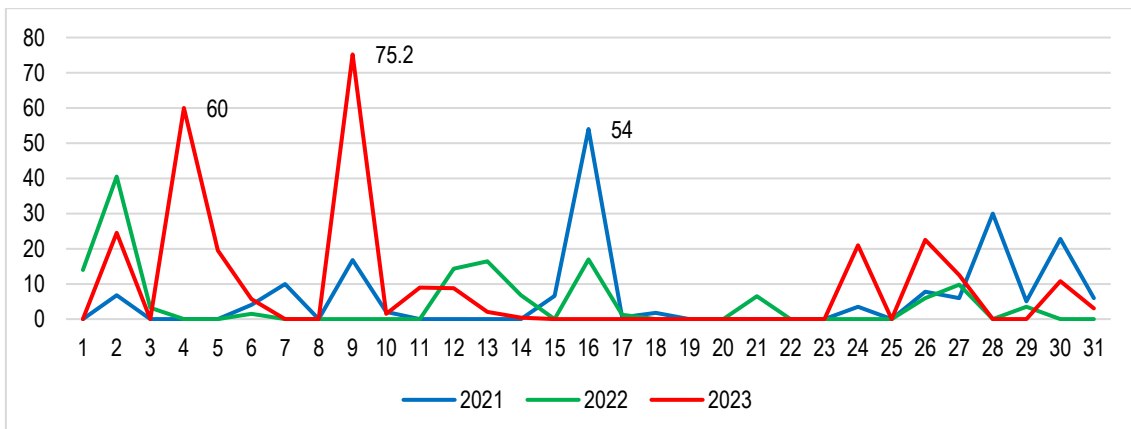


Figura 3. Precipitación diaria del mes de marzo entre los años 2021-2023, en la Estación Aramango (Provincia Bagua). **Fuente:** Senamhi.

2. DEFINICIONES

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

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

Activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

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

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

Coluvio-deluvial: Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interstratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

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

Deslizamiento rotacional: Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

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

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

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

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

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

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

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

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

Movimiento en masa: Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

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

Reactivado: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

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

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

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

Velocidad: Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

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

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La descripción geológica se desarrolló en base al Boletín N° 56 Serie A, "Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar" (Sánchez Fernández, 1995) como también se toma referencia del reciente cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, versión 2021 (Ingemmet, 2021); los cuales se complementaron con trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, y fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de remoción en masa (mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Corresponden a unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico y depósitos cuaternarios inconsolidados, producto de movimientos en masa.

3.1.1. Grupo Quilquiñán (Ks-qm)

Esta unidad está conformada por calizas grises, calizas margosas en estratos que varían 5 cm a 1 m de grosor; se intercalan lutitas gris verdosas a amarillentas.

En la zona de estudio esta unidad tiene afloramientos en los cortes para construcción de viviendas y vías, donde las intercalaciones de calizas y lutitas muy fracturadas y altamente meteorizadas (Fotografía 1), muestran buzamientos de entre 5° y 15° hacia el suroeste.

La resistencia geológica de sus macizos rocosos es de baja a muy baja, reflejado en una resistencia a la compresión uniaxial (Tabla 3) menor a 15MPa y un Índice Geológico de Resistencia (Hoek, 2007) de entre 25 a 35 (Figura 4).



Fotografía 1. Corte donde se muestran estratos de lutitas calcáreas del Grupo Quilquián.
Ubicación: E: 787831, N: 9378318, Z: 1321

Tabla 3. Estimaciones de la resistencia a la compresión uniaxial. **Fuente:** Hoek, 2007

| Grado | Término | Estimación en campo de la resistencia | Resistencia a la compresión uniaxial (MPa) |
|-------|-----------------------|--|--|
| R6 | Extremadamente fuerte | Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo | >250 |
| R5 | Muy fuerte | Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra | 100-250 |
| R4 | Fuerte | La muestra se rompe con más de un golpe del martillo | 50-100 |
| R3 | Medianamente fuerte | No se raya ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo | 25-50 |
| R2 | Débil | Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta) | 5-25 |
| R1 | Muy débil | Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla | 1-5 |
| R0 | Extremadamente débil | Se raya con la uña | 0.25-1 |

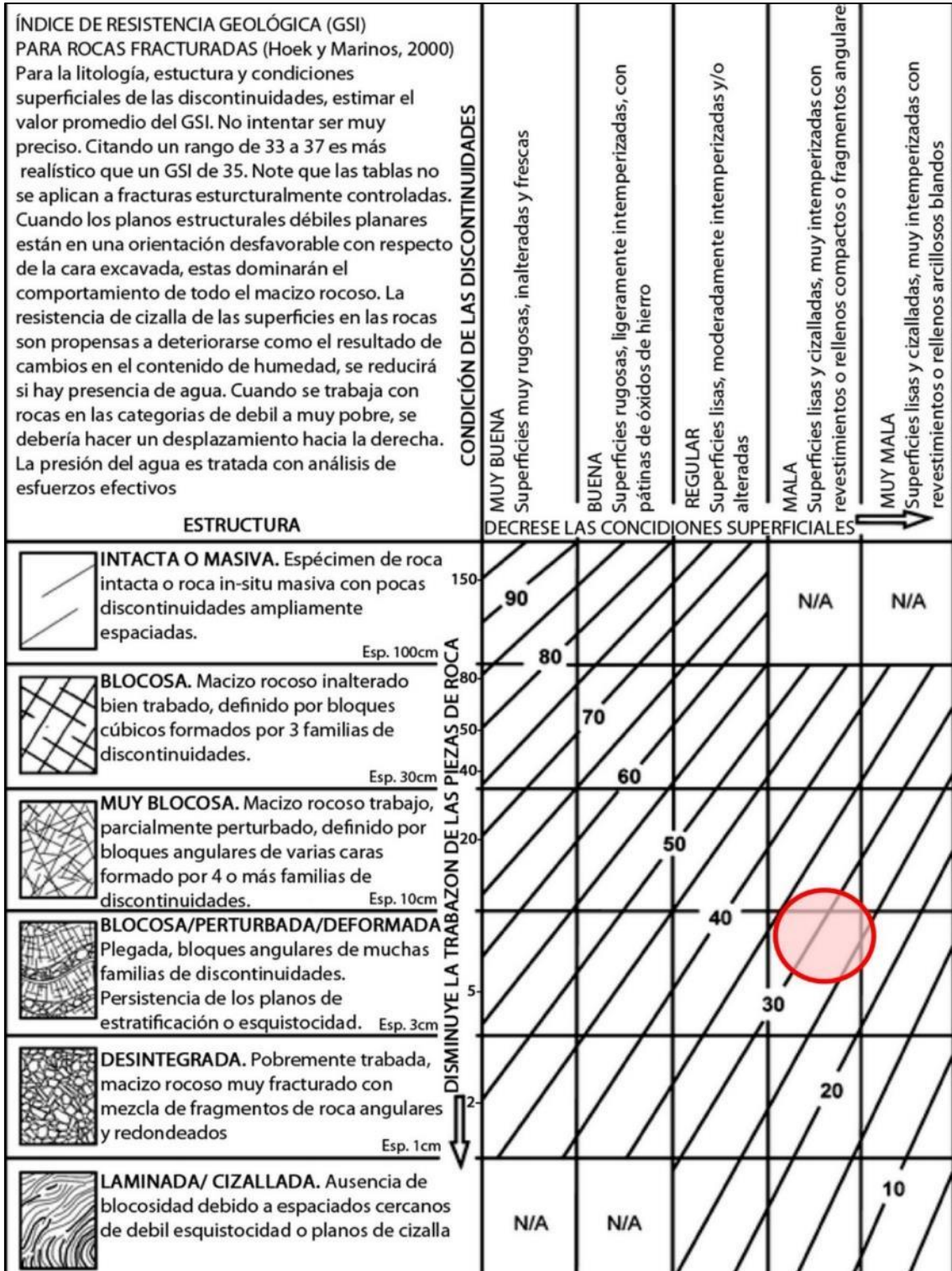


Figura 4. Estructura y calidad de las discontinuidades del macizo rocoso del Grupo Quilquiñán, GSI promedio de entre 25 a 35. **Fuente:** Tabla del Índice Geológico de Resistencia GSI (Hoek, 2007).

3.1.3. Depósitos cuaternarios

Depósito coluvio deluvial (Q-fl)

Corresponde a suelos originados por los diversos movimientos en masa originados en la zona evaluada, su granulometría corresponde a arcillas de alta plasticidad (fotografía 2, tabla 4).



Fotografía 2. Suelos coluvio deluviales compuestos por arcillas de alta plasticidad ubicadas en el tramo afectado por deslizamiento de la vía AM-534. **Ubicación:** E: 787820, N: 9378046, Z: 1309.

Tabla 4. Descripción de formaciones superficiales. **Ubicación:** E: 181936; N: 9309261; Z: 2288.

| TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL | | | GRANULOMETRÍA (%) | | FORMA | REDONDES | |
|-------------------------------|-----------|---|-------------------|----------|-------|--------------------------|----------------|
| | Eluvial | <input type="checkbox"/> Lacustre | 5 | Bolos | | | Redondeado |
| X | Deluvial | <input type="checkbox"/> Marino | 5 | Cantos | X | <input type="checkbox"/> | Sub redondeado |
| X | Coluvial | <input type="checkbox"/> Eólico | 5 | Gravas | | | Anguloso |
| | Aluvial | <input type="checkbox"/> Orgánico | 5 | Gránulos | | | Sub anguloso |
| | Fluvial | <input type="checkbox"/> Artificial | 5 | Arenas | | | |
| | Proluvial | <input type="checkbox"/> Litoral | 10 | Limos | | | |
| | Glaciar | <input type="checkbox"/> Fluvio glaciar | 65 | Arcillas | | | |

| PLASTICIDAD | | ESTRUCTURA | | TEXTURA | | CONTENIDO DE | | % LITOLOGÍA | |
|-------------|------------------|------------|---------------|---------|----------|--------------|------------------|-------------|---------------|
| X | Alta plasticidad | X | Masiva | X | Harinoso | X | Materia orgánica | | Intrusivos |
| | Med. plasticidad | | Estratificada | | Arenoso | X | Carbonatos | | Volcánicos |
| | Baja plasticidad | | Lenticular | | Áspero | | Sulfatos | | Metamórficos |
| | No plástico | | | | | | | X | Sedimentarios |

| COMPACIDAD | | | | CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S. | | | | | |
|------------------|----------|----------------|-----------|----------------------------------|------------------|--------------|----|---|----|
| SUELOS FINOS | | SUELOS GRUESOS | | SUELOS GRUESOS | | SUELOS FINOS | | | |
| Limos y Arcillas | | Arena | | Gravas | | | | | |
| | Blanda | | Suelta | | Suelta | | ML | | MH |
| X | Compacta | | Densa | | Med. consolidada | | CL | X | CH |
| | Dura | | Muy Densa | | Consolidada | | OL | | OH |
| | | | | | Muy consolidada | | PT | | |

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Amazonas, se utilizó imágenes y modelos digitales de elevación detallados, obtenidos de levantamientos fotogramétricos con dron en marzo del 2023 por el Ingemmet, lo cual permitirá estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de describir subunidades a detalle (escala 1:/ 5 000).

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

El centro poblado Chomza Alta presenta elevaciones que van desde los 1 280 m hasta los 1 330 m, en los cuales se distinguen 5 niveles altitudinales (Figura 5), visualizando la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes 1 310 y 1 320 m, con pendiente promedio de fuerte a muy fuerte (15° a 45°) correspondiente a depósitos coluvio deluviales y geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.

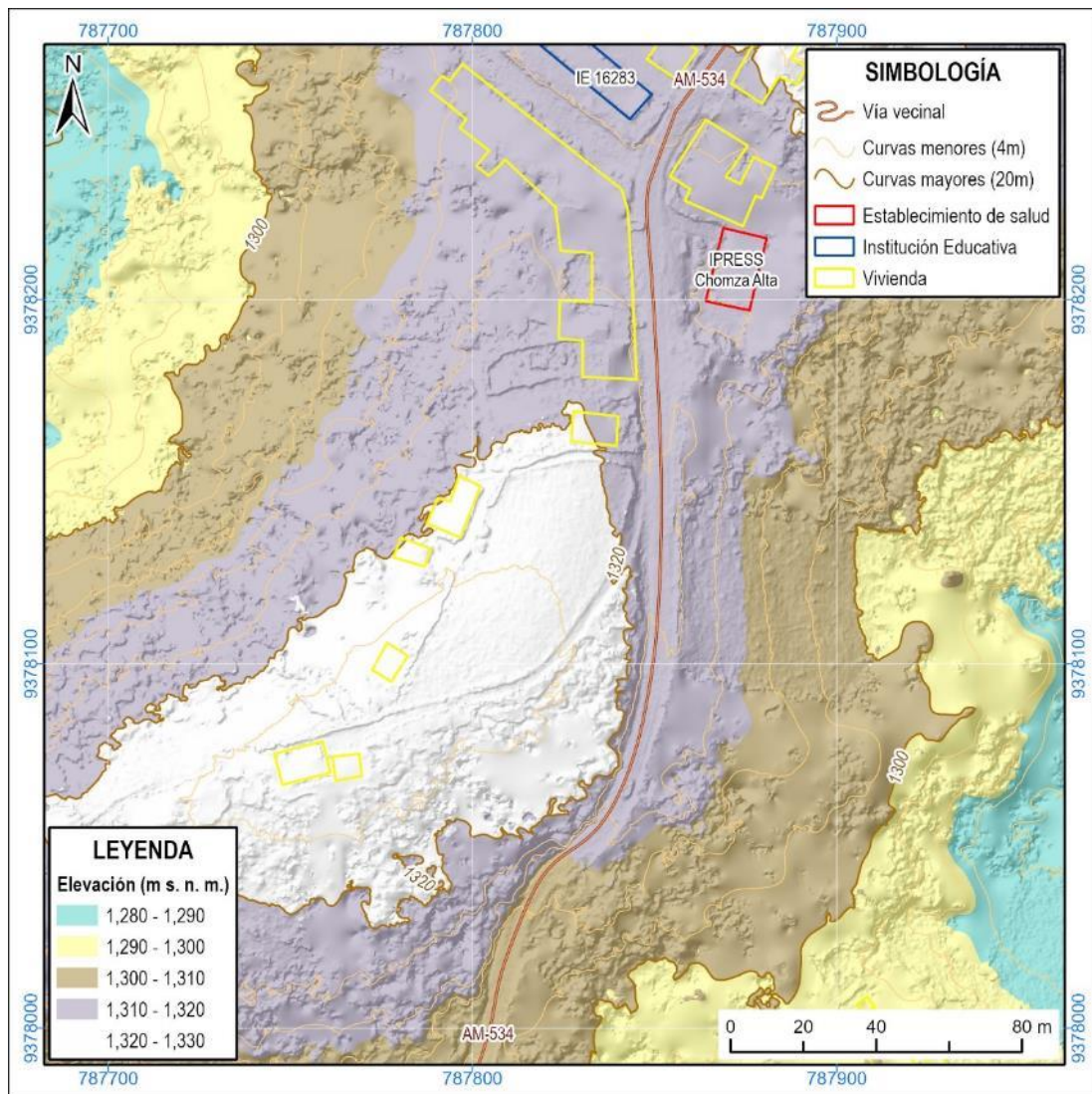


Figura 5. Modelo digital de elevaciones del área evaluada.

4.2. Pendiente del terreno

La zona evaluada, centro poblado Chomza Alta presenta terrenos con pendientes que varía de suaves a moderadas (1° a 15°) en los sectores donde se han asentado viviendas e infraestructuras públicas, a pendientes fuertes y muy fuertes (15° a 45°) en los terrenos con geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento donde se han generado movimientos en masa (figura 6; mapa 2).

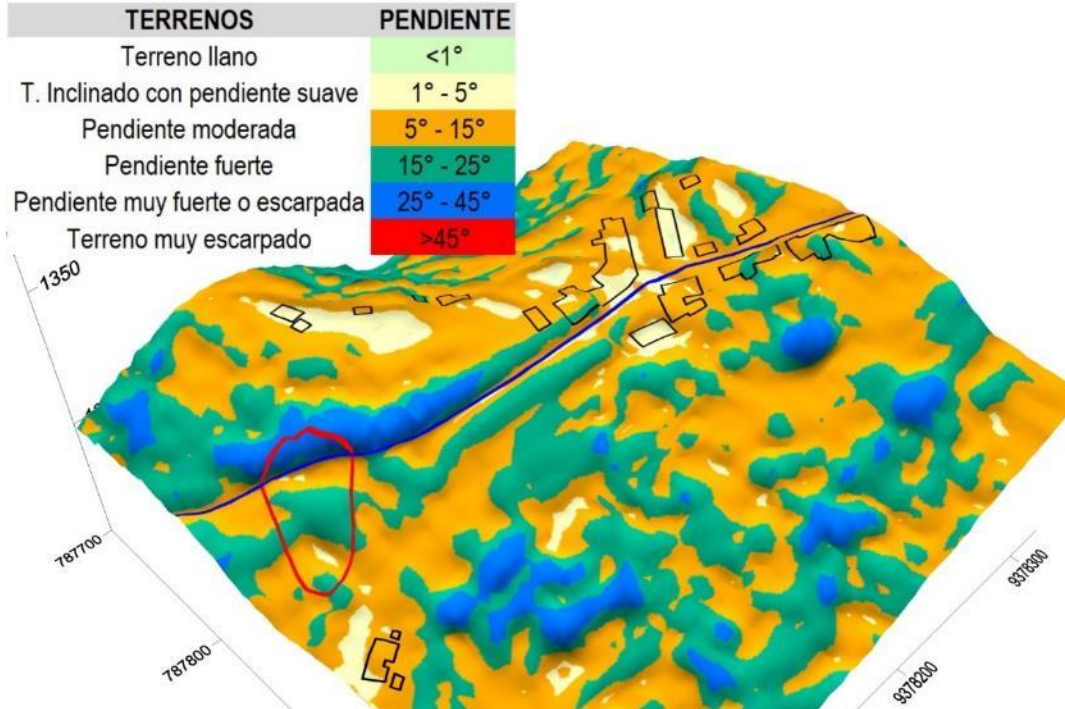


Figura 6. Modelo 3D de las pendientes del centro poblado Chomza Alta; el deslizamiento está delimitado en línea roja, la vía vecinal en línea azul y las viviendas e infraestructuras públicas en línea negra.

4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen geoformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (montaña en roca sedimentaria: M-rs), como de carácter deposicional y agradacional (Vertiente con depósito de deslizamiento: V-dd); se grafican en la figura 7 y en el mapa 3.

4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

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

Unidad de montañas

Se considera dentro de esta unidad a las geoformas con alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local. Sus laderas presentan un pendiente promedio superior al 30 % (Villota, 2005).

- Sub unidad de montaña en roca sedimentaria (M-rs)

Corresponden a los terrenos con pendiente de moderada a muy fuerte (5° a 45°) que abarcan la mayor parte del centro poblado Chomza Alta; muestran un relieve suave debido a la baja resistencia geológica de las rocas sedimentarias basales; también muestran una exuberante vegetación de árboles y arbustos.

4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Son el resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento y por agentes móviles; tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra mediante el depósito de materiales sólidos resultante de la denudación de terrenos más elevados.

Unidad de Piedemontes

- Subunidad de piedemonte o vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Son terrenos cóncavos con pendientes de fuerte a muy fuerte (15° a 45°), producto de diversos episodios de reactivación de movimientos en masa (deslizamientos); localmente abunda el agua superficial y subterránea.



Figura 7. Geoformas cartografiadas en el centro poblado Chomza Alta: Montaña en roca sedimentaria (M-rs) y vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

El centro poblado de Chomza Alta está asentado sobre calizas y lutitas muy fracturadas y altamente meteorizadas de baja resistencia geológica, características que hacen que sus terrenos sean susceptibles a movimientos en masa, como deslizamientos (Figura 8), y asentamientos diferenciales en infraestructuras sin una buena consolidación de terrenos o adecuadas cimentaciones (Figura 9).



Figura 8. Modelo 3D del centro poblado Chomza Alta, donde se aprecia el área afectada por deslizamiento (en línea roja) y la vía de acceso AM-534 (en línea azul).

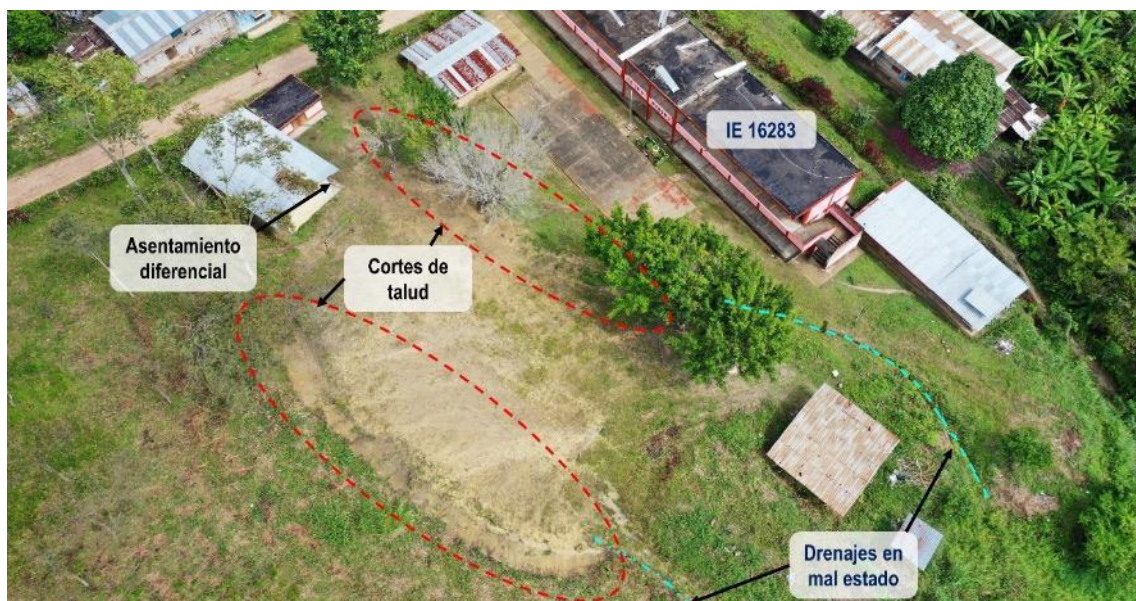


Figura 9. Sector con asentamiento diferencial y con cortes de talud en la IE 16283 (en línea roja); además drenajes en mal estado (en línea celeste).

5.1. Deslizamiento rotacional Chomza Alta

La vía vecinal AM-534, único acceso al centro poblado Chomza Alta, anualmente sufre afectación debido a un deslizamiento rotacional (Figura 10), con reactivaciones sucesivas debido a medidas de control de riesgos definitivas.



Figura 10. Vista del cuerpo del deslizamiento rotacional Chomza Alta.

5.1.1. Descripción

El deslizamiento rotacional Chomza Alta corresponde a un movimiento en masa que ha sufrido diversos episodios de reactivación durante temporadas de lluvias de intensidad fuerte a extrema o movimientos sísmicos de intensidad fuerte.

El principal elemento expuesto afectado por este movimiento en masa es la vía AM-534 en 45 m (Figura 11), por lo que la Municipalidad Distrital de La Peca tiene que intervenir en su rehabilitación con el relleno y afirmado de la vía.



Figura 11. Vista del tramo de la vía AM-534 afectado por deslizamiento (demarcado en línea amarilla).

5.1.2. Análisis longitudinal del DRA1

En el perfil longitudinal A-A' (figura 12) se aprecia la distribución de los materiales geológicos (Grupo Quilquiñán y depósitos coluvio deluviales) y la ubicación de la vía AM-534, afectada por el deslizamiento rotacional.

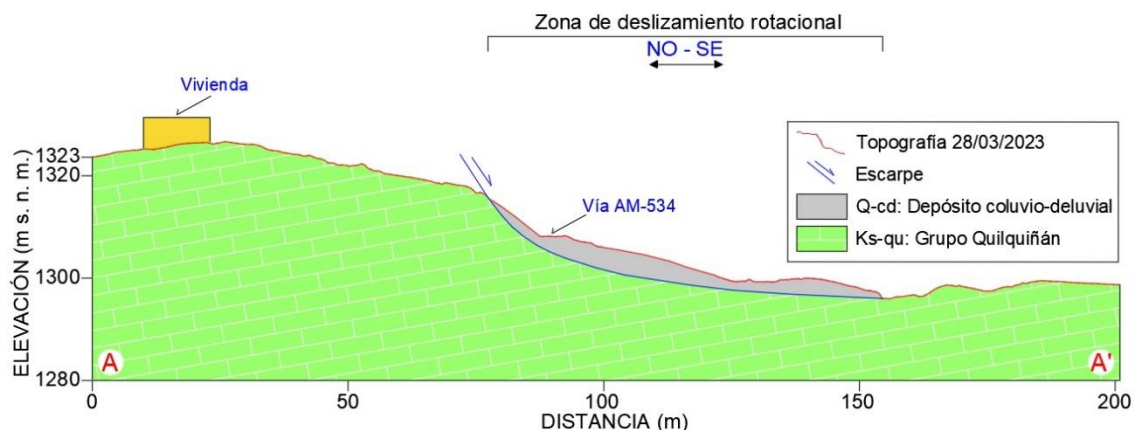


Figura 12. Perfil longitudinal A-A' que representa la distribución de los materiales geológicos, agrietamientos y estructuras expuestas a daños.

La vía AM-534 se ubica en la parte alta del deslizamiento, el mismo que provoca el colapso de la calzada de la vía, durante sus diversos episodios de reactivación; en la fotografía 3 se muestra una vista de la calzada de la vía durante los trabajos de campo, donde se resalta la presencia de arcillas sobresaturadas, producto de la meteorización y erosión de las calizas y lutitas del Grupo Quilquiñán.



Fotografía 3. Vista de arcillas sobresaturadas en el tramo afectado por deslizamiento. **Ubicación:** E: 787820; N: 9378040; Z: 1308.

La ausencia de una canalización adecuada de las aguas de escorrentías, sumado al riego por inundación para el cultivo intensivo de frutales en la parte baja, provocan la sobresaturación de los suelos, con la consecuente inestabilidad de los materiales geológicos.

5.1.3. Características visuales y morfométricas del DRA1

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional en suelos.
- Estado: Inactivo-latente.
- Tipo de avance: Retrogresivo.
- Velocidad: Rápido (algunos metros por día).
- Deformación del terreno: Escalonado.
- La composición de los suelos coluvio deluviales de arcillas de alta plasticidad (tabla 4).

Morfometría del DRA1

- Área: 2 322 m².
- Volumen: 8 100 m³.
- Perímetro: 189 m.
- Diferencia de alturas corona y pie de deslizamiento: 17 m.
- Longitud horizontal corona a punta: 72 m.
- Ángulo de corona al pie del deslizamiento: 13.3°.
- Dirección del movimiento: N120° (NO-SE)
- Ancho de la superficie de falla: 44 m.
- Salto principal: 3 m.

Factores condicionantes

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por calizas y arcillas muy fracturadas y altamente meteorizadas del Grupo Quilquiñán, cubiertas por arcillas de alta plasticidad de depósitos coluvio deluviales.
- Ladera de moderada a muy fuerte pendiente (5° a 45°), que conforman geformas de vertientes con depósito de deslizamiento, muy susceptibles a movimientos en masa.
- Ausencia de drenajes adecuados.

Factor detonante

- Precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como la ocurrida el 9 de marzo del 2023, cuando la estación Aramango, Bagua, registró 75.2 mm/día mm/día (Figura 3).

Daños ocasionados

- 45m de la vía AM-534 afectados
- 0.2 ha de terrenos de cultivos frutales afectados.

5.2. Asentamientos diferenciales en la IE 16283

La IE 16283 se ubica en terrenos con pendiente de pendiente llana a moderada (<15°), sin embargo, los taludes excavados (Fotografía 4 y 5) presentan pendiente fuerte (15° a 25°) por lo que son sectores donde se deberían implementar medidas de estabilidad de taludes (canales de coronación, revegetación y banqueo).



Fotografía 4. Talud excavado reciente en la parte alta de la IE 16283. **Ubicación:** E: 787846, N: 9378311, Z: 1322.



Fotografía 5. Talud excavado antiguo en la parte central de la IE 16283. **Ubicación:** E: 787849, N: 9378278, Z: 1318.

Los canales de derivación de escorrentías actuales no presentan un mantenimiento adecuado (Fotografía 6 y 7) generando que las aguas acumuladas de las lluvias intensas no discurren adecuadamente fuera de las instalaciones de la IE 16283.



Fotografía 6. Drenaje en mal estado en la parte alta de la IE 16283. **Ubicación:** E: 787825, N: 9378315, Z: 1321.



Fotografía 7. Drenaje en mal estado en la parte central de la IE 16283. **Ubicación:** E: 787832, N: 9378285, Z: 1317.

Además, las infraestructuras educativas no presentan un buen tratamiento de suelos, tampoco adecuadas cimentaciones; generando asentamientos diferenciales en las edificaciones, durante la época de lluvias intensas, reflejado en agrietamientos en pisos y paredes (Fotografía 8).



Fotografía 8. Vereda de la IE 16283 afectada por agrietamientos debido a asentamiento diferencial. **Ubicación:** E: 787860, N: 9378288, Z: 1322.

6. CONCLUSIONES

- a. El centro poblado Chomza Alta, la IE 16283, y un tramo de la vía AM-534; han sido afectados por el deslizamiento rotacional que ocurrió en marzo del 2023.
- b. Dentro del contexto litológica, las rocas de calizas y lutitas muy fracturadas y altamente meteorizadas del Grupo Quilquiñán, cubiertas por arcillas de alta plasticidad de un depósito coluvio deluvial, conforman el substrato incompetente y susceptible e inestable a deslizamientos y asentamientos diferenciales
- c. Unos 45 m de la vía AM-534, principal acceso al centro poblado Chomza Alta, son afectados por un deslizamiento rotacional de 2 322 m² de área y 8 100 m³ de volumen aproximado, que presenta reactivaciones en situaciones de lluvias extremas o sismos de gran intensidad; debido a la falta de medidas de control de riesgos adecuadas.
- d. En la infraestructura de la IE 16283 se presenta asentamientos diferenciales en algunas paredes y pisos, debido al inadecuado tratamiento de las aguas de escorrentía, que están saturando a los suelos, además de una cimentación deficiente de las estructuras.
- e. El factor detonante han sido las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, como las registradas el 9 marzo del 2023, de hasta 75.2 mm/día en la estación Aramango, Bagua.
- f. De acuerdo al área de impacto del deslizamiento rotacional, cartografiado en el centro poblado Chomza Alta, y las condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se considera de **Peligro Alto**.

7. RECOMENDACIONES

- a) Construir cunetas impermeables en el sector afectado por deslizamiento de la vía vecinal AM-534, además de una alcantarilla o badén que derive las escorrentías laderas abajo sin causar erosión de la calzada.
- b) Construir drenes de coronación y perimetrales impermeabilizados alrededor de los terrenos afectados por deslizamientos (Anexo 2A – figura 13).
- c) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas (Anexo 2b – figura 14 y fotografía 9).
- d) Prohibir el riego por inundación en los terrenos aledaños a movimientos en masa.
- e) Rehabilitar los drenajes de la IE 16283, con una adecuada pendiente, que deriven las aguas de precipitaciones pluviales intensas fuera de la institución educativa.
- f) Verificar que todas las infraestructuras del centro poblado Chomza Alta posean una adecuada cimentación para evitar asentamientos diferenciales, ya que la naturaleza arcillosa de los suelos, así lo condiciona.

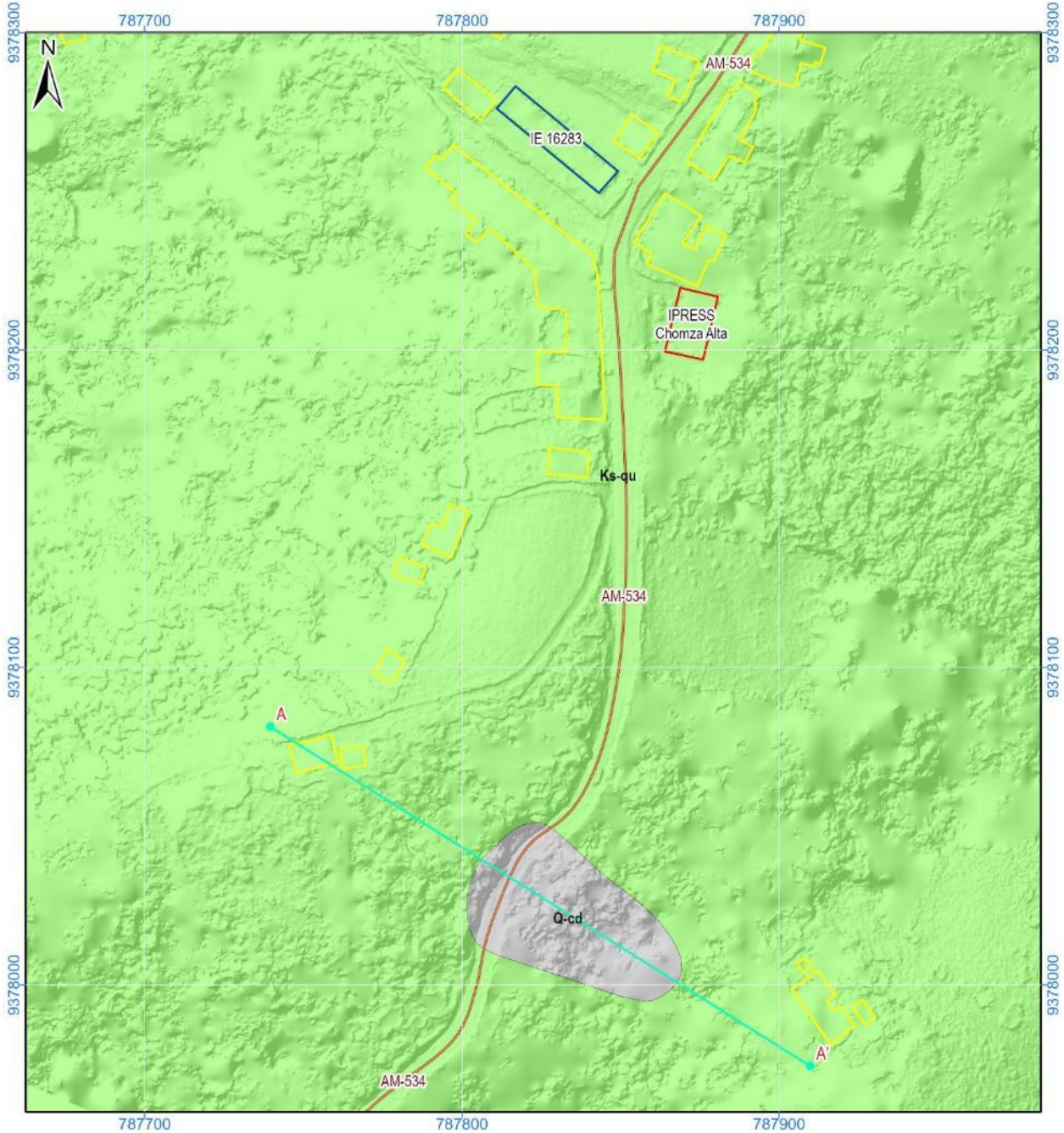
8. BIBLIOGRAFÍA

- Hoek, E. (2007). Rock Mass Properties. En *Practical Rock Engineering* (2a ed., pp. 190–236). Rocscience.
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Ingemmet. (2021). *Mapas geológicos integrados 50k ver 2021*. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Medina Allca, L., Vilchez Mata, M., & Dueñas Bravo, S. (2009). *Riesgo Geológico en la Región Amazonas. Ingemmet Boletín N° 39, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*.
- PMA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas* (1a ed.). Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas.
- Sánchez Fernández, A. (1995). *Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar. Ingemmet Boletín N° 56 Serie A*.
- Senamhi. (2014). *Umbrales y precipitaciones absolutas*.
- Senamhi. (2020). *Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (Ltda, Ed.; 1a ed.). Publicaciones UIS.
- Suárez Díaz, J. (2007). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación* (1a ed.). Erosion.com.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.


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


ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

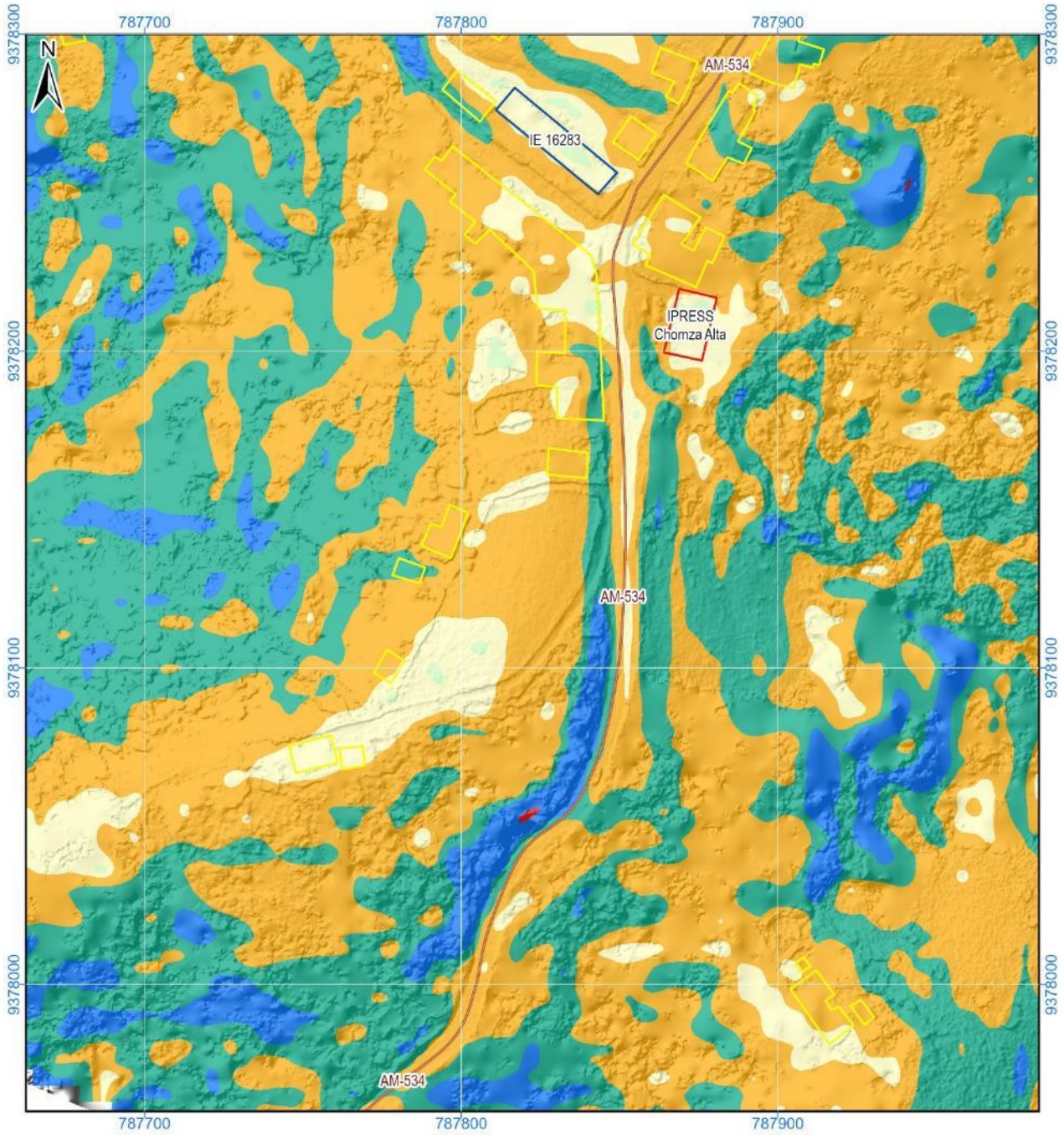
ANEXO 1. MAPAS



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|--------------------------|
| | Establecimiento de salud |
| | Institución Educativa |
| | Vivienda |
| | Vía vecinal |
| | Línea de perfil |

| LEYENDA | |
|---------|---------------------------------|
| | Q-cd: Depósito coluvio deluvial |
| | Ks-qu: Grupo Quilquiñán |

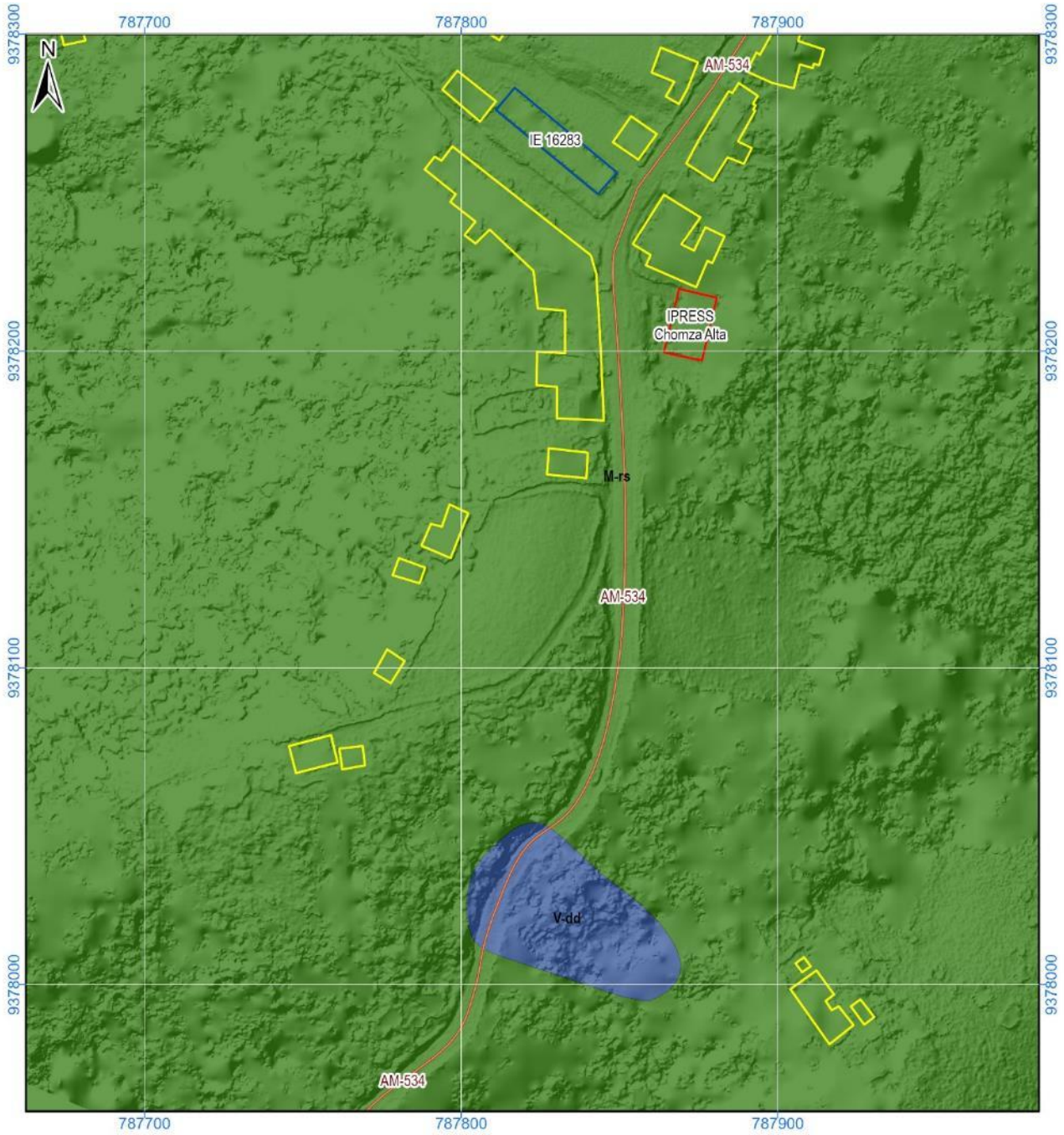
| | |
|--|-----------------------|
| SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL | |
| AMAZONAS - BAGUA - LA PECA | |
| GEOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE CHOMZA ALTA | |
| Elaboración: Elvis Alcántara | Revisión: Luis León |
| Proyección: UTM - Zona 17 Sur | Datum: WGS 84 |
| Escala: 1/2,000 | Versión digital: 2023 |
| MAPA 1 | |



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|--------------------------|
| | Establecimiento de salud |
| | Institución Educativa |
| | Vivienda |
| | Vía vecinal |

| LEYENDA | |
|---------|---|
| | <math><1^\circ</math>: Terreno llano |
| | $1^\circ-5^\circ$: Terreno inclinado con pendiente suave |
| | $5^\circ-15^\circ$: Pendiente moderada |
| | $15^\circ-25^\circ$: Pendiente fuerte |
| | $25^\circ-45^\circ$: Pendiente muy fuerte o escarpada |
| | $>45^\circ$: Terreno muy escarpado |

| | |
|--|-----------------------|
| SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - BAGUA - LA PECA | |
| PENDIENTES DEL TERRENO EN LA LOCALIDAD DE CHOMZA ALTA | |
| Elaboración: Elvis Alcántara | Revisión: Luis León |
| Proyección: UTM - Zona 17 Sur | Datum: WGS 84 |
| Escala: 1/2,000 | Versión digital: 2023 |
| MAPA 2 | |



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|--------------------------|
| | Establecimiento de salud |
| | Institución Educativa |
| | Vivienda |
| | Vía vecinal |

| LEYENDA | |
|---------|---|
| | M-rs: Montaña en roca sedimentaria |
| | V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento |

| | |
|--|-----------------------|
| SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - BAGUA - LA PECA | |
| GEOMORFOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE CHOMZA ALTA | |
| Elaboración: Elvis Alcántara | Revisión: Luis León |
| Proyección: UTM - Zona 17 Sur | Datum: WGS 84 |
| Escala: 1/2,000 | Versión digital: 2023 |
| MAPA 3 | |



| SIMBOLOGÍA | |
|------------|-----------------------------------|
| | Escarpe de deslizamiento inactivo |
| | Dirección de movimiento inactivo |
| | Establecimiento de salud |
| | Institución Educativa |
| | Vivienda |
| | Via vecinal |
| | Línea de perfil |

| LEYENDA | |
|---------|---|
| | Deslizamiento rotacional inactivo latente |
| | Zona de asentamientos diferenciales |

| | |
|--|-----------------------|
| SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - BAGUA - LA PECA | |
| CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE CHOMZA ALTA | |
| Elaboración: Elvis Alcántara | Revisión: Luis León |
| Proyección: UTM - Zona 17 Sur | Datum: WGS 84 |
| Escala: 1/2,000 | Versión digital: 2023 |
| MAPA | |
| 4 | |

ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para deslizamientos

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo de los movimientos en masa. Los métodos de estabilización de los deslizamientos, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizantes en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suárez Díaz, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de los movimientos en masa, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento en masa. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento (Figura 13). En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.

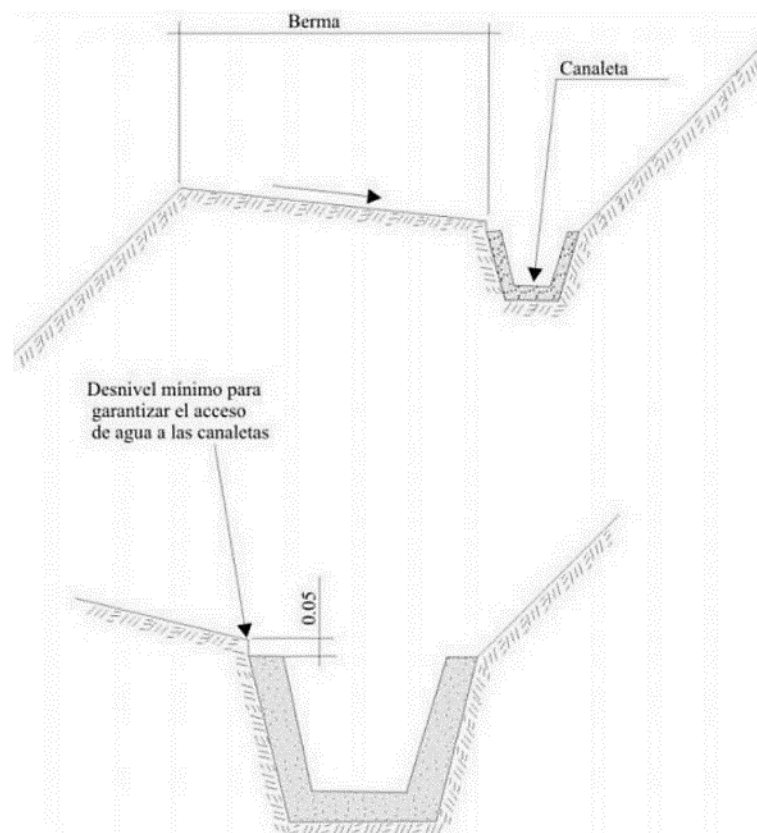


Figura 13. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

b. Revegetación y bioingeniería

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

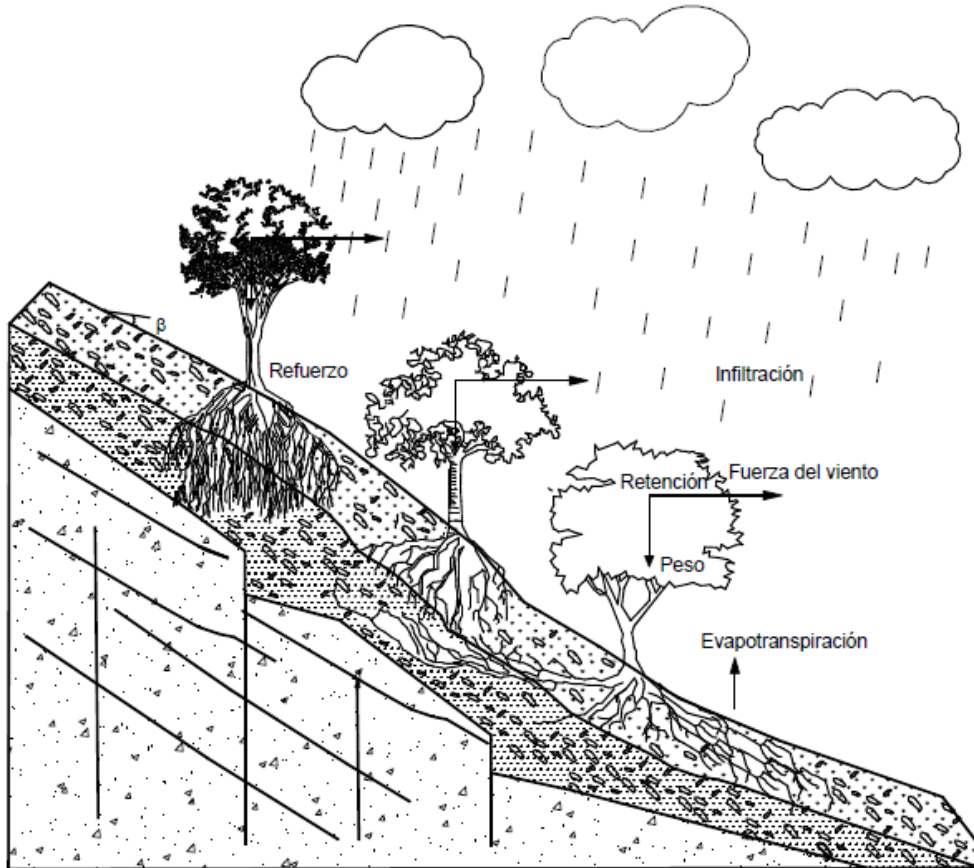


Figura 14. Estabilización de taludes utilizando vegetación. **Fuente:** Suarez, Díaz 2007.



Fotografía 9. Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.