

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7707

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE CERCADO DE CALQUIS

Departamento: Cajamarca

Provincia: San Miguel

Distrito: Calquis



DICIEMBRE
2025

**EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN LA
LOCALIDAD DE CERCADO DE CALQUIS (SAN MIGUEL)**

***Distrito Calquis
Provincia San Miguel
Departamento Cajamarca***

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

Equipo técnico:

***Leysi Marilyn Fuentes Pérez
Luis Miguel León Ordáz***

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). *“Evaluación de peligro geológico por deslizamiento en la localidad de Cercado de Calquis, distrito de Calquis, provincia de San Miguel. Departamento de Cajamarca”* INGEMMET, Informe Técnico N° A7707, 42p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Objetivos del estudio.....	4
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación	6
1.3.2. Accesibilidad	7
1.3.3. Población	8
1.3.4. Clima.....	8
2. DEFINICIONES	10
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	13
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	13
3.1.1. Centro volcánico Anchipan – Mutis – Evento 2 (Po – amE2).....	13
3.1.2. Plutón diorita (Nm – di).....	13
3.1.3. Depósitos coluvio deluvial (Qh – cd).....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	15
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	15
4.2. Pendiente del terreno.....	16
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	17
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	17
4.3.2. Unidades de carácter depositacional y agradacional.....	18
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	19
5.1. Deslizamientos reactivados.....	19
5.1.1. Características visuales y morfométricas	23
5.1.2. Morfometría	23
5.1.3. Factores condicionantes	24
5.1.4. Factores detonantes	24
5.2. Deslizamiento rotacional activo con avance retrogresivo	24
5.2.1. Características visuales y morfométricas	30
5.2.2. Morfometría	30
5.2.3. Factores condicionantes	30
5.2.4. Factores detonantes	31
5.2.5. Daños ocasionados y probables	31
6. CONCLUSIONES	32
7. RECOMENDACIONES.....	34
8. BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXO 1. MAPAS	37
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....	41

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligro geológico por deslizamiento, en la localidad de Cercado de Calquis, distrito de Calquis, provincia de San Miguel. 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 geológica.

Mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico.

Las unidades geológicas, aflorantes corresponden a un centro volcánico erosionado, conformado por intercalaciones de flujos piroclásticos de cenizas, gris amarillentos y flujos de pómez y cenizas blanquecinas; que constituyen la roca madre del suelo residual de los deslizamientos; de igual modo al noreste se observan afloramientos de dioritas holocristalinas, equigranulares, gris verdosas con cristales de plagioclasas y anfíbol; y depósitos coluvio deluviales que son producto de la ocurrencia de deslizamientos antiguos y recientes.

Las unidades geomorfológicas identificadas, corresponden a relieves montañosos o colinado en roca volcánica (RMC – rv), montaña en roca volcano sedimentaria (M -rvs) y vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd); sobre esta última se originan los procesos de movimientos en masa tanto antiguos como recientes.

Se considera, que el principal factor condicionante a la ocurrencia de deslizamientos es la naturaleza incompetente de materiales; montañas de pendiente moderada (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°), ausencia de drenajes adecuados; exceso de excedentes de agua de reservorio de la JASS Calquis y captaciones mal canalizadas. Las surgencias de agua sin canalizar; tuberías que vierten agua a canales que no cuentan con revestimiento y el riego por aspersión que fluye pendiente abajo.

Como factor detonante se consideran las lluvias de intensidad extrema, como la registrada en la estación Niepos el 03/03/2019 con 116 mm/día y la constante infiltración de agua proveniente de riego por aspersión, excedentes de agua del reservorio JASS Calquis, surgencias de agua y canales sin revestimiento.

Se concluye que el área de estudio es considerada de **Peligro Alto a Muy Alto a la Ocurrencia de deslizamientos.**

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la construcción de drenajes que deben ser diseñados y aprobados por un especialista, previa evaluación de la zona; se sugiere una total y correcta canalización de las estructuras hidráulicas, cambio de tipo de riego a aspersión y revestimiento de canales.

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, mediante la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (D GAR) y el “Servicio de asistencia en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud remitida por el Gobierno Regional de Cajamarca, Oficio N° 155-2025-MDC/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligro geológico en la localidad de Calquis, donde se registró un deslizamiento.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los ingenieros Luis León y Leysi Fuentes, quienes realizaron la evaluación de peligros en la localidad mencionada el día 12 de setiembre del 2025.

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

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

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar el peligro geológico por deslizamiento que se presenta en la localidad de Cercado de Calquis, eventos que pueden comprometer la seguridad de viviendas, obras de infraestructura y vías de comunicación en la zona de influencia de los eventos.
- b) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

1.2. Antecedentes

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que mencionan a San Miguel y al distrito de Calquis, relacionados a temas de Susceptibilidad a Movimientos en Masa en la zona, sobre geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

- Boletín N° 38 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Jayanca (13-d), Incahuasi (13-e), Cutervo (13-f), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e), Chota (14-f), Celendín (14-g), Pacasmayo (15-d) y Chepén (15-e)” (Wilson, 1984)”, donde se describe las unidades geológicas a una escala 1:100 000; la zona está conformada por una secuencia de volcánicos, que comienza con un conglomerado basal rojizo con capas de toba andesítica de color morado o violáceo.
- Informe Técnico N° A5900 “Riesgo Geológico por Remociones en el área de Calquis” (Dávila, S., 2001); donde identifica peligros y riesgos geológicos en el área del Centro Poblado de Calquis, como: deslizamientos, agrietamientos en forma escalonada y paralelos a laderas, y un deslizamiento activo, ocurrido el 14 de abril de 1998 con longitud de corona de 300 m, con escarpas verticales de 4 a 5 m; y posterior formación de un huayco , que tuvo como consecuencia la pérdida de vida de una persona, 7 viviendas arrasadas, 3 centros educativos destruidos, 50 viviendas afectadas, destrucción de canales de riego, tuberías de agua potable afectadas, 3 ha de terreno de cultivo arrasadas, destrucción de caminos de herradura, agrietamiento y desplazamiento de suelos y número indeterminado de pérdidas de animales.
- Informe Técnico A6551 “Zonas críticas por Peligros Geológicos y Geohidrológicos en la Región Cajamarca”, donde menciona que en Calquis: un huayco ocurrido el 12 de febrero del año 2001 por la quebrada afecto al poblado de Calquis; un deslizamiento antiguo que presenta reactivaciones de deslizamiento-flujo y un deslizamiento rotacional con asentamientos de pastizales y formación de escarpas.
- Boletín N° 44 Serie C, Riesgo Geológico en la Región Cajamarca (Zavala & Rosado, 2011), donde menciona los grados de susceptibilidad a los movimientos en masa y clasifica a la provincia de San Miguel en Grado Alto; entre las conclusiones menciona a las zonas que se ven comprometidas con uno o más peligros geológicos, donde; en San Miguel ubica a Cercado de Calquis como susceptible a deslizamientos y derrumbe de tierras de cultivo; y en la cronología y relato histórico de desastres producidos por movimientos en masa, sismos e inundaciones; menciona:
 - Huaico ocurrido el 15 de abril de 1998 en la localidad de Calquis, San Miguel; las lluvias torrenciales produjeron un huaico dejando 102 personas damnificadas, 17 viviendas destruidas y 30 ha de cultivo afectado.
 - Huaico ocurrido el 19 de marzo de 2001 en Calquis, San Miguel.

Además se enumera los peligros geológicos inventariados en campo, donde en Calquis se señalan 6 peligros geológicos, entre ellos : deslizamiento rotacional activo (Coordenadas: E: 737344 N: 9228499), deslizamiento rotacional activo (Coordenadas: E: 737400 N: 9230100), deslizamiento rotacional inactivo-joven/reactivado (Coordenadas: E: 737490 N: 9229056), derrumbe activo (Coordenadas: E: 737960 N: 9226898), deslizamiento activo (Coordenadas: E: 738100 N: 9228350) y flujo de detritos activo/latente (Coordenadas: E: 737400 N: 9227850).

- Boletín de la Serie C “Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la zona Norte del Perú” (Luque, et al. 2023); identificando 238 zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en el departamento de Cajamarca, 14 zonas en la provincia de San Miguel y 2 zonas críticas en el distrito de Calquis; las cuales se describen a continuación:
 - Calquis: Huaico ocurrido el 12 de febrero del año 2001 por la quebrada, que afectó al poblado de Calquis; afectó tramo de la carretera, destruyó viviendas, canal de riego y escuela primaria.
 - Calquis: Deslizamiento antiguo, que presenta reactivaciones de deslizamiento - flujo, agrietamientos de terreno y construcciones, asentamientos en plataforma de carretera, postes de transmisión eléctrica inclinados; destruyó viviendas, posta médica, afecta tramo de carretera, terrenos de cultivo, dejó una pérdida humana; se recomendó reforestar la zona.

Como información Técnica adicional se ha tomado:

- Estudio “Evaluación de Recursos Hídricos Cuenca del Río Zaña” (Pantoja, et al. 2010); de donde se tomó la data de la estación Meteorológica Niepos, desde el año 1963 al año 2008, precipitaciones mensuales.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada corresponde a la localidad de Calquis, que pertenece al distrito de Calquis, provincia San Miguel, departamento Cajamarca (figura 1), ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S descritas en la tabla 1, además se muestran las coordenadas centrales referenciales del evento principal.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio – Cercado de Calquis.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	736600	9228200	-6.97751	-78.858464
2	738360	9228200	-6.977437	-78.842541
3	738360	9229500	-6.965686	-78.842595

4	736600	9229500	-6.965758	-78.858517
Coordenada central de los peligros identificados				
Localidad de Calquis – Distrito Calquis	737509.6	9228793	-6,972113	-78,85026

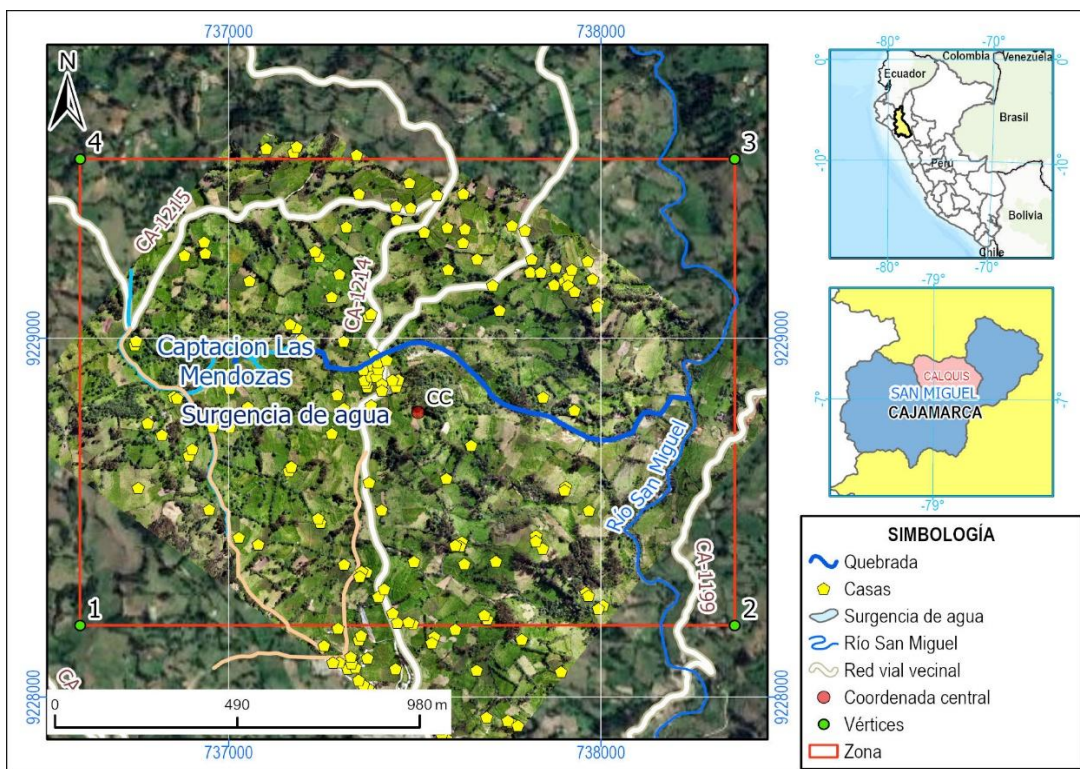


Figura 1. Ubicación del área evaluada.

1.3.2. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta la provincia de San Miguel, se realiza a través de la vía nacional asfaltada carretera 3N, 8A y Chilete/CA-103; luego de la provincia de San Miguel a Cercado de Calquis, el acceso es por la carretera CA-1217; 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 Cajamarca – Provincia de San Miguel.	Asfaltada (carretera 3N, 8A y Chilete/CA-103)	100.3	2 horas 49 minutos
Provincia de San Miguel – Distrito de Calquis.	Trocha carrozable	30.1	30 minutos

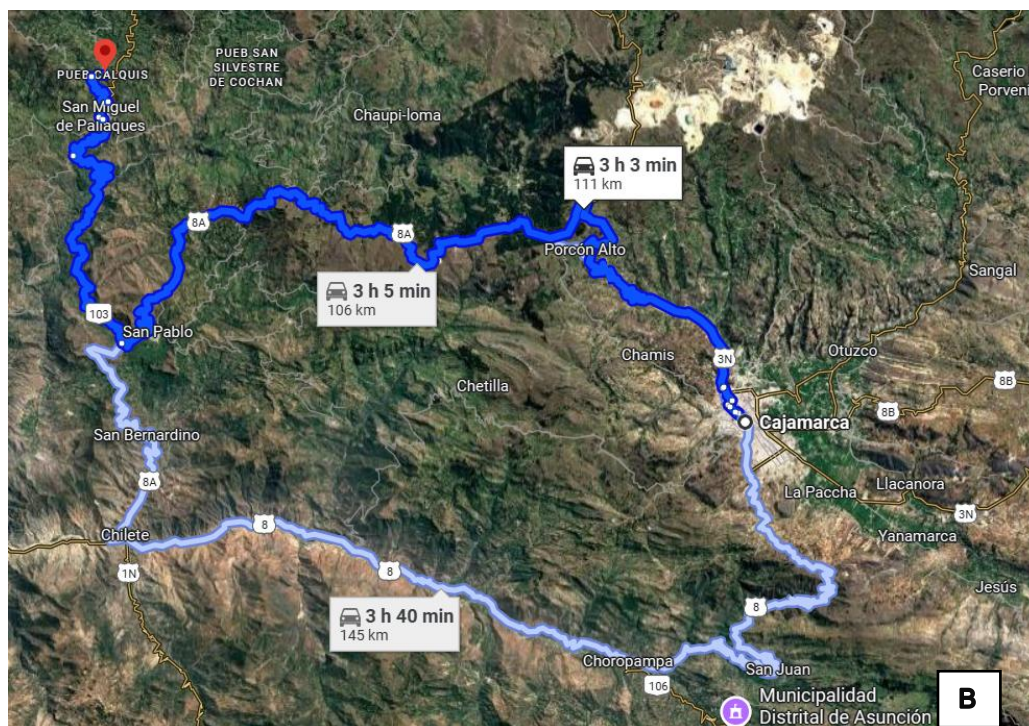


Figura 2. Ruta de acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta la localidad de Cercado de Calquis.

Fuente: Google Maps.

1.3.3. Población

De acuerdo con los datos del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2017), Cercado de Calquis, presenta una población de 200 personas, distribuidas en 450 viviendas; cuentan con acceso a agua por red pública, energía eléctrica y desagüe.

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima lluvioso con otoño e invierno secos, templado; con una temperatura máxima promedio de 21°C, una temperatura mínima promedio de 5°C y una precipitación anual entre 700 mm y 1500 mm.

Entre los años 2017-2025, los meses de enero – marzo, el sector evaluado puede registrar precipitaciones pluviales de 116 mm/día el 01 de marzo del 2019; (figura 3) y los 664.4 mm/ mensuales, en el mes de marzo del 2017, considerados por el Senamhi, en su consolidado de umbrales de precipitación del 2014, como Extremadamente Lluvioso (Senamhi, 2014).

Tras analizar las precipitaciones pluviales mensuales desde el año 1963 hasta la actualidad; se encontraron picos de 658 mm/ mensuales en abril de 1970 (decenio de 1963 a 1972); 225 mm/ mensuales en marzo de 1975 (decenio de 1973 a 1982); 582.8 mm/mensuales en abril de 1987 (decenio de 1983 a 1992); 719.2 mm/mensuales en marzo de 1998 (decenio de 1993 a 2002), el cual coincide con los deslizamientos y huaico ocurrido en 1998; 340.6 mm/mensual

en marzo de 2006 (entre los años 2003 a 2008) y 664.4 mm/mensuales en marzo de 2017, que es el más alto registrado en los últimos 10 años.

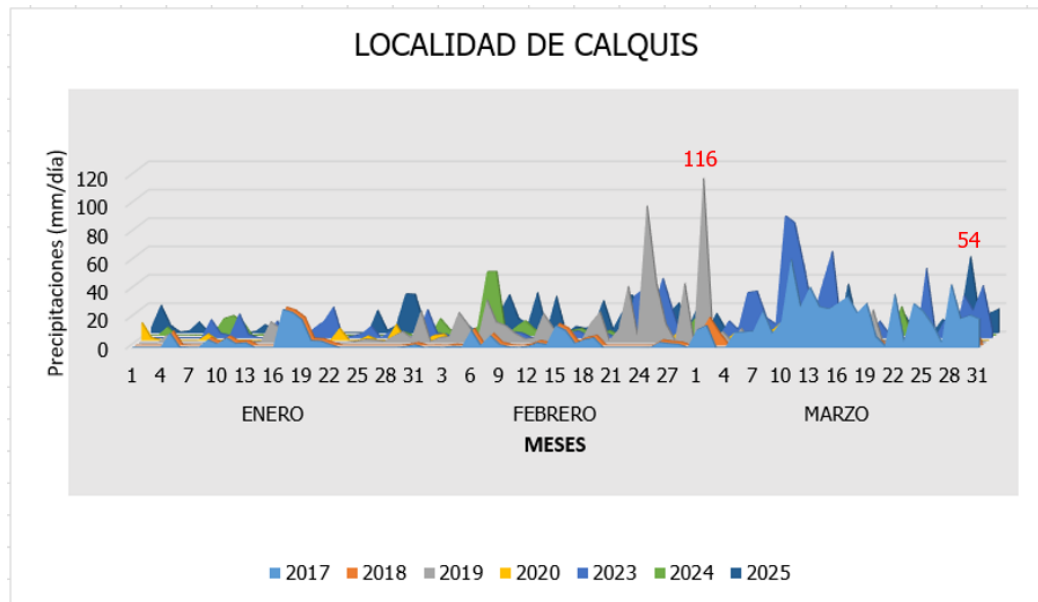


Figura 3. Precipitación diaria del mes de enero a marzo entre los años 2017-2025, en la Estación Niepos. **Fuente:** Senamhi.

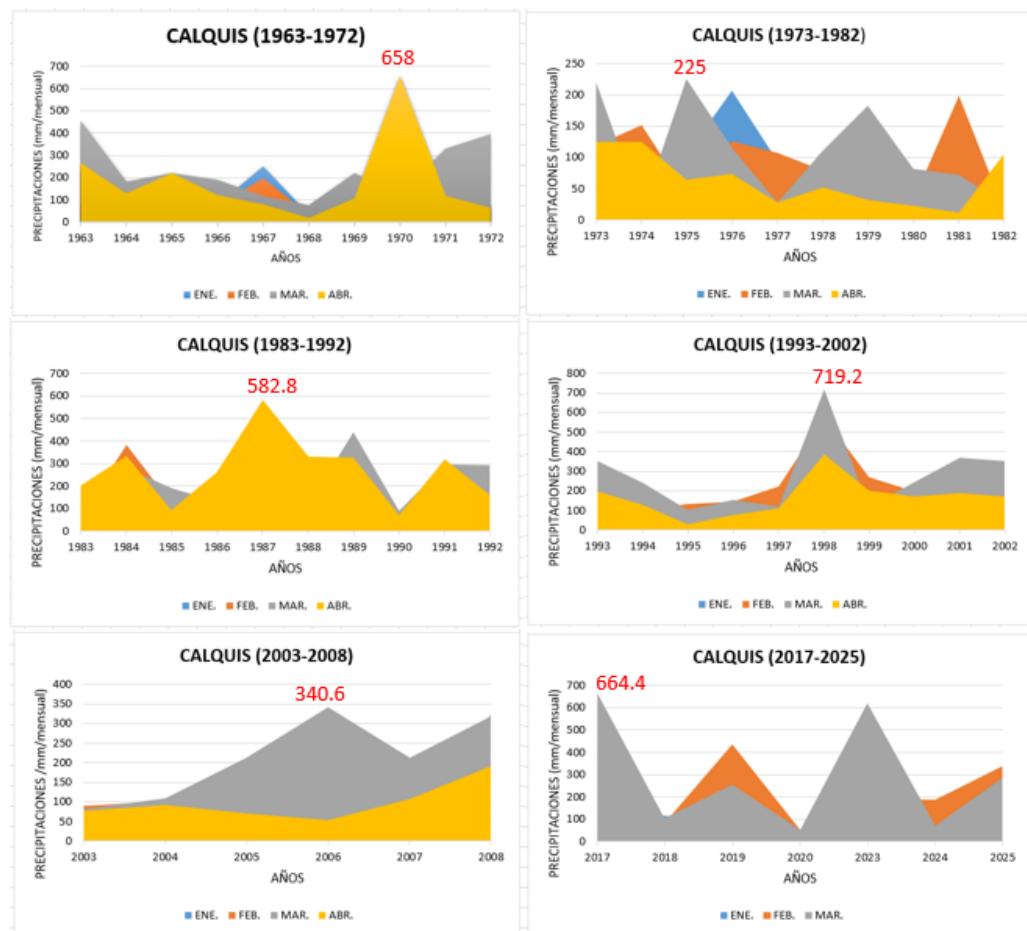


Figura 4. Precipitaciones mensuales entre los meses de enero a abril entre los años 1963-2025, de la Estación Niepos. **Fuente:** “Evaluación de Recursos Hídricos del Río Zaña” (Pantoja, et al.2010).

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: GCA, 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).

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

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

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.

ALUVIAL: Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

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

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 interestratificados 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.

FLUJO: Movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Existen tipos de flujos como flujos de lodo, flujos de detritos (huaicos), avalanchas de rocas y detritos, crecida de detritos, flujos secos y lahares (por actividad volcánica).

FLUJO DE DETRITOS (HUAICO): Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

REPTACION DE SUELOS: Movimiento lento del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.

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.

MOVIMIENTO COMPLEJO: Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo, derrumbe-flujo, deslizamiento-caída de rocas, deslizamiento-flujo, deslizamiento-reptación, entre otros.

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

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

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

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

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.

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.

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.

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

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

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

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.

ZONA CRÍTICA: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. 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. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la revisión y actualización del Boletín N° 38 Serie A, "Geología de los cuadrángulos de Jayanca (13-d), Incahuasi (13-e), Cutervo (13-f), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e), Chota (14-f), Celendín (14-g), Pacasmayo (15-d) y Chepén (15-e)" (Wilson, 1984)", la zona está conformada por dioritas al noreste, por flujos piroclásticos y por depósitos coluvio deluviales. (Mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Comprende unidades volcánicas, plutónicas y depósitos.

3.1.1. Centro volcánico Anchipan – Mutis – Evento 2 (Po – amE2)

Corresponde a un centro volcánico erosionado, que ha originado diferentes productos volcánicos, culminando su actividad con el emplazamiento de un complejo de domos andesíticos. Se han establecido tres eventos eruptivos que han formado este complejo volcánico, en la zona de estudio aflora el evento 2, conformado por intercalaciones de flujos piroclásticos de cenizas, gris amarillentos y flujos de pómez y cenizas gris blanquecinas; estas rocas constituyen la roca madre del suelo residual de los deslizamientos.

3.1.2. Plutón diorita (Nm – di)

El Plutón diorita corresponde a dioritas holocristalinas, equigranulares, gris verdosas con cristales de plagioclasa y anfíbol, aflora al noroeste de la zona.

3.1.3. Depósitos coluvio deluvial (Qh – cd)

Estos depósitos son producto de la ocurrencia de deslizamientos antiguos y recientes, constituidos por bloques y gravas en una matriz limosa y en menor proporción arcillosa, la acumulación es heterométrica, de naturaleza volcánica, con baja compacidad, inestables por la saturación de agua y con alta permeabilidad; la coloración del material es rojizo amarillento en estado seco y marrón oscuro cuando se hallan húmedos o saturados.

TIPO DE FORMACION SUPERFICIAL				GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
☐	Eluvial	☐	Lacustre	5	Bolos	☒	Esférica	☐	Redondeado
☒	Deluvial	☐	Marino	0	Cantos	☐	Discoidal	☐	Subredondeado
☒	Coluvial	☐	Eólico	15	Gravas	☐	Laminar	☐	Anguloso
☐	Aluvial	☐	Orgánico	20	Arenas	☐	Cilíndrica	☒	Sub anguloso
☐	Fluvial	☐	Artificial	50	Limos				
☐	Proluvial	☐	Litoral	10	Arcillas				
☐	Glaciar	☐	Fluvio glaciar						

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

COMPACIDAD						CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.					
SUELOS FINOS			SUELOS GRUESOS			SUELOS GRUESOS			SUELOS FINOS		
Limos y Arcillas			Arenas			GW			SW		
☒	Blanda		☒	Suelta		☐	GP	☐	SP	☒	ML
☐	Compacta		☐	Densa		☐	GM	☐	SM	☐	CL
☐	Dura		☐	Muy Densa		☐	GC	☐	SC	☐	OL
										☐	PT
										☐	MH
										☐	CH
										☐	OH



Figura 5. A. Matriz del depósito coluvio deluvial limo arcilloso. **B.** Bloques de rocas volcánicas dispersos y sueltos.

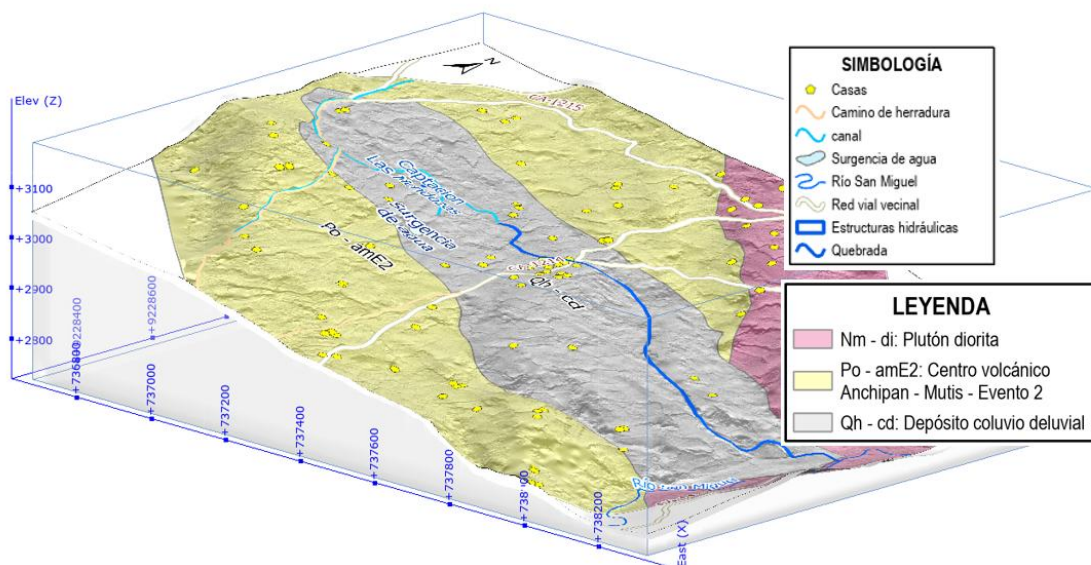


Figura 6. Modelo 3D de las unidades geológicas en la localidad de Calquis.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Cajamarca, se utilizó imágenes y modelos digitales de elevación detallados, que se obtuvieron de levantamientos fotogramétricos con dron el 12 de setiembre del 2025 por el Ingemmet, lo cual permitió 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)

La zona evaluada presenta elevaciones que van desde los 2742 m hasta los 3199 m, en los cuales se distingue 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 2814 y 2912 m.

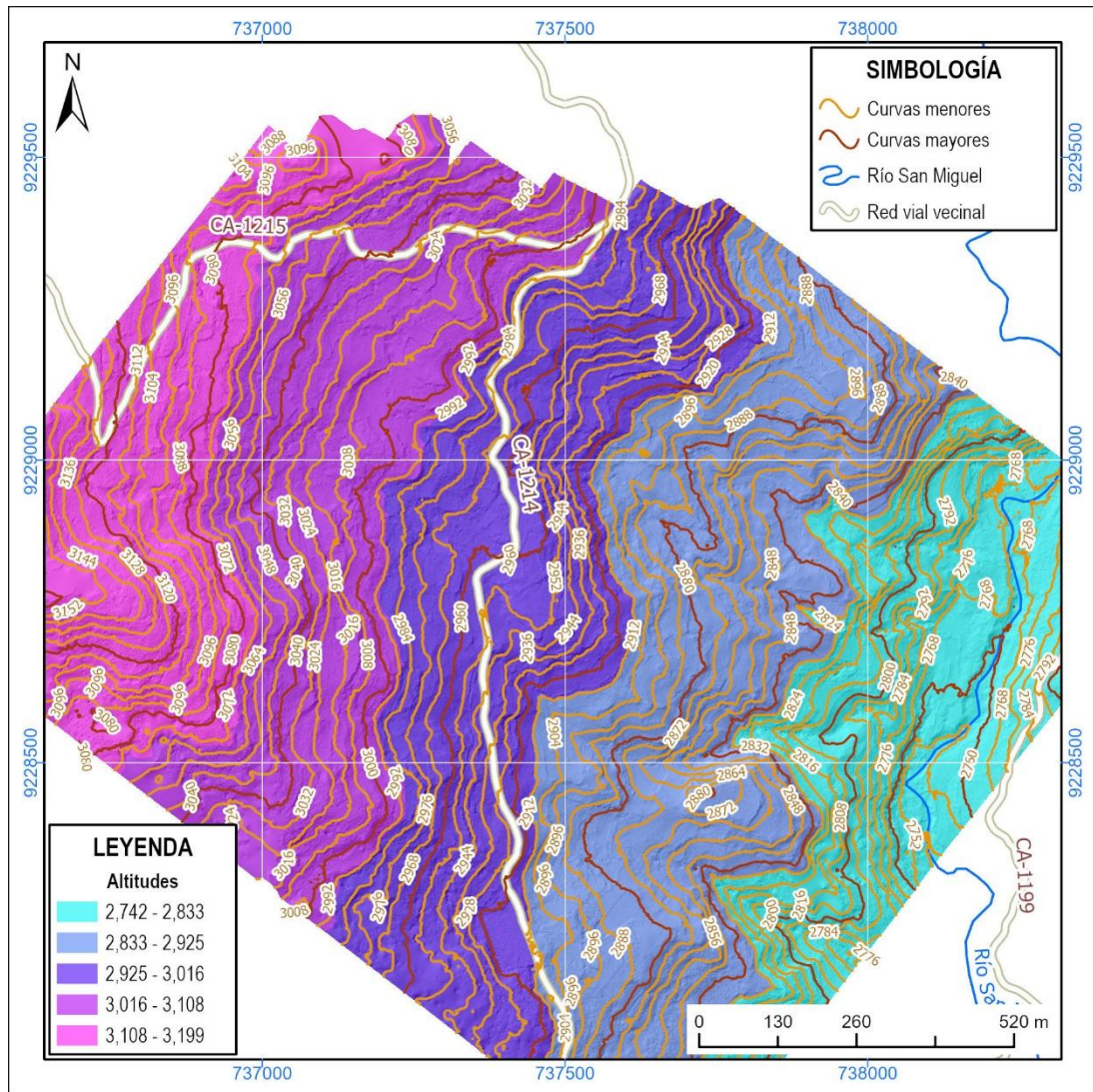


Figura 7. Modelo digital de elevaciones de la localidad de Calquis.

4.2. Pendiente del terreno

La localidad de Calquis, se ubica en terrenos con pendiente de moderada (5° - 15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), que se encuentran sobre montañas en roca volcánicas y sobre la vertiente de deslizamiento en mayor porcentaje; esto debido a los deslizamientos antiguos reactivados quienes han configurado en gran parte las pendientes actuales. (Figura 8 y Mapa 3).

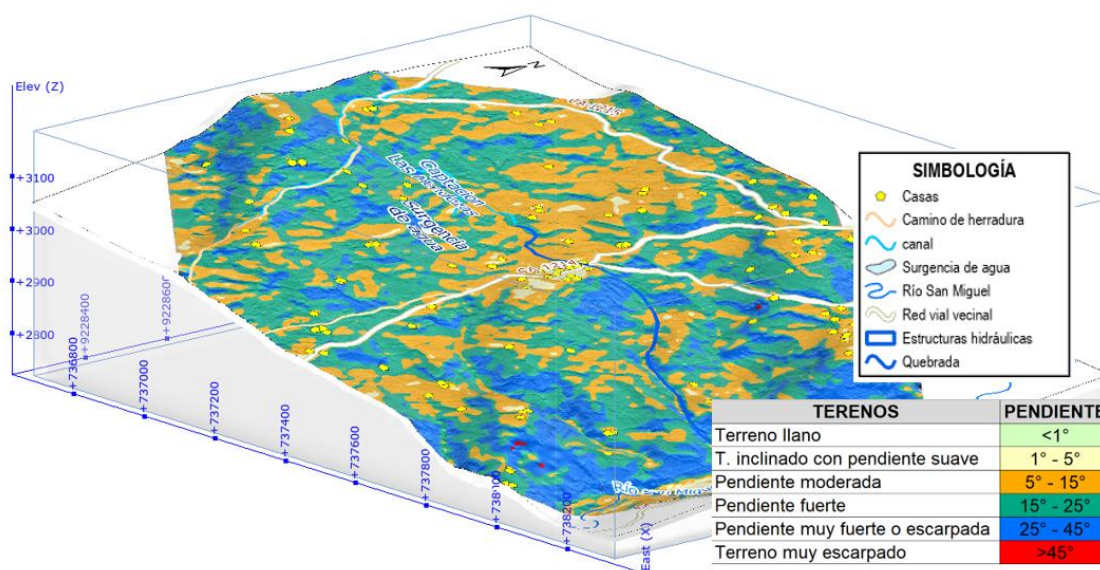


Figura 8. Modelo 3D de las pendientes en la localidad de Calquis.

4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen unidades de carácter tectónico degradacional y erosional (relieve montañoso o colinado en rocas volcánicas y montaña en roca volcánica sedimentaria) y unidades de carácter agradacional (vertiente de deslizamiento) producto de deslizamientos antiguos reactivados y recientes.

4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes contruidos 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).

Los paisajes geomorfológicos resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas.

Unidad de Montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel. La cima de estas geoformas puede ser aguda, subaguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas presentan un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

- **Subunidad de relieve montañoso o colinado en roca volcánica (RMC-rv)**

Dentro de esta subunidad encontramos afloramientos de rocas volcánicas (dioritas holocristalinas y equigranulares) del Plutón diorita; sus elevaciones van desde los 2750 msnm hasta los 3032 msnm. Presentan montañas con pendientes moderadas (5°-15°) a pendientes muy fuerte o escarpada (25°-45°). Se encuentran ubicadas al noroeste de la zona.

- **Subunidad de montaña en roca volcano sedimentaria (M – rvs)**

Dentro de esta subunidad encontramos afloramientos de rocas volcánicas (intercalaciones de flujos piroclásticos de cenizas, gris amarillentos y flujos de pómez y cenizas gris blanquecinas), litológicamente corresponden al Centro Volcánico Anchipan – Mutis – Evento 2; sus elevaciones van desde los 2888 msnm hasta 3152 msnm. Presentan montañas con pendientes moderadas (5°-15°) a pendientes muy fuerte o escarpada (25°-45°). Se ubican al noroeste y noreste.

4.3.2. Unidades de carácter depositacional y agradacional

Están representadas por relieves formados por depósitos o acumulación de sedimentos en piedemontes o vertientes.

- **Subunidad de Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)**

Esta unidad corresponde a acumulaciones originadas por procesos de movimientos en masa, antiguos y recientes, en la zona de estudio son de tipo deslizamientos.

La composición es heterogénea; los materiales se encuentran poco consolidados, son depósitos de mediano recorrido relacionado a montañas.

Esta unidad abarca el 5.85 ha de la superficie de la zona. Geodinámicamente se asocia a reactivaciones en los materiales depositados por los movimientos en masa antiguos, así como por nuevos aportes de material provenientes de la actividad retrogresiva y eventos activos (Vilchez et al. 2020)

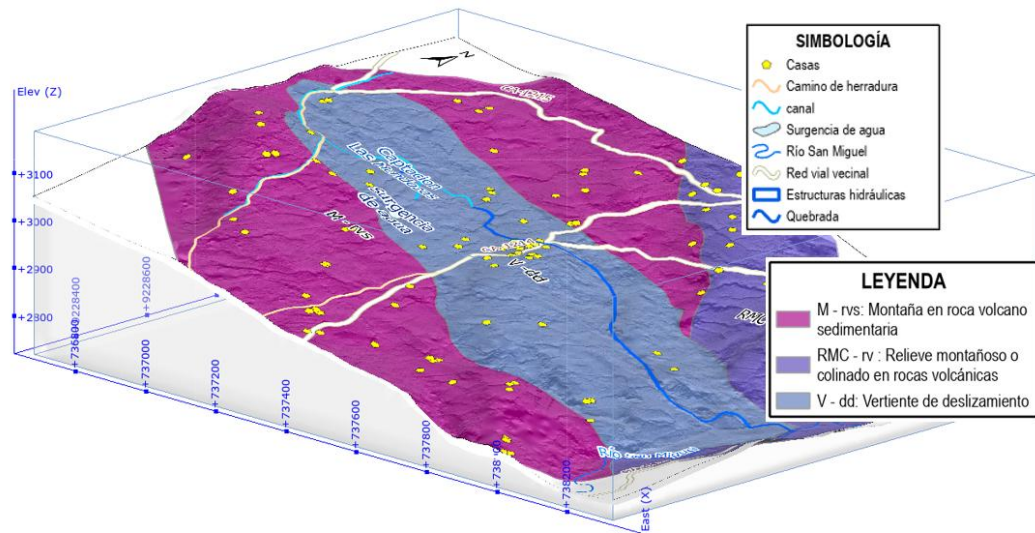


Figura 9. Modelo 3D de las unidades geomorfológicas en la localidad de Calquis.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Se realizó un sobrevuelo de dron en la localidad de Calquis, lo que permitió identificar los peligros geológicos; dos deslizamientos reactivados y un deslizamiento rotacional del tipo retrogresivo activo y que actualmente engloba a los deslizamientos reactivados.

5.1. Deslizamientos reactivados

Se identificaron dos deslizamientos reactivados en el cuerpo del deslizamiento activo, el primer deslizamiento se ubica sobre la vía red vial vecinal CA-1214, con un escarpe visible de 220 m y múltiples escarpes escalonados bajo el principal; el salto es de 0.81 m; y el segundo deslizamiento reactivado (DZR-02) se encuentra en la zona baja colindante con el río San Miguel, presenta una escarpa visible de 237 m.

La dinámica activa de los deslizamientos en la localidad de Calquis tiene data desde 1998.

El 14 de abril ocurrió un deslizamiento (DZR-01) que tuvo una longitud de corona con longitud de 300 m, con escarpas verticales de 4 a 5 m; la masa se canalizó por la quebrada y generó flujo de detritos (huaico), que tuvo como consecuencia la pérdida de vida de una persona, 7 viviendas arrasadas, 3 centros educativos destruidos, 50 viviendas afectadas, destrucción de canales de riego, tuberías de agua potable afectadas, 3 ha de terreno de cultivo arrasadas, destrucción de caminos de herradura, agrietamiento y desplazamiento de suelos y número indeterminado de pérdidas de animales. Este deslizamiento se reactivó nuevamente en marzo de 2025, afectó vía vecinal CA-1214 en un tramo de 158 m.

El segundo deslizamiento reactivado (DZR-02) se ubica en la zona baja colindante al río San Miguel y se menciona en el Boletín N° 44 Serie C, Riesgo Geológico en la Región Cajamarca (Zavala & Rosado, 2011); donde en el inventario en campo de peligros geológicos se identifica al deslizamiento activo con coordenadas: E: 738100 y N: 9228350.

A continuación, se muestra algunas fotografías del deslizamiento ocurrido en el año 1998; DZR-02, colindante al río San Miguel:



Figura 10: Vista panorámica del deslizamiento activo de Calquis, donde se observa la zona de arranque (A), cuerpo del deslizamiento (B) y pie del deslizamiento (C), que arrasó viviendas y terrenos de cultivo.
Fuente: "Riesgo Geológico por Remociones en el área de Calquis" (Dávila, S., 2001).



Figura 11: A. Escarpa de la corona y zona de arranque del deslizamiento activo, donde se observan grietas de contorno, que en su evolución comprometieron viviendas. B. Pie del deslizamiento que represó temporalmente al río San Miguel. C. Agrietamiento de suelos que destruyó Posta Médica y viviendas. D. Agrietamientos. Fuente: "Riesgo Geológico por Remociones en el área de Calquis" (Dávila, S., 2001)

A continuación, se muestra información descrita en el Informe Técnico AS900 “Riesgo Geológico por Remociones en el área de Calquis” (Dávila, S., 2001); del deslizamiento ocurrido en 1998; 2001 y reactivado en el 2025, ubicado a orillas del río San Miguel, DZR-02:

Características y dimensiones del deslizamiento

- Superficie de ruptura compuesta: en suelo y roca.
- Longitud del deslizamiento: 300.00 m.
- Ancho promedio del deslizamiento: 150.00 m.
- Espesor promedio: 25 m.
- Volumen aproximado: 1 125,000 m³

Partes del fenómeno

- Zona de arranque
 - Cota de la zona de arranque del deslizamiento: 2,968 m.s.n.m.
 - Escarpa principal en la corona del deslizamiento: 5.00 m.
 - Pendiente media de la zona de arranque: 60°
 - Grietas paralelas y transversales a la ladera.
- Zona del cuerpo
 - Pendiente media de la zona de transporte: 30°
- Pie del deslizamiento
 - Cota más baja del deslizamiento: 2,725 m.s.n.m., que represó temporalmente el río San Miguel.
 - Diferencia de altura: entre la zona de arranque y el pie del deslizamiento fue de 243 m.
 - Pendiente media de la zona del depósito: 10° a 15°.

Morfometría

- Longitud del deslizamiento: 300 m
- Ancho promedio del deslizamiento: 150.00 m
- Espesor promedio: 25 m.
- Volumen aproximado 1 125, 000 m³

Actualmente tanto el deslizamiento que se ubica sobre la vía vecinal CA-1214 (DZ-01) como el deslizamiento que se encuentra colindante al río San Miguel (DZ-02), se encuentran reactivados y presentan las siguientes características:

5.1.1. Características visuales y morfométricas

	Deslizamiento 01 (DZR-01)	Deslizamiento 02 (DZR-02)
Tipo de movimiento	Deslizamiento rotacional	Deslizamiento rotacional
Estado	reactivado	reactivado
Estilo	múltiple	múltiple
Distribución (avance)	Retrogresivo - avanzando	Retrogresivo - avanzando
Deformación del terreno	Escalonado	
Composición	Suelos coluviodeluviales de limos arcillosos de baja plasticidad (ML); compuestos por bolos 5%, gravas 15%, arenas 20%, limos 50% y arcillas 10%.	Suelos coluviodeluviales de limos arcillosos de baja plasticidad (ML); compuestos por bolos 5%, gravas 15%, arenas 20%, limos 50% y arcillas 10%.

TIPO DE FORMACION SUPERFICIAL			GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
	Eluvial			5 Bolos	☒	Esférica		Redondeado
☒	Deluvial			0 Cantos		Discoidal		Subredondeado
☒	Coluvial			15 Gravass		Laminar		Anguloso
	Aluvial			20 Arenas		Cilíndrica	☒	Sub anguloso
	Fluvial			50 Limos				
	Proluvial			10 Arcillas				
	Glaciar							

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

COMPACIDAD				CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.							
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS					
	Limos y Arcillas		Arenas		GW		SW	☒	ML		MH
☒	Blanda	☒	Suelta	☒	Suelta		SP		CL		CH
	Compacta		Densa		Med. Consolidada		SM		OL		OH
	Dura		Muy Densa		Consolidada		GC		PT		
					Muy consolidada						

5.1.2. Morfometría

	Deslizamiento 01 (DZR-01)	Deslizamiento 02 (DZR-02)
Área	3.31 ha	14.47 ha
Perímetro	789.00 m.	1754.84 m.
Diferencia de alturas de corona a punta	56.0 m.	200 m.
Longitud horizontal corona a punta	302 m	751 m.
Dirección del movimiento	SE	SE
Ancho de superficie de falla	220 M.	237 m.
Volumen de masa deslizada estimada	298, 233 m3	1 302,498 m3

5.1.3. Factores condicionantes

- Naturaleza incompetente de materiales, compuesto por flujos piroclásticos de cenizas, gris amarillento, flujos de pómez y cenizas blanquecinas.
- Montañas de pendiente moderada (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°), que conforman geoformas de vertientes con depósito de deslizamientos.
- Ausencia de drenajes adecuados.

5.1.4. Factores detonantes

- Precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como la registrada en la estación Niepos el 03/03/2019 (116 mm/día).
- Antrópico; Infiltración de agua proveniente de riego por aspersión, por excedente de agua de reservorio JASS Calquis y canales sin revestimiento.

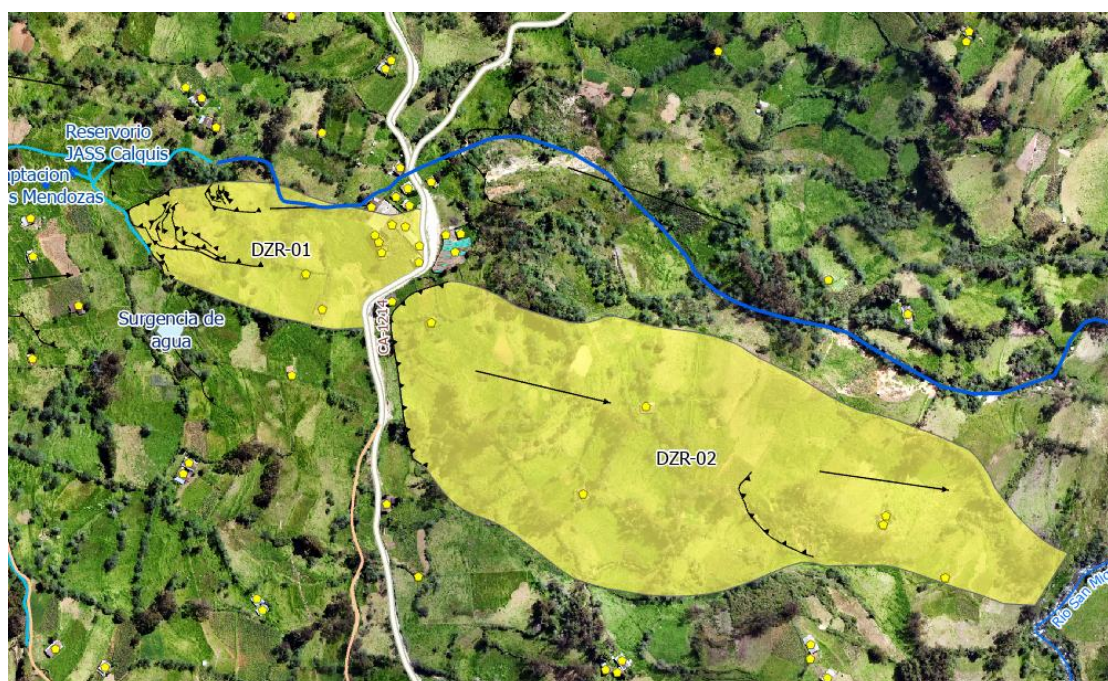


Figura 12: Deslizamientos reactivados, DZR – 01(Deslizamiento reactivado 01) y DZR – 02 (Deslizamiento reactivado 02).

5.2. Deslizamiento rotacional activo con avance retrogresivo

El deslizamiento activo (DRA) presenta dimensiones de 488 m de ancho y longitud de escarpe a pie de deslizamiento de 1514m de largo; presenta múltiples escarpas, la escarpa principal tiene un salto de 1.80 m, longitud de 699.00 m aproximadamente, la escarpa presenta humedad hasta los 0.70 m; agrietamientos y aperturas en el terreno < 50 m; los escarpes múltiples se encuentran en todo el cuerpo del deslizamiento, con longitudes que varían de 28 m hasta las 699 m. y saltos van desde los 0.81 m hasta 1.80 m. El área total afectada es de 58.48 ha.

Actualmente el deslizamiento rotacional retrogresivo activo engloba a ambos deslizamientos reactivados, además dentro del cuerpo del deslizamiento colindante a la quebrada se observan fenómenos de reptación, producto del movimiento del material deslizado.

Las causas que originaron la ocurrencia de estos movimientos fueron: pérdida de la resistencia del material al esfuerzo cortante debido al exceso de humedad, suelos inconsistentes, zonas montañosas de fuerte pendiente, canales de riego sin revestimiento, uso indiscriminado del agua que luego del riego, surgencia de agua subterránea; factores que llegan a inestabilizar la ladera.

El material que conforma el cuerpo del deslizamiento son depósitos coluviodeluviales, que se han ido formando por procesos de movimientos en masa tanto antiguos como recientes, conformados por 5% bolos, 15% gravas, 20% arenas, 60% entre limos y arcillas; clasificándose el material como un limo de baja plasticidad con estructura masiva, lo que sumado al exceso de humedad en la zona ha condicionado el comportamiento del material.

La zona se ubica sobre montañas en rocas volcánico sedimentarias, donde la pendiente varía de moderada (5° - 15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25° - 45°), además encontramos varios canales sin revestimiento, y tuberías que canalizan parte del agua a estos canales y a la quebrada, la tubería de mayor dimensión en la zona es de 6 pulgadas, que es ideal para drenaje de aguas pluviales y sistemas de riego de gran escala, pues su capacidad de caudal es alta, variando según la velocidad y la presión se estima alrededor de 1800 l/min. Cabe recalcar que en la zona encontramos al reservorio de la JASS Calquis, además de la Captación Las Mendozas y captación sin nombre; estas estructuras hidráulicas alternan sus conexiones con tuberías y de forma artesanal (sin revestimiento).

Las surgencias de agua en la zona también son comunes, se identificó un punto específico con coordenadas E: 737144 y N: 9228790, más en los escarpes del deslizamiento se ha identificado humedad. El riego por aspersión es el más usado en la zona, el cual se usa sin control y luego del mismo discurre a favor de la pendiente, muchas veces se riega más tiempo del necesario lo que contribuye a la inestabilidad.

Se presenta el deslizamiento rotacional retrogresivo activo actual:

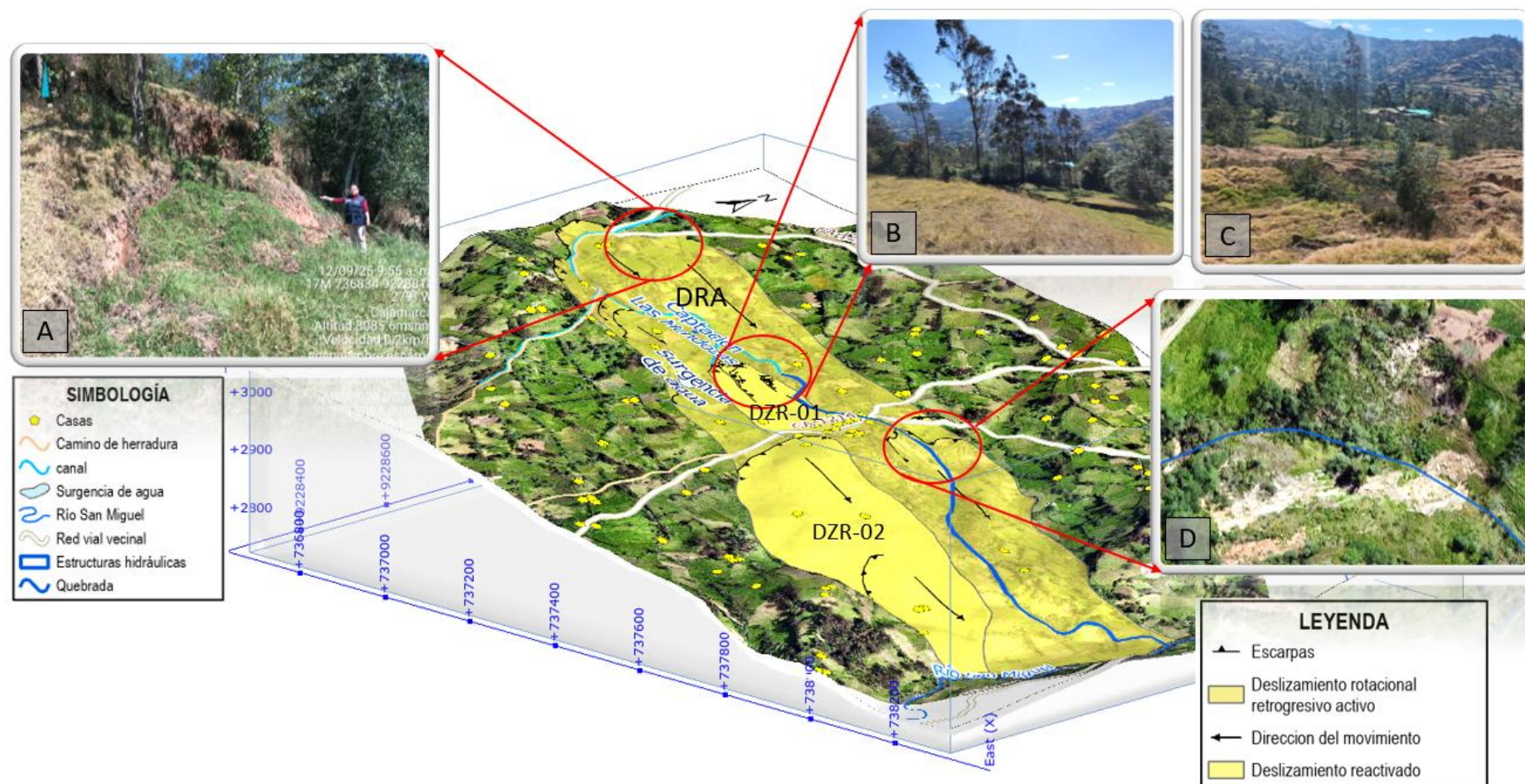


Figura 13: A. Escarpa del deslizamiento rotacional retrogresivo activo de 1.80 m de altura. B. Reptación producto del movimiento del material del cuerpo del deslizamiento. C. Múltiples escarpes en el deslizamiento reactivado. D. Deslizamiento rotacional bajo la vía vecinal CA-1214.



Figura.14: A. Canal sin revestimiento desde el reservorio JASS Calquis. B. Agua alrededor de reservorio JASS Calquis, producto de excedentes. C. Tubería expuesta con fuga de agua. D. Canal sin revestimiento sobre el escarpe principal, con un ancho de 1.10 m, profundidad de 0.45 m y un nivel de agua de 0.13 m. E. Agua en camino de herradura procedente del canal sin revestimiento colindante. F. Quebrada alimentada por tubería de 6'' pulgadas. G. Quebrada.

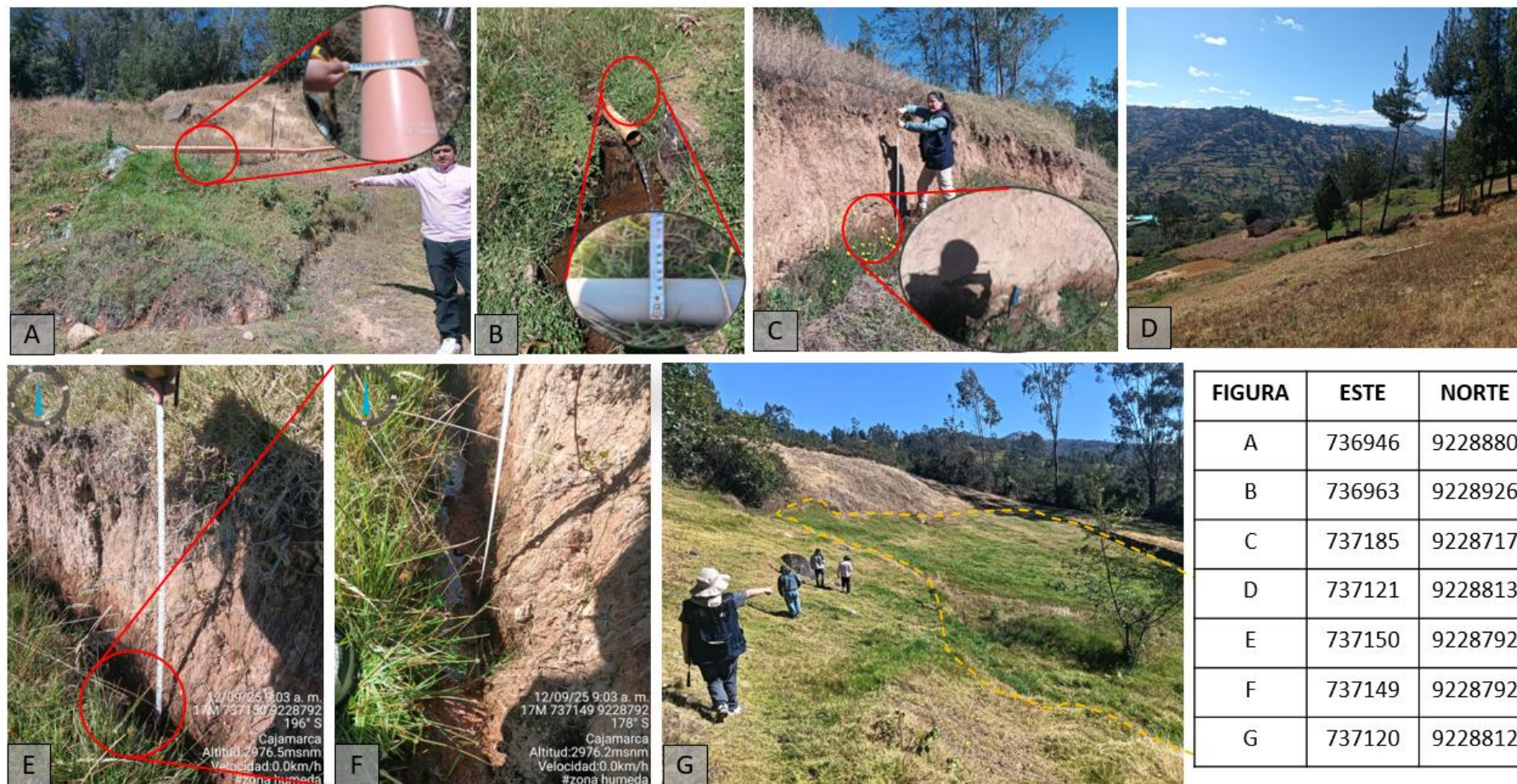


Figura 15: A. Tubería de 6 pulgadas que desemboca a un canal sin revestimiento. B. Tubería de 4 pulgadas que desemboca a canal sin revestimiento C. Escarpe de 1.48 m. D. Reptación producto del movimiento del material deslizado. E. Surgencia de agua con una altura de 0.27 m por 0.28 m de ancho. F. Acercamiento a la zona de surgencia de agua. G. Zona que presenta hundimiento.



Figura 16: A. Vivienda con grietas, afectada por el deslizamiento. B. Acercamiento a grietas de la vivienda afectada. C. Viviendas afectadas por deslizamiento. D. Escuela antigua que fue destruida en el deslizamiento y huaico de 1998, ahora sin uso. E. Carretera afectada durante el deslizamiento, subsanada de forma artesanal con material de relleno. F. Carretera afectada por deslizamiento.

5.2.1. Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: deslizamiento rotacional
- Estado: Activo
- Estilo: Múltiple
- Distribución (avance): Retrogresivo - avanzando
- Deformación del terreno: Escalonado
- Composición: Suelos coluviodeluviales de limos arcillosos de baja plasticidad (ML); compuestos por bolos 5%, gravas 15%, arenas 20%, limos 50% y arcillas 10%.

TIPO DE FORMACION SUPERFICIAL			GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
	Eluvial			5 Bolos	☒	Esférica		Redondeado
☒	Deluvial			0 Cantos		Discoidal		Subredondeado
☒	Coluvial			15 Gravas		Laminar		Anguloso
	Aluvial			20 Arenas		Cilíndrica	☒	Sub anguloso
	Fluvial			50 Limos				
	Proluvial			10 Arcillas				
	Glaciar							

- Ausencia de drenajes adecuados.
- Excedentes de agua de reservorio y captaciones que fluyen sin control.
- Surgencias de agua sin canalizar.
- Tuberías que vierten agua a canales que no están revestidos.
- Riego por aspersión que fluye pendiente abajo.

5.2.4. Factores detonantes

- Precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como la registrada en la estación Niepos el 03/03/2019 (116 mm/día), Figura 3.
- Antrópico; Infiltración de agua proveniente de riego por aspersión, por excedente de agua de reservorio JASS Calquis y de captaciones y de surgencias de agua y canales sin revestimiento.

5.2.5. Daños ocasionados y probables

- Viviendas afectadas: 3 viviendas con grietas y 36 viviendas en peligro.
- 440 metros de vía local CA-1214 en peligro.
- Posible embalsamiento del río San Miguel, como el ocurrido en 1998 por ocurrencia del deslizamiento DZR-02.

6. CONCLUSIONES

- a. Geológicamente en el área de estudio encontramos al Centro Volcánico Anchipán – Mutis – Evento 2 (Po – amE2), conformado por intercalaciones de flujos piroclásticos de cenizas, gris amarillentos y flujos de pómez y cenizas gris blanquecinas; estas rocas constituyen la roca madre del suelo residual de los deslizamientos; Plutón diorita (Nm – di) al noreste; y, depósitos coluvio deluviales (Qh – cd), que son producto de la ocurrencia de deslizamientos antiguos o recientes.
- b. La localidad de Calquis se asienta sobre elevaciones que van desde los 2742 m hasta los 3199 m, y terrenos con pendiente de moderada (5° - 15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), que se encuentran sobre montañas en roca volcánicas y sobre la vertiente de deslizamiento en mayor porcentaje; esto debido a los deslizamientos antiguos reactivados quienes han configurado en gran parte las pendientes actuales.
- c. Geomorfológicamente encontramos unidades de carácter tectónico degradacional y erosional como: relieves montañoso o colinado en roca volcánica (RMC -rv), montaña en roca volcano sedimentaria (M – rvs) y unidades de carácter depositacional y agradacional, como: vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).
- d. Se identificaron peligros geológicos por movimientos en masa, tipo: deslizamientos reactivados (DZR – 01 y DZR – 02) y un deslizamiento rotacional del tipo retrogresivo activo (DRA) y que actualmente engloba a los deslizamientos reactivados; y cuyas características se describen en el informe y resumen en el siguiente cuadro.

	Deslizamiento 01 (DZR-01)	Deslizamiento 02 (DZR-02)
Tipo de movimiento	Deslizamiento rotacional	Deslizamiento rotacional
Estado	reactivado	reactivado
Estilo	múltiple	múltiple
Distribución (avance)	Retrogresivo - avanzando	Retrogresivo - avanzando
Deformación del terreno	Escalonado	
Composición	Suelos coluviodeluviales de limos arcillosos de baja plasticidad (ML); compuestos por bolos 5%, gravas 15%, arenas 20%, limos 50% y arcillas 10%.	Suelos coluviodeluviales de limos arcillosos de baja plasticidad (ML); compuestos por bolos 5%, gravas 15%, arenas 20%, limos 50% y arcillas 10%.

	Deslizamiento 01 (DZR-01)	Deslizamiento 02 (DZR-02)
Área	3.31 ha	14.47 ha
Perímetro	789.00 m.	1754.84 m.
Diferencia de alturas de corona a punta	56.0 m.	200 m.
Longitud horizontal corona a punta	302 m	751 m.
Dirección del movimiento	SE	SE
Ancho de superficie de falla	220 M.	237 m.
Volumen de masa deslizada estimada	298, 233 m ³	1 302,498 m ³

- e. El deslizamiento rotacional retrogresivo activo que engloba a ambos deslizamientos reactivados presenta dimensiones de 488.74 m. de ancho, 1514.85 m. de largo; presenta múltiples escarpas, la escarpa principal tiene un salto de 1.80 m., longitud de 699.00 m. aproximadamente; la escarpa presenta húmedas hasta los 0.70 m; el material deslizado presenta agrietamientos y aperturas en el terreno < 50 m; así como procesos de reptación, producto del movimiento del material deslizado.
- f. Los factores condicionantes son: naturaleza incompetente de materiales, compuestos por bolos, gravas y limos arcillosos de baja plasticidad; montañas de pendiente moderada (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°), que conforman geoformas de vertientes con depósito de deslizamientos y ausencia de drenajes adecuados.
- g. Los factores detonantes son: Precipitaciones pluviales de intensidad extrema, como la registrada en la estación Niepos el 03/03/2019 (116 mm/día) y antrópico; Infiltración de agua proveniente de riego por aspersión, por excedente de agua de reservorio JASS Calquis y canales sin revestimiento
- h. Los daños ocasionados y probables: 3 viviendas agrietadas y 36 viviendas en peligro, 440 metros de vía local CA-1214 en peligro, posible embalsamiento del río San Miguel.
- i. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en la localidad de Calquis, se considera como **Peligro Alto a Muy Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa.

7. RECOMENDACIONES

En las zonas impactadas por el deslizamiento

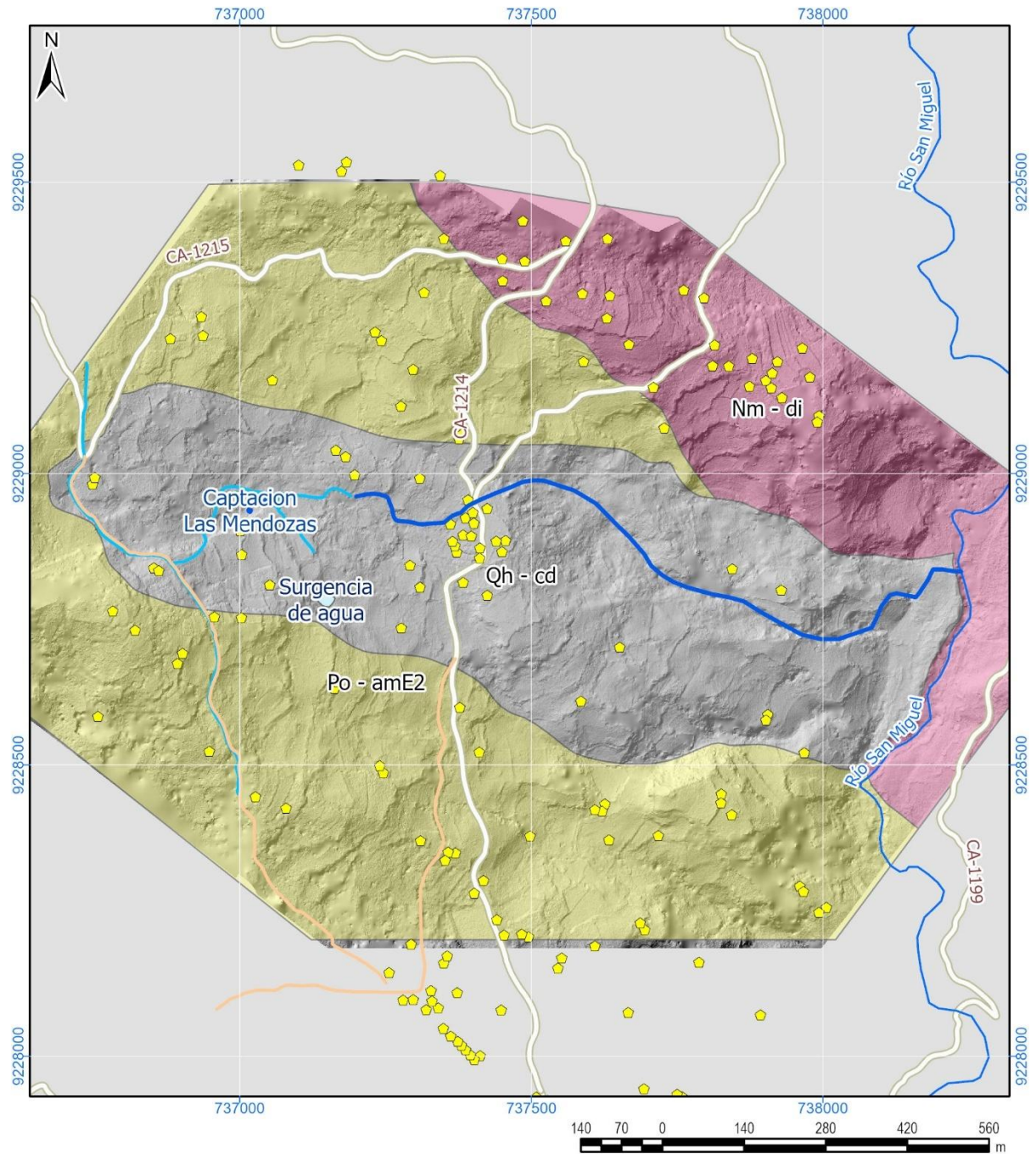
- a. Controlar el riego por aspersión en la zona; en lo posible cambiarlo a riego por canales revestidos o riego por goteo.
- b. Impermeabilizar los canales sin revestimiento.
- c. Reforestar la zona con especies nativas y de raíces densas. **ANEXO 2**
- d. Construir drenes de coronación sobre los deslizamientos evaluados, de preferencia revestidos con geomembrana a fin de evitar filtraciones, además de programar continuos trabajos de mantenimiento en estos.
- e. Construir un adecuado sistema de drenaje desde la captación Las Mendozas y captación sin nombre al reservorio de la JASS Calquis, y recolectar los excedentes de agua de este último para canalizarlos de forma adecuada.
- f. Canalizar la zona de surgencia de agua con tubería flexible.
- g. Reubicar las viviendas afectadas y por seguridad incluir a las viviendas que se encuentran próximas.
- h. Monitorear la posible reactivación de los deslizamientos.
- i. Canalizar correctamente el curso de la quebrada.
- j. Elaborar estudios EVAR con el fin de determinar medidas de control a largo plazo y delimitar posibles zonas con riesgo muy alto no mitigable.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Wilson, J. (1984). Geología de los Cuadrángulos de Jayanca (13-d), Incahuasi (13-e), Cutervo (13-f), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e), Chota (14-f), Celendín (14-g), Pacasmayo (15-d) y Chepén (15-e)", *escala 1: 100,000. Ingemmet. Boletín N° 38 Serie A*. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/157/2/A-038-Boletin_Jayanca-13d_Incahuasi-13e_Cutervo-13f_Chiclayo-14d_Chongoyape-14e_Chota-14f_Celendin-14g_Pacasmayo-15d_Chepen-15e.pdf
- Dávila, S. (2001). Riesgo Geológico por Remociones en el área de Calquis. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/4015/1/A5900-Peligro_geologico_remociones_Calquis-Cajamarca.pdf
- Zavala, B. & Barrantes R. (2007). Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geohidrológicos en la Región Cajamarca. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/220>
- Zavala, B. & Rosado, M. (1980). Riesgo Geológico en la Región Cajamarca, *Hojas Mapa 8, 16 y 19, escala 1: 250,000. Ingemmet. Boletín N° 44 Serie C*. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/300>
- Luque, et al. (2023). Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la zona Norte del Perú. *Ingemmet. Boletín Serie C*. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/4670/1/2023-Zonas_Cr%c3%adticas_peligros_geologicos_zona_Norte.pdf
- Congreso de la República del Perú. (2018, junio 5). *Ley N° 30779, ley que dispone medidas para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. 2. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-dispone-medidas-para-el-fortalecimiento-del-sistema-ley-n-30779-1655993-1/>
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- PMA: GCA. (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. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Presidencia de la República del Perú. (2023, noviembre 24). Decreto Legislativo N° 1587. *Decreto Legislativo que Modifica la Ley 29664, Ley que Crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Sinagerd)*, 4. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2238192-1>
- Presidencia del Consejo de Ministros del Perú. (2021). *Lineamientos para la organización y funcionamiento de los Centros de Operaciones de Emergencia - COE. Resolución Ministerial N° 258-2021-PCM*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2370158/RM%20N%C2%B0%20258-2021-PCM%20%281%29...pdf.pdf?v=1636130560>

- 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>
- Pantoja, et al. (2010). Evaluación de Recursos Hídricos Cuenca del Río Zaña.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/evaluacion_rh_superficiales_rio_zana_0.pdf
- Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes. *In Special Report 176: Landslides: Analysis and control* (Eds: Schuster, R.L and Krizek, R.J), *Transportation and Road research board*, 9–33.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

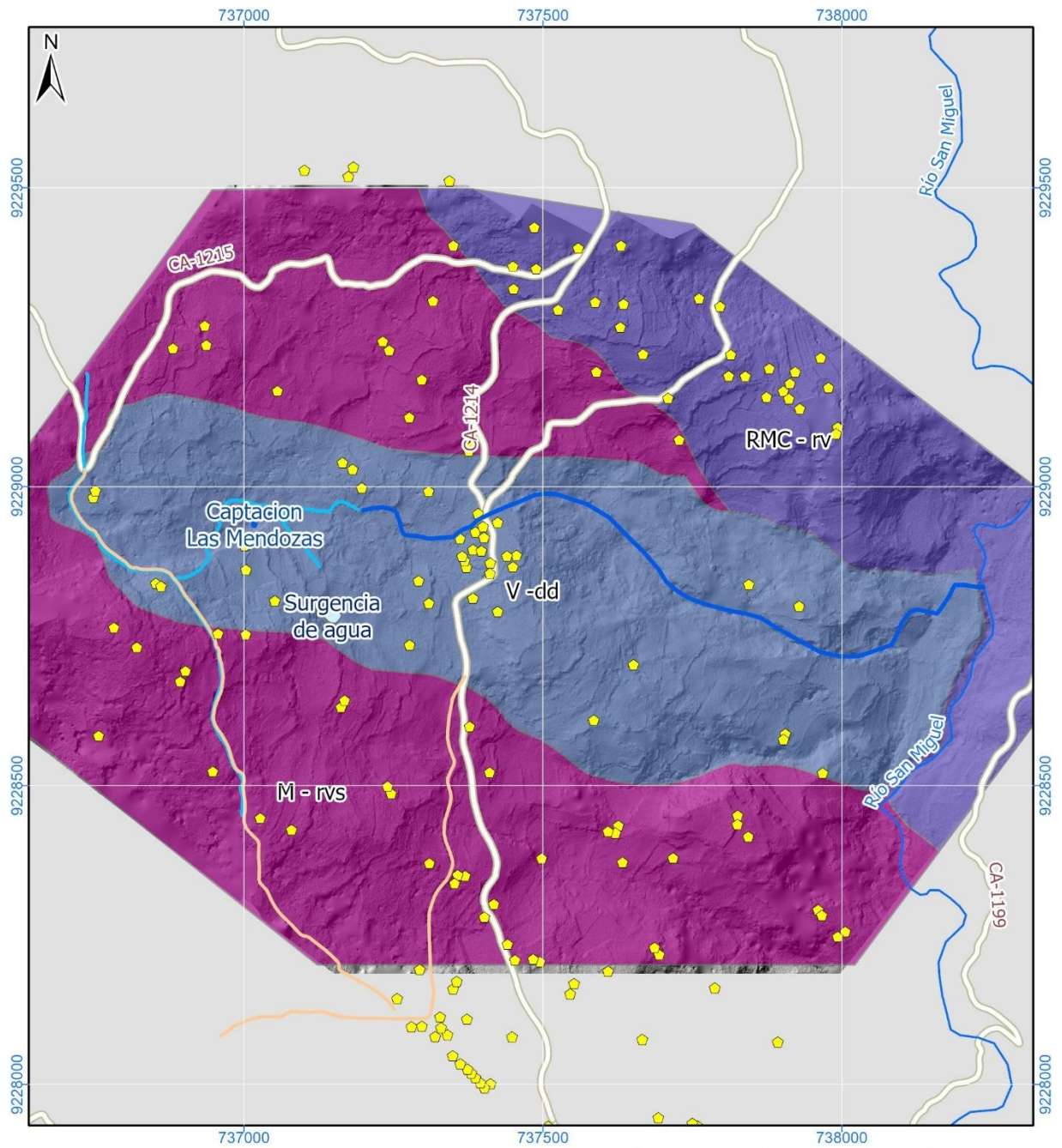
ANEXO 1. MAPAS



SIMBOLOGÍA	
	Casas
	Camino de herradura
	canal
	Surgencia de agua
	Río San Miguel
	Red vial vecinal
	Estructuras hidráulicas
	Quebrada

LEYENDA	
	Nm - di: Plutón diorita
	Po - amE2: Centro volcánico Anchipan - Mutis - Evento 2
	Qh - cd: Depósito coluvio deluvial

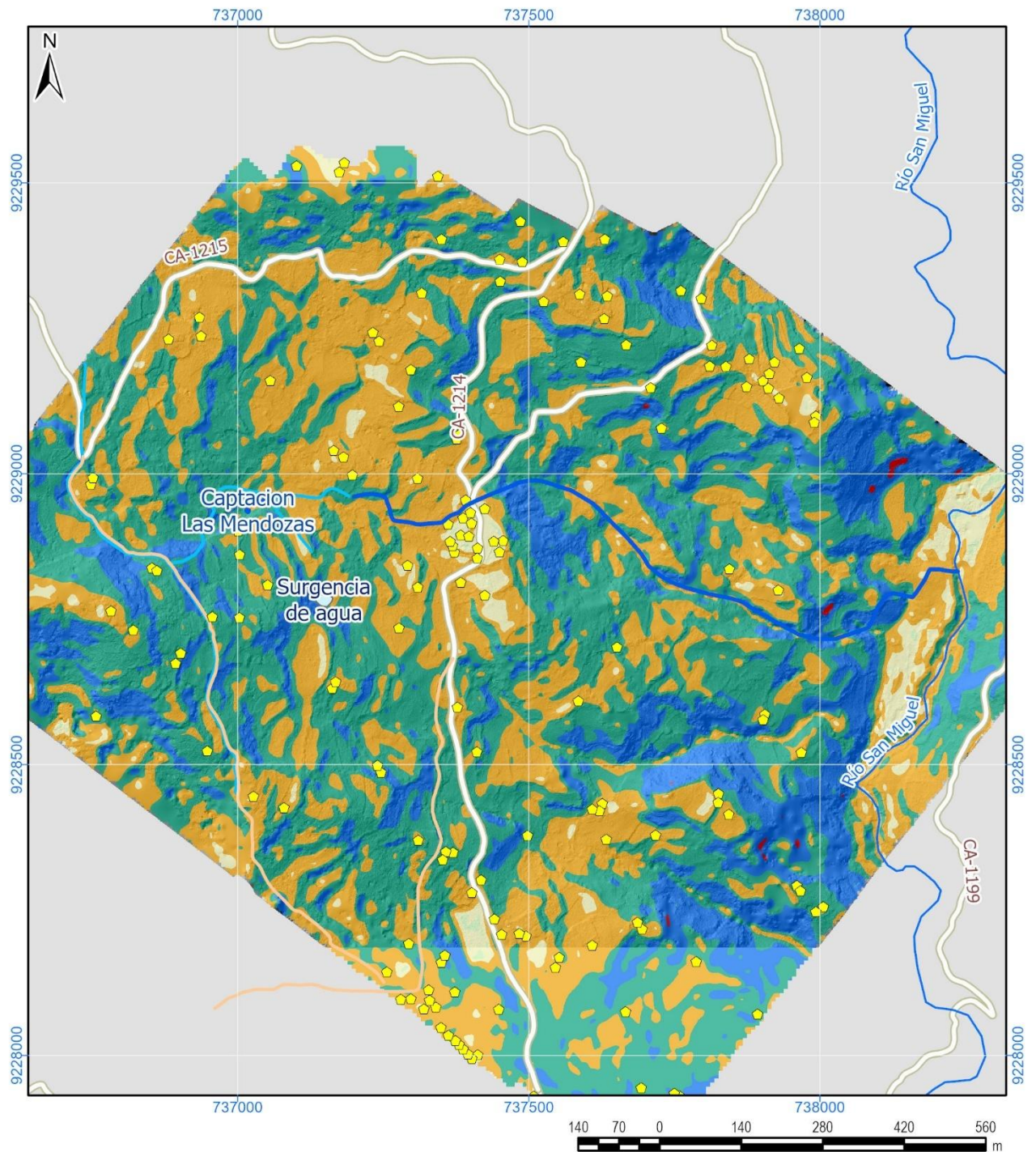
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
CAJAMARCA - SAN MIGUEL - CALQUIS	
MAPA GEOLÓGICO DE LA LOCALIDAD DE CALQUIS	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,500	Versión digital: 2025
MAPA 1	



SIMBOLOGÍA	
	Casas
	Camino de herradura
	canal
	Surgencia de agua
	Río San Miguel
	Red vial vecinal
	Estructuras hidráulicas
	Quebrada

LEYENDA	
	M - rvs: Montaña en roca volcánico sedimentaria
	RMC - rv : Relieve montañoso o colinado en rocas volcánicas
	V - dd: Vertiente de deslizamiento

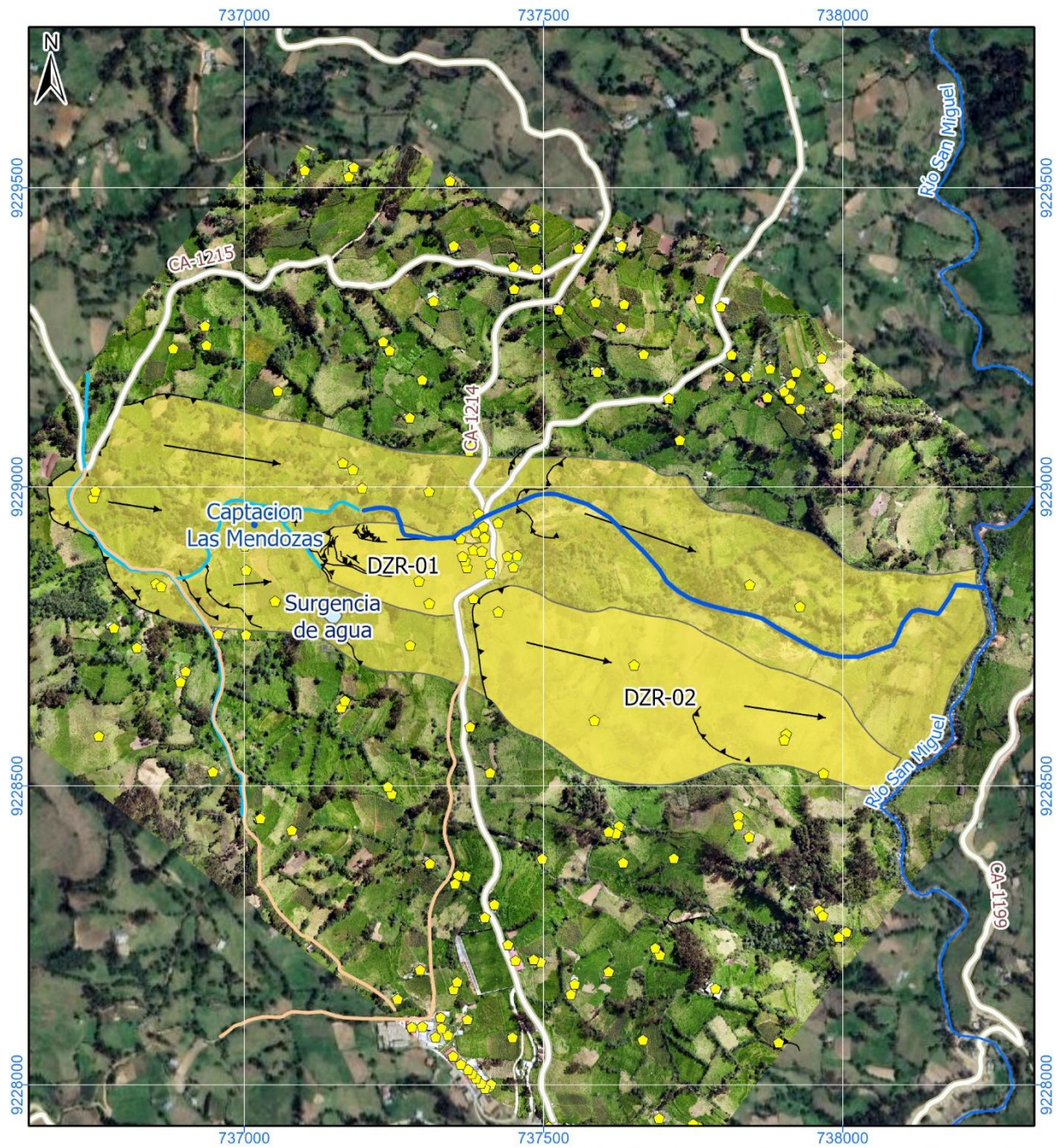
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - SAN MIGUEL - CALQUIS	
MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA LOCALIDAD DE CALQUIS	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,500	Versión digital: 2025
MAPA 2	



SIMBOLOGÍA	
	Casas
	Camino de herradura
	canal
	Surgencia de agua
	Río San Miguel
	Red vial vecinal
	Estructuras hidráulicas
	Quebrada

LEYENDA	
	< 1: Terreno llano
	1 - 5: T. inclinado con pendiente suave
	5 - 15: Pendiente moderada
	15 - 25: Pendiente fuerte
	25 - 45: Pendiente muy fuerte o escarpada
	> 45: 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 CAJAMARCA - SAN MIGUEL - CALQUIS	
MAPA DE PENDIENTES DE LA LOCALIDAD DE CALQUIS	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,500	Versión digital: 2025
MAPA 3	



SIMBOLOGÍA	
	Casas
	Camino de herradura
	canal
	Surgencia de agua
	Río San Miguel
	Red vial vecinal
	Estructuras hidráulicas
	Quebrada

LEYENDA	
	Escarpas
	Deslizamiento rotacional retrogresivo activo
	Dirección del movimiento
	Deslizamiento reactivado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - SAN MIGUEL - CALQUIS	
MAPA DE PELIGROS DE LA LOCALIDAD DE CALQUIS	
Elaboración: Leysi Fuentes	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,500	Versión digital: 2025
MAPA 4	

ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para los deslizamientos

Para la mitigación de peligros geológicos identificados, se debe controlar la infiltración de agua hacia el cuerpo de los deslizamientos, debido a que es este el factor condicionante en la zona. Los métodos que contemplan el control del agua tanto de manera superficial como subterránea, suelen ser muy efectivos y tienen un costo menor que la construcción de obras de contención. El drenaje reduce el peso de la masa y aumenta la resistencia de la ladera (Suárez Díaz, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

a. Drenaje Superficial

Los drenajes superficiales son sistemas que se encargan de evacuar el exceso de agua que se acumula en la superficie del terreno y desviaría el agua a la quebrada adyacente, disminuyendo la infiltración al cuerpo del deslizamiento; ahora si a esto le sumamos impermeabilización de estos drenajes la infiltración será mínima.

Estas deben ser construidas en la parte superior del escarpe principal del deslizamiento (Figura 15).

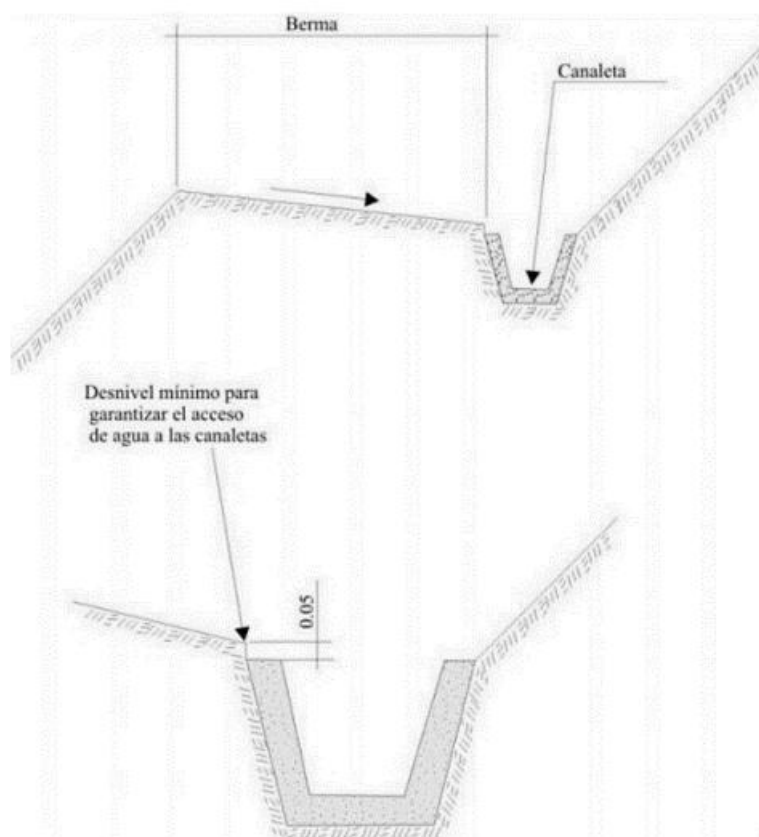


Figura 17: Detalle de una canaleta de drenaje superficial (sonajas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

También las estructuras hidráulicas existentes en la zona (Reservorio JASS Calquis, Captación Las Mendozas y captación sin nombre) deben contar con una correcta canalización y de seguir existiendo excedentes de agua deben ser canalizados por un canal impermeabilizado y dirigidos a la quebrada.

b. Drenaje Subterráneo

La presencia de agua subterránea, que se evidencia en la presencia de surgencias de agua; ejerce una presión hidrostática sobre las cimentaciones, lo que puede afectar la estabilidad del de la zona de deslizamientos; lo que presenta riesgos significativos que deben ser abordados adecuadamente.

Existen varios métodos de instalación de drenajes en el suelo bajo las cimentaciones; entre ellos hallamos: sistemas de bombeo, impermeabilización, sistemas de drenaje mediante geocompuesto y tuberías.

Se requiere el análisis de un especialista que determine el método de drenaje de agua subterráneo más eficiente en la zona.

c. 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 deslizamientos poco profundos (Suárez Díaz, 2007)

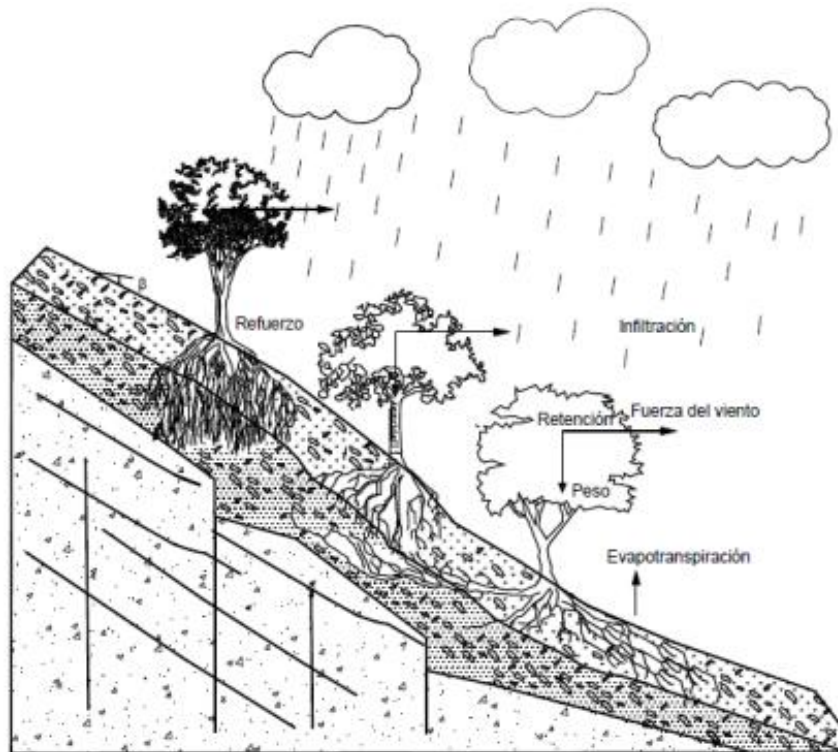


Figura 18: Estabilización de taludes utilizando vegetación. Fuente: Suárez, Díaz 2007.