

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7219

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CASERÍO LA PALMA

Departamento Amazonas
Provincia Rodríguez De Mendoza
Distrito Vista Alegre



ENERO
2022

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIENTOS EN MASA EN EL
CASERÍO LA PALMA, DISTRITO DE VISTA ALEGRE, PROVINCIA RODRÍGUEZ DE
MENDOZA, DEPARTAMENTO AMAZONAS**

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

Equipo de investigación:

Luis Miguel León Ordáz

Francisco Crithiam Díaz Cruz

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el caserío La Palma, distrito de Vista alegre, Provincia Rodríguez de Mendoza, departamento Amazonas*, Informe Técnico N° A7219, 35p.

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales	5
2. DEFINICIONES	7
2.1. Deslizamiento	7
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	8
3.1. Unidades litoestratigráficas	8
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	9
4.1 Modelo digital de elevaciones (MDE)	9
4.2 Pendientes del terreno.....	10
4.3 Unidades geomorfológicas	11
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	13
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	13
5.2. Factores condicionantes.....	17
5.3. Factores desencadenantes	18
5.4. Daños.....	20
6. CONCLUSIONES.....	22
7. RECOMENDACIONES	24
8. BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXO 1: MAPAS	26
ANEXO 2: MEDIDAS CORRECTIVAS.....	32

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el caserío La Palma, el cual pertenece a la jurisdicción de distrito de Vista Alegre, Provincia de Rodríguez de Mendoza, departamento de Amazonas. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Litológicamente en el caserío La Palma, aflora la Formación Yahuarango – Miembro Inferior compuesta por limolitas y limoarcillitas muy fracturadas, altamente meteorizadas, con baja resistencia y poco competentes. Así mismo se identificaron depósitos coluvio – deluviales de coloración rojiza, compuestos por gravas con clastos pequeños de 3 - 7 cm, angulosos envueltos en matriz areno – limo – arcillosa.

La Geomorfología local en el caserío La Palma, está representada por montaña estructural en roca sedimentaria, la cual se extienden agradacionalmente al noroeste, es la principal fuente de clastos y bloques, que forman los depósitos coluvio-deluviales. Las laderas cercanas a las zonas urbanas tienen pendientes fuertes (15° a 25°) a muy escarpadas (>45°).

Los factores condicionantes para los movimientos en masa en el área son: 1) pendiente del terreno que en promedio, en las zonas de deslizamiento, tienen entre 15° a 45° (fuerte a muy escarpada); 2) la litología de la zona conformada por rocas sedimentarias de muy fracturadas y altamente meteorizadas; y 3) el factor antrópico: riego indiscriminado e inadecuado (inundación).

El factor desencadenante que activó los deslizamientos, en el caserío de La Palma se atribuye a las lluvias intensas locales y estacionarias frecuentes del distrito de Vista Alegre, donde el valor durante el mes de marzo del 2021 presentó un promedio acumulado de 219.7 mm.

Los peligros geológicos identificados en el área evaluada corresponden a movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional, que se activaron el día 29 de marzo del 2021. Los eventos mencionados, afectaron viviendas e infraestructuras como la institución educativa N°1847.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el caserío La Palma se considera como **Zona Crítica y Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamiento, cuyos procesos podrían reactivarse por lluvias intensas y sismos.

Finalmente, se recomienda la reubicación del caserío de La Palma, las autoridades deben realizar esta labor, buscar terrenos para la reubicación (el Ingemmet, realizará la evaluación de peligros geológicos), dentro del distrito de Vista Alegre, porque el área colindante al caserío de la Palma no cuenta con zonas seguras.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Vista Alegre, según Oficio N° 70-2021-MDVA/A, es en el marco de nuestras competencias que se realizó la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa de tipo “deslizamiento”, ocurridos en el mes de marzo de 2021, el cual afectó algunas viviendas e infraestructuras como la institución educativa del caserío La Palma.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los especialistas Luis Miguel León Ordáz y Francisco Cristhiam Diaz Cruz para realizar la evaluación de peligros geológicos suscitados en el caserío antes mencionado, el trabajo de campo se realizó el día 09 de noviembre del 2021.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías terrestres y aéreas), así como la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Vista Alegre y las entidades encargadas de la gestión de riesgos de desastres, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se desarrollan en el caserío La Palma; procesos geodinámicos que comprometieron la seguridad física de la población e infraestructura como viviendas
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños que puedan causar los peligros geológicos identificados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet relacionados a temas de geología y geodinámica externa de los cuales destacan los siguientes:

- A. Boletín N° 39, Serie C. “Riesgo Geológico en la región Amazonas” (Medina, et al. 2009). El trabajo de inventario permitió identificar 1 452 ocurrencias de peligros geológicos y peligros geohidrológicos, de los cuales 882 han sido comprobados en trabajos de campo, mientras que los 570 restantes por interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales. Del total de ocurrencias, 1 261 corresponden a movimientos en masa que se distribuyen de la siguiente manera: deslizamientos (36%), flujos (32%) y caídas (21%), seguidos por los movimientos complejos (8%) y reptaciones de suelo (2%). El sector evaluado se ubica sobre relieves con alta susceptibilidad a movimientos en masa (figura 1). Estos rangos corresponden a laderas que tienen zonas de falla, masas de roca con meteorización alta a moderada, fracturadas con discontinuidades desfavorables; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, laderas con pendientes entre 25° a 45°, donde han ocurrido movimientos de masa o existe la posibilidad de que ocurran. Del contexto litológico, se evidencia que las coberturas cuaternarias conforman zonas muy susceptibles a deslizamientos y flujos que se activan por lluvias intensas o extraordinarias.
- B. Boletín N° 56, Serie A, Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13i, 14-h, 15-h (Sánchez, 1995). El cuadrángulo elaborado a escala 1:100 000, describe la zona de estudio, ubicada al extremo sureste del Cuadrángulo de Rioja (13-i), donde el caserío La Palma se ubica sobre depósitos aluvio coluvial con pequeños clastos angulosos envueltos en una matriz areno limo arcilloso, color rojizo, perteneciente a la formación Yahuarango.
- C. Mapa geológico del cuadrángulo de Rioja Hoja 13i (2017). Actualización geológica a escala 1: 50 000, describe que el caserío La Palma presenta limolitas marrones rojizo a violáceas, intercaladas con arcillolitas y lentes con base erosiva de areniscas cuarzo feldespáticas de laminación horizontal, perteneciente a la Formación Yahuarango-Miembro Inferior:

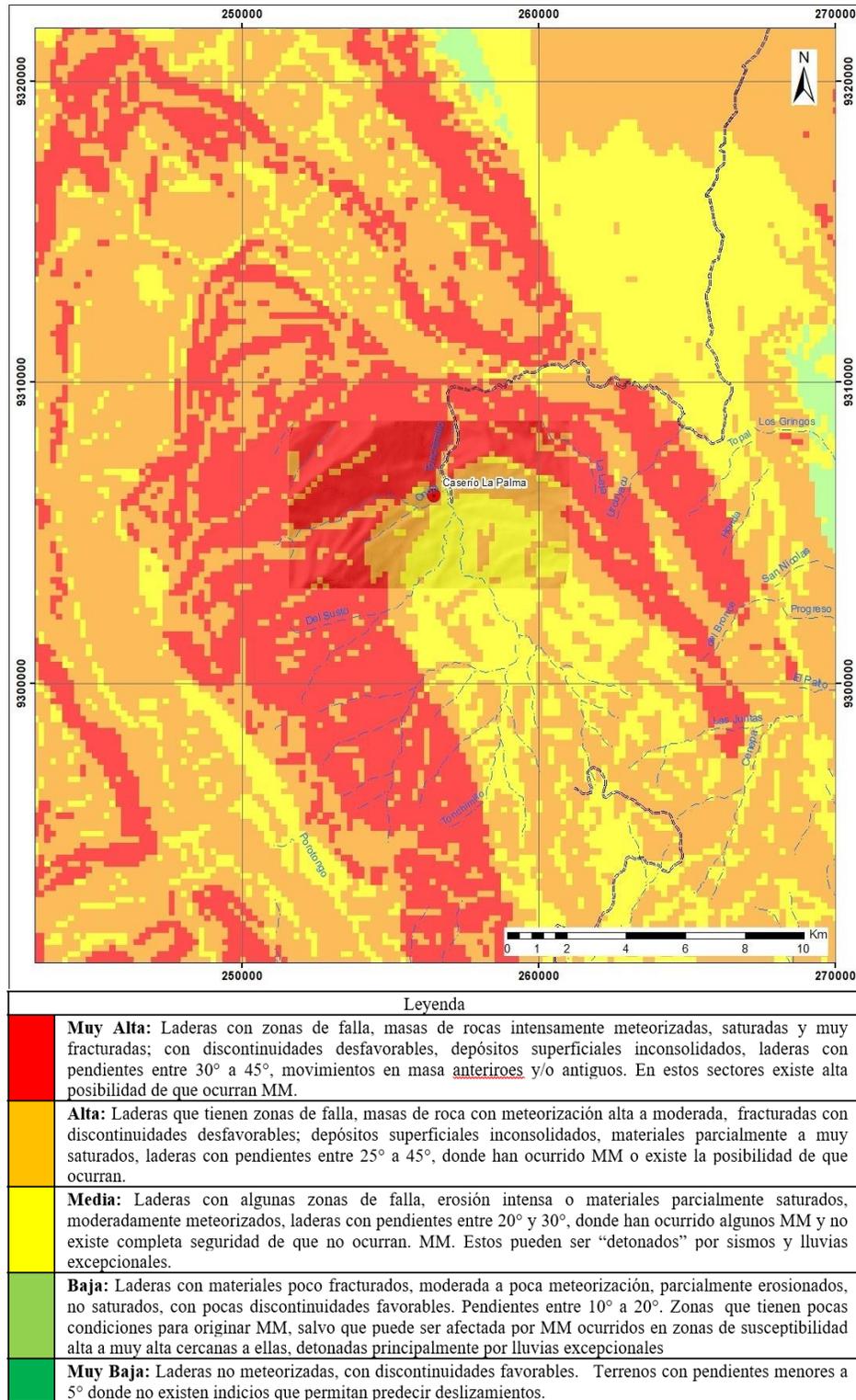


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa del caserío La Palma.
 Fuente: Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Amazonas, elaborado a escala 1:250 000 por Zavala & Rosado, 2011.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El caserío La Palma se ubica al sureste del distrito de Vista Alegre; provincia de Rodríguez de Mendoza, región Amazonas (figura 2), ubicados en las siguientes coordenadas UTM WGS84 – Zona 18S (Cuadro 01):

Tabla 01. Coordenadas del área de evaluación

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	256350	9306459	6° 16' 11.29" S	77° 12' 7.83" O
2	256700	9306459	6° 16' 24.65" S	77° 12' 7.83" O
3	256350	9306050	6° 16' 11.29" S	77° 11' 56.51" O
4	256700	9306050	6° 16' 24.65" S	77° 11' 56.51" O
COORDENADA CENTRAL DE LAS ZONAS EVALUADAS O EVENTOS PRINCIPALES				
5	256525	9306254.5	6° 16' 17.97" S	77° 12' 2.17" O

1.3.2. Accesibilidad

El acceso a la zona se realizó desde la ciudad de Cajamarca por vía terrestre, mediante la siguiente ruta (Cuadro 02):

Tabla 02. Rutas y accesos a la zona evaluada

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Chachapoyas - Rioja - Soritor	Asfaltada	611	13 h 30 min
Soritor – El Dorado - La Palma	Afirmada	50	1 h 50 min

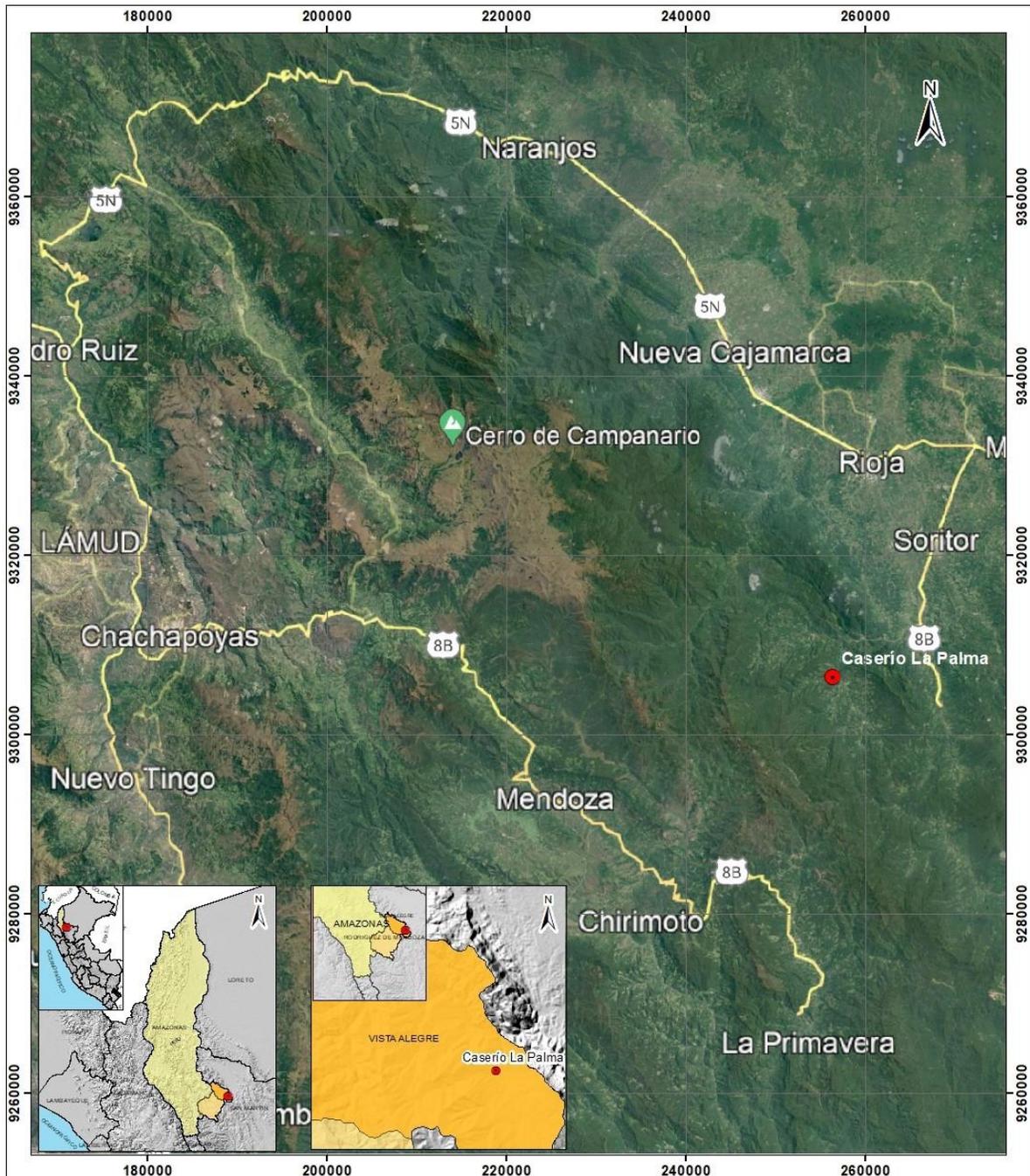


Figura 2. Ubicación del caserío La Palma.

2. DEFINICIONES

2.1. Deslizamiento

Según la Guía para Evaluación de Amenazas de Movimientos en Masa en la Región Andina (PMA, 2007), los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (figura 3).

2.1.1. Deslizamiento rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava; presentan una morfología distintiva caracterizada por un eskarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el eskarpe principal.

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. (Suarez, 2009).

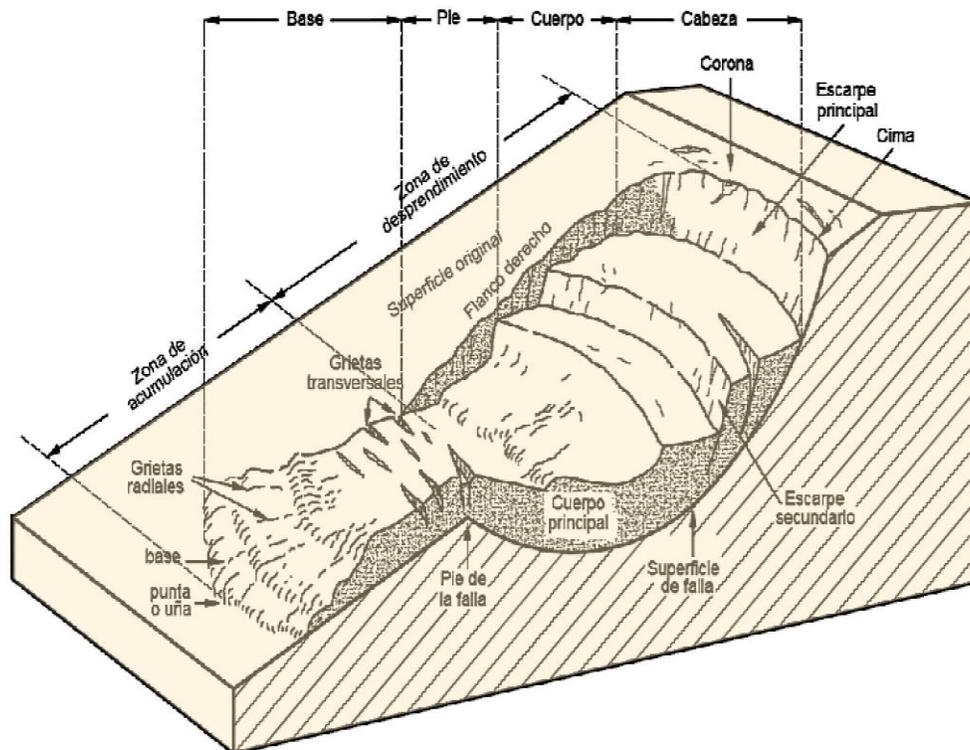


Figura 3. Esquema general de un deslizamiento rotacional modificado de (Suarez, 2009).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico se revisa y adapta del cuadrángulo de Rioja Hoja 13i (Ingemmet, 2017). Actualización de la Carta Geológica a escala 1: 50 000 y del Boletín N° 056 “Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar” (Sánchez, 1995) a escala 1:100 000. Además, se realizó la interpretación de imágenes satelitales y trabajos de campo (Anexo 01 Mapa 01):

3.1. Unidades litoestratigráficas

A continuación, se describen las características litológicas locales de las formaciones aflorantes en la zona de estudio:

3.1.1. Formación Yahuarango miembro inferior (P-y/i)

En el caserío La Palma se identificó el Miembro inferior de la Formación Yahuarango, constituida macizos rocosos muy fracturados y altamente meteorizados de limolitas marrón rojizo a violáceas, intercaladas con arcillolitas y lentes con base erosiva de areniscas cuarzo feldespáticas de laminación horizontal.

3.1.2. Depósitos cuaternarios

Depósitos coluvio-deluvial (Q-co/de)

Estos depósitos se encuentran acumulados al pie de laderas prominentes, constituidos por clastos pequeños de 3 cm a 7 cm angulosos y distribuidos de forma caótica en una matriz areno, limosa – arcillosa de compacidad suelta, se identificaron como material de relleno de las zonas urbanas y alrededores del caserío La Palma (figura 4). Los depósitos de esta unidad conforman movimiento de masas antiguos.



Figura 4. Material coluvio-deluvial, constituidos por clastos pequeños de 3 cm a 7 cm sub angulosos y distribuidos de forma caótica en una matriz areno, limosa – arcillosa de compacidad suelta

Depósitos fluviales (Q – fl)

Corresponde a los sedimentos acumulados en el cauce de la quebrada Los Patos y quebrada Honda en los alrededores de la zona de evaluación, se encuentran conformados por arenas y gravas subredondeadas (figura 5).



Figura 5. Material fluvial en quebrada Honda

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis geomorfológico se realizó el levantamiento fotogramétrico con Drone del caserío La Palma, como producto se obtuvo el modelo digital de elevaciones, pendientes y ortofoto con una resolución (GSD) de 5 cm por pixel.

4.1 Modelo digital de elevaciones (MDE)

El MDE muestra que, el caserío La Palma se ubica sobre relieves con elevaciones entre 1229 a 1351 m s.n.m. (figura 5); donde se identificaron 2 deslizamientos rotacionales con escarpas desde los 1327 m s.n.m, el cuerpo y pie de estos movimientos en masa se proyectan ladera abajo hasta los 1254 m de altitud, en sus flancos se ubican viviendas de la zona.

(Anexo 01: Mapa 02).

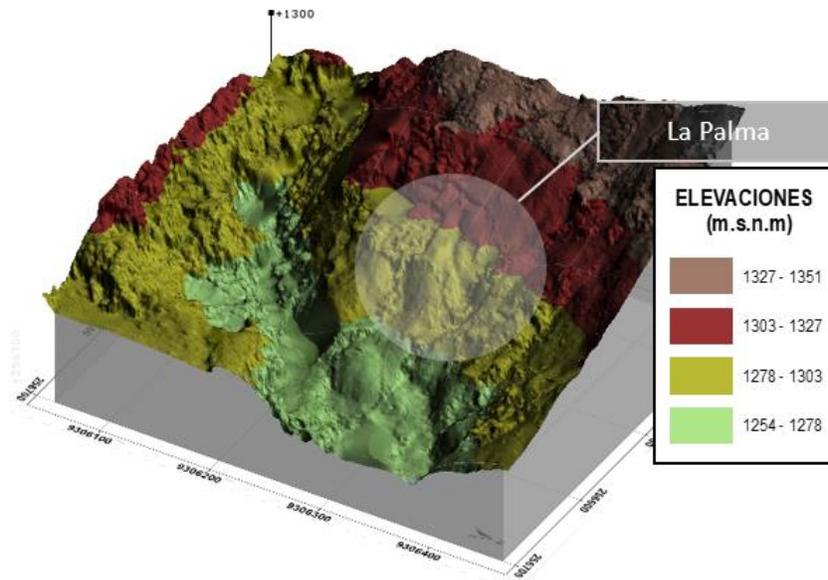


Figura 6. Modelo digital de elevaciones – caserío La Palma

4.2 Pendientes del terreno

Las zonas urbanas del caserío La Palma se ubica sobre relieves con pendientes suavemente inclinadas (1° a 5°) a moderadas (5° a 15°), los deslizamientos se ubican sobre laderas con pendiente fuerte (15° a 25°) a muy escarpada ($>45^\circ$). (Figura 6 y Anexo 01: Mapa 03).

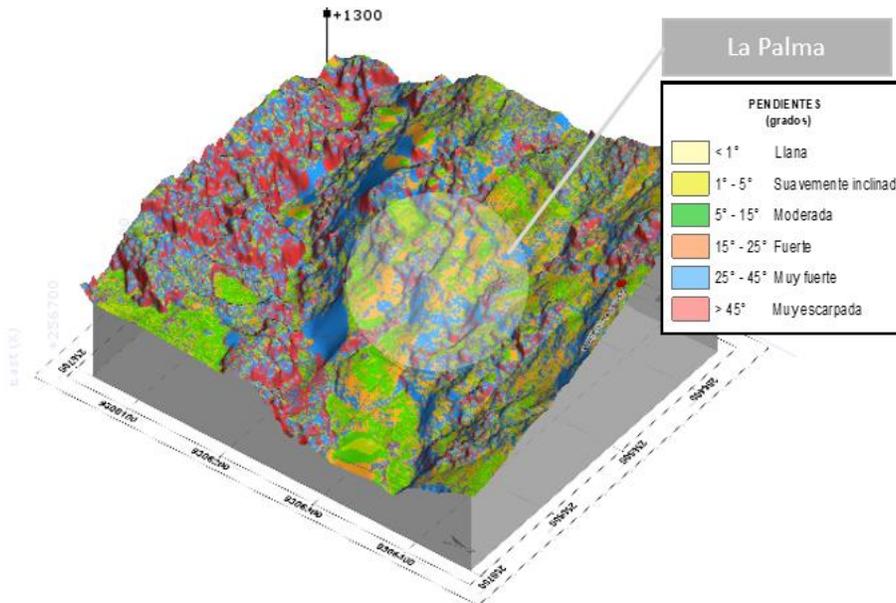


Figura 7. Modelo digital de pendientes – caserío La Palma

4.3 Unidades geomorfológicas

Desde el punto de vista morfoestructural, el área de estudio está controlada por la Cordillera Interandina, Cordillera Oriental y Faja Subandina, disectada por los ríos Marañón, Utcubamba, Cenepa, Santiago, Nieva e Imaza.

Las unidades geomorfológicas diferenciadas son muy variables, según su origen son producidas por agentes tectónicos, erosionales y depositacionales, ocurridos a lo largo de su historia geológica. El origen de estos ambientes geomorfológicos está muy ligado al proceso del levantamiento andino (profundización y ensanchamiento de valles), asociado a eventos de glaciación y deglaciación, procesos de movimientos en masa, etc. (Medina, et al. 2009).

El área evaluada, se enmarca y localiza en la Cordillera Oriental conformada por cadenas montañosas altas y alargadas que pueden sobrepasar los 4 600 m s.n.m., con pendientes suavemente inclinadas den la zona urbana a muy escarpadas en las zonas de deslizamiento (figura 7 y Anexo 01: Mapa 03).

4.3.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan otras geoformas preexistentes:

4.3.1.1 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, cuya cima puede ser aguda, sub aguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968, citado por Villota. 2005, p. 43).

Subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs).

Estas geoformas se ubican bajo el caserío La Palma y se extienden agradacionalmente al noroeste, son la principal fuente de clastos y bloques, que forman los depósitos coluvio-deluviales. Las laderas cercanas a las zonas urbanas tienen pendientes fuertes (15° a 25°) a muy escarpadas (>45°).

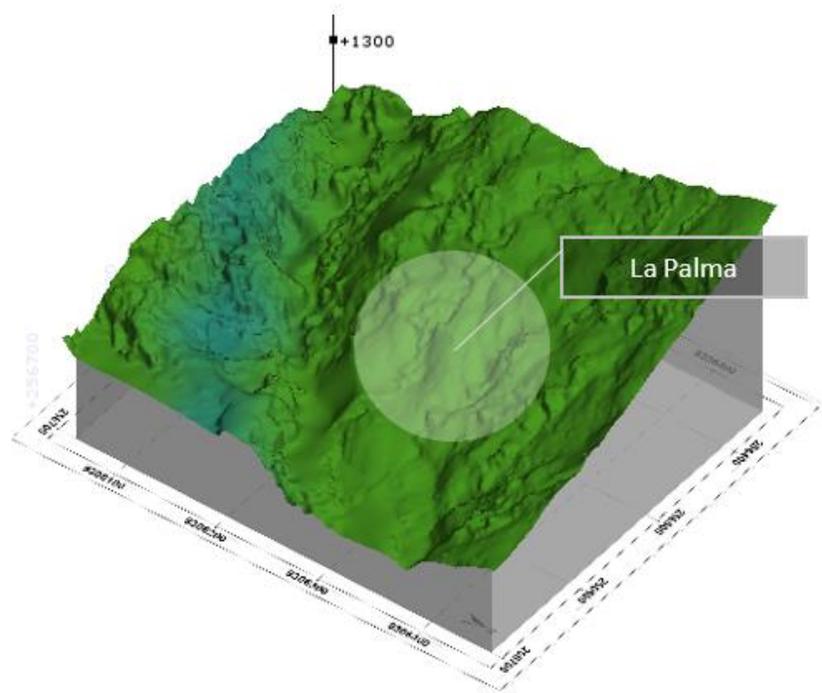


Figura 8. Modelo digital geomorfológico, colinas estructurales en roca sedimentaria en el poblado La Palma.



Figura 9. Subunidad geomorfológica de colinas presente en el caserío La Palma.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el caserío La Palma, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento. Estos procesos se desarrollan en relieves modelados por antiguos deslizamientos, que dieron origen a coberturas conformadas por sedimentos medianamente compactos, porosos, deleznable y susceptibles a erosión. La evolución geodinámica de las zonas dio origen a las geoformas que condicionan junto a la litología la ocurrencia de movimientos en masa, que son desencadenados por lluvias prolongadas.

A continuación, se describen los peligros geológicos evaluados, tomando en cuenta los daños a la infraestructura afectada.

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

5.1.1. Deslizamientos

Mediante el análisis de imágenes satelitales y fotografías aéreas tomadas por drones, se identificaron 2 deslizamientos, los cuales se activaron el pasado 29 de marzo del 2021 (figura 9).

La escarpa de estos deslizamientos se localiza principalmente en la ladera, y se extienden a lo largo del caserío La Palma (figura 9).

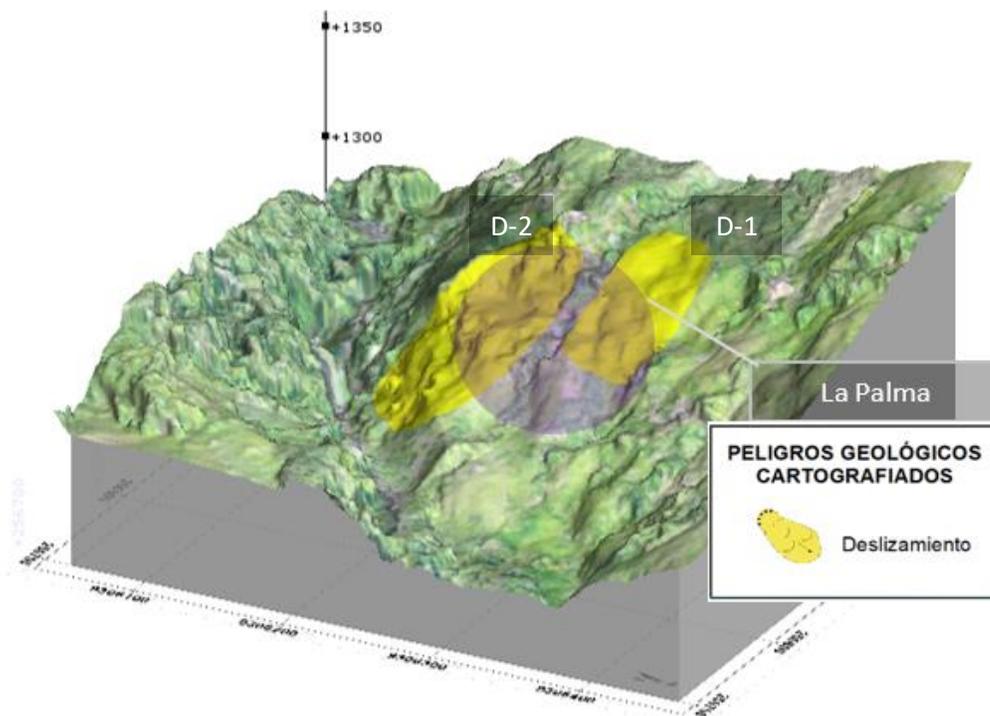


Figura 10. Ortofoto y modelo digital de peligros, D-1 deslizamiento tipo rotacional al norte del caserío La Palma, D-2 deslizamiento de tipo rotacional al sur del caserío La Palma.

A continuación, se describe uno de los deslizamientos más importantes, que fue cartografiado in situ en los trabajos de campo:

El primer deslizamiento D-1 se genera al norte del caserío La Palma en laderas de montañas en roca sedimentaria con coberturas coluvio-deluviales originadas por antiguos deslizamientos; estos materiales porosos se sobresaturan incrementando su carga y deslizando



Figura 11. Vista lateral del deslizamiento

Escarpes de forma elongada, con zonas de coronación ubicadas a 1327 m.s.n.m., desplazándose hasta 60 m a 70 m ladera abajo.

- La longitud de la zona de coronación de 90 m, con un desnivel entre el escarpe y el pie de 75 m.
- El área afectada: 6443 m².
- La superficie de falla es rotacional.
- El salto de falla principal mide entre 0.4 m a 0.5 m.
- Largo y ancho del deslizamiento: 118 m y 63 m.
- Volumen desplazado: menor a 2000 m³.
- Se muestran evidencias de proceso progresivo.



Figura 12. Vista del inicio de escarpe de deslizamiento

El segundo deslizamiento cartografiado in situ D-2, corresponde a un deslizamiento rotacional ubicado al sur del caserío La Palma, el cual se genera en ladera de montaña en roca sedimentaria con coberturas coluvio-deluviales, originadas por antiguos deslizamientos y utilizados por los pobladores como material de relleno; estos materiales porosos se sobresaturan incrementando su carga y deslizando.



Figura 13. Deslizamiento rotacional al sur del caserío La Palma

- Escarpes de forma elongada, con zona de coronación ubicada 1327 m.s.n.m., y se desplazan de 50 m a 60 m ladera abajo.
- La longitud de la zona de coronación de 50 m, con un desnivel entre el escarpe y el pie de 70 m.
- El área afectada: 10840m²
- La superficie de falla es rotacional.
- El salto de falla principal mide entre 0.4 m a 0.5 m.
- El salto de falla secundario mide entre 0.15 m a 0.2 m.
- Largo y ancho del deslizamiento: 153 m y 87 m.
- Volumen desplazado: menor a 4000 m³.
- Se muestran evidencias de proceso progresivo.

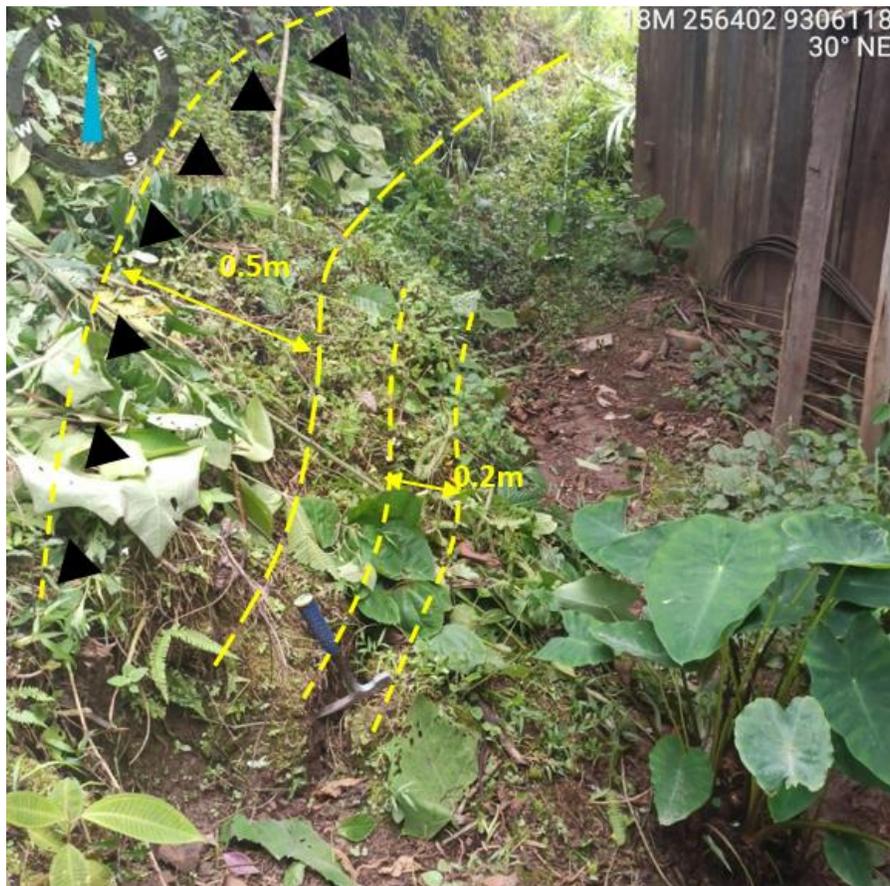


Figura 14. Zona de coronación del deslizamiento rotacional al sur del caserío La Palma

5.2. Factores condicionantes

5.2.1. Pendiente

El área evaluada presenta rangos de pendientes en zonas urbanas de suavemente inclinadas (1° a 5°) a moderadas (5° a 15°), los deslizamientos se ubican sobre laderas con pendiente fuerte (15° a 25°) a muy escarpada ($>45^\circ$); estas zonas, condiciona la ocurrencia de los peligros geológicos identificados (figura 15).

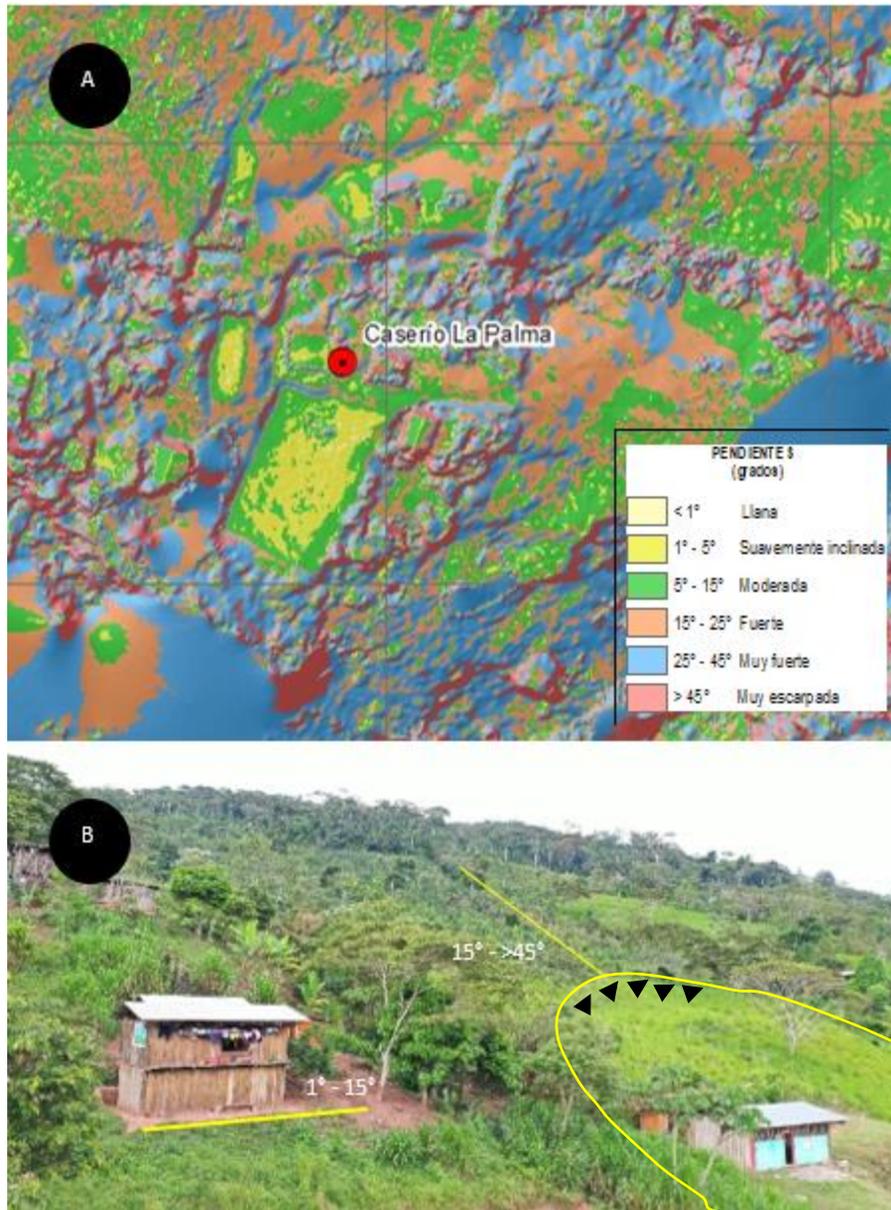


Figura 15. (A) Pendientes del terreno de la zona urbana y alrededores (B) Zonas urbanas ubicadas en terrenos con pendientes suavemente inclinada a moderada (1° - 15°) y zonas de deslizamiento con pendientes fuertes a muy escarpadas (15° - $>45^\circ$).

5.2.2. Litología

Los tipos de afloramientos presentes en la zona, están conformados por rocas sedimentarias de limolitas marrón rojizo a violáceas, intercaladas arcillolitas y lentes con base erosiva de areniscas cuarzo feldespáticas del miembro inferior de la Formación Yahuarango las cuales se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas, siendo la principal fuente de depósitos coluvio-deluvial acumulado al pie de laderas prominentes, dispuesto como material de escombros; y utilizado por los pobladores como material de relleno en zonas urbanas con la finalidad de suavizar las pendientes de la zona. Este tipo de coberturas constituyen zonas muy susceptibles a la generación de movimientos en masa.

5.2.3. Actividad antrópica.

El manejo del sistema de drenaje y riego en el caserío la palma es deficiente, manifestado en la falta de revestimientos de los sistemas de drenaje y el tipo de riego utilizado para los cultivos.

5.3. Factores desencadenantes

5.3.1. Precipitaciones

Se considera a las precipitaciones pluviales como el principal factor desencadenante de los movimientos en masa, tipo deslizamientos.

Para analizar la influencia que pudo tener las lluvias días previos al evento, se recopiló la información de las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio. Se accedió al servidor del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), donde se recopilaron los datos de la estación meteorológica Jaza, ubicada en el distrito de Cuñumbuqui, provincia de Lamas, departamento de San Martín, ubicada a 20 km al este del poblado evaluado (cuadro 03).

Tabla 03. Ubicación de la estación meteorológica próxima al área de estudio.

Estación: JAZA			
Departamento:	SAN MARTIN	Provincia:	LAMAS
Distrito:	Cuñumbuqui	Altitud:	230 msnm.
Latitud:	6°30'29.7"	Longitud:	76°28'50.7"
Tipo: PLU - Meteorológica			

De estos registros, podemos observar que, entre enero a abril del presente año, se presentaron entre 10 a 70 mm diarios, alcanzando el mayor acumulado mensual en el mes de marzo con 219.7 mm, y 109.7 mm, 114.1 mm, y 126.5 en enero, febrero y abril respectivamente.

Los deslizamientos ocurridos el 29 de marzo del 2021, se presume estuvieron condicionados por las coberturas coluvio-deluvial saturadas y rocas sedimentarias

fracturadas que debido a las intensas lluvias registradas en marzo del 2021 generaron dichos deslizamientos (gráfico 01).

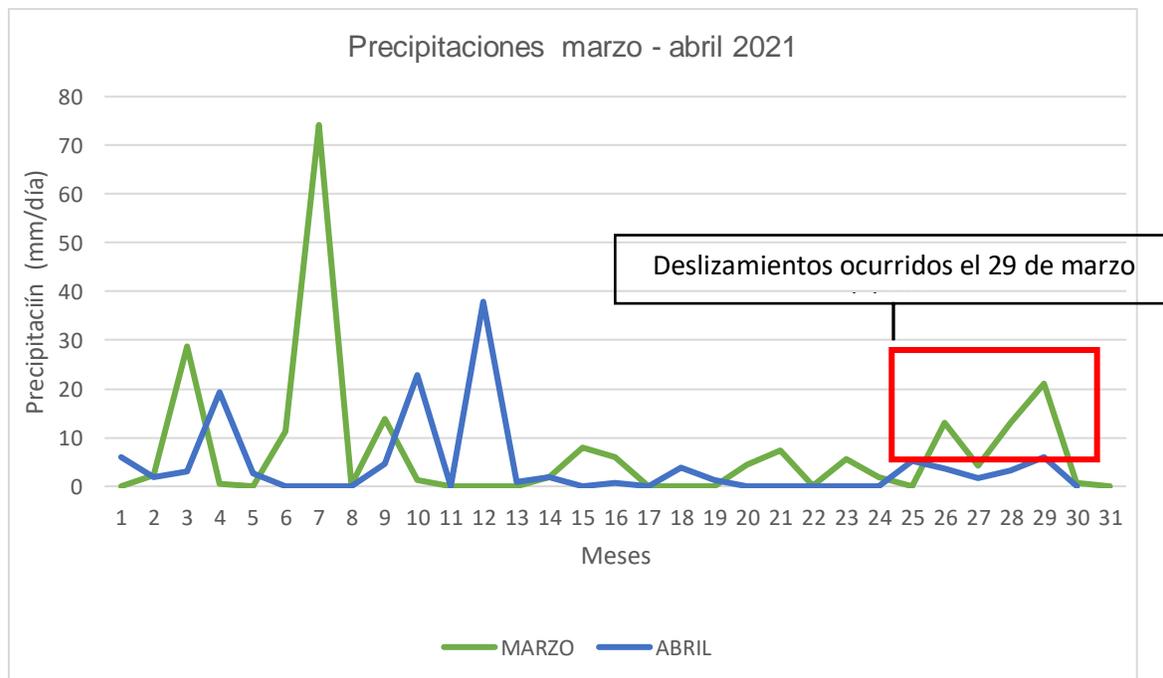
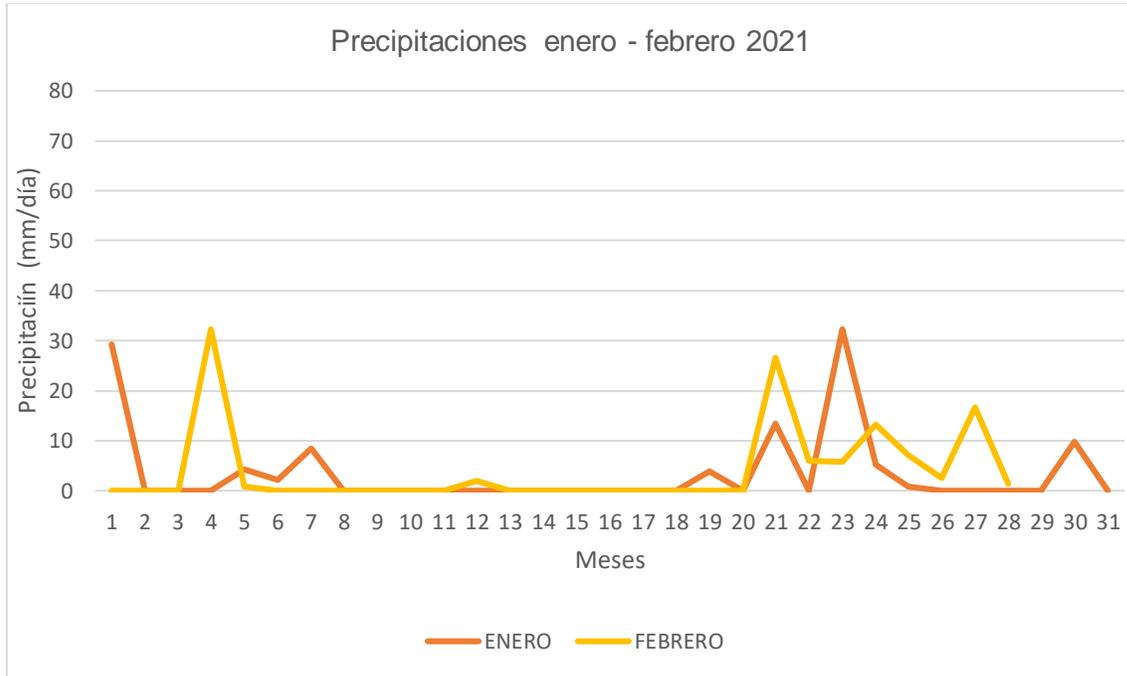


Gráfico 01. Precipitaciones diarias, período enero-abril 2021 en la estación Jazán. Fuente: Senamhi 2021.

5.4. Daños.

Los deslizamientos evaluados ocasionaron daños e impactos en infraestructura como viviendas. A continuación, se detallan los daños reportados por la Municipalidad Distrital de Vista Alegre.

5.4.1. Viviendas



Figura 16. Vivienda del sr. Adamastor Delgado ubicada al flanco izquierdo del deslizamiento rotacional, al sur del caserío La Palma con presencia de grietas perpendiculares al desplazamiento de 10 cm

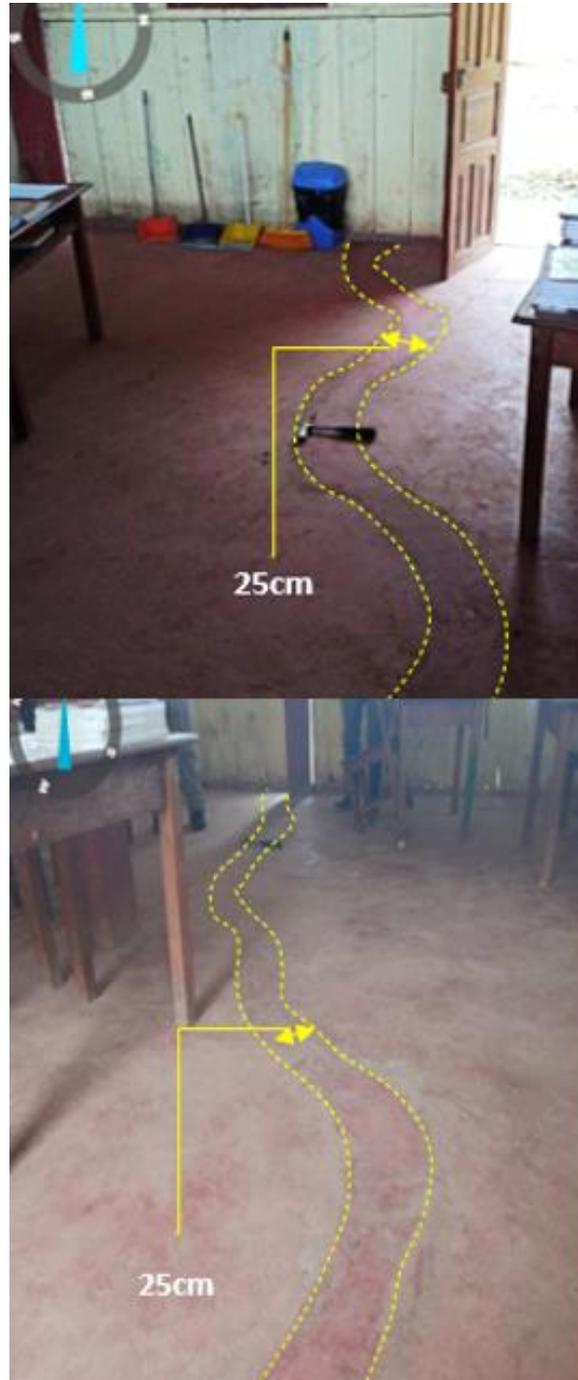


Figura 17. Institución Educativa N°18478 afectada por el deslizamiento, en donde se identificó grietas de 25 cm de ancho y longitudes mayores a 4 m, perpendiculares al desplazamiento, las cuales al momento de la evaluación fueron resanadas.

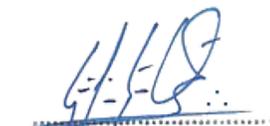
6. CONCLUSIONES

- a. En el caserío La Palma aflora la Formación Yahuarango – Miembro Inferior; constituida por limolitas y limoarcillitas, que se encuentran muy fracturados y altamente meteorizados, así mismo se identificaron depósitos coluvio-deluviales, compuestos por clastos pequeños de 3 cm a 7 cm angulosos envueltos en matriz areno, limo arcilloso, de coloración rojiza., que son de fácil erosión.
- b. Geomorfológicamente, el caserío La Palma está representado por geoformas de origen tectónico-degradacional como colinas estructurales modeladas en roca sedimentaria con pendientes fuertes (15°-25°) a muy escarpadas (>45°) y geoformas de carácter depositacional y agradacional como piedemontes coluvio-deluvial, con pendientes ligeramente inclinadas a moderadas (1°-15°), caracterizado por la abundante vegetación.
- c. Los factores condicionantes del deslizamiento, corresponden a:
 - Pendiente del terreno, fuerte (15° a 25°) a muy escarpada (>45°);
 - Litología, conformada por limolitas y limoarcillitas, que se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas.
 - Las limoarcillitas permiten la retención del agua proveniente de lluvia, esto contribuye con la saturación del terreno
 - Factor antrópico, inadecuado riego en suelos de cultivo, esto contribuye con la saturación del terreno.
 - Aumento de peso de la masa inestable, por la saturación del terreno, aumentado el factor pendiente, la masa inestable se desplazó cuesta abajo.
- d. El factor desencadenante que activó los deslizamientos, en el caserío de La Palma se atribuye a las lluvias intensas locales y estacionarias frecuentes del distrito de Vista Alegre.
- e. Los peligros geológicos identificados en el área evaluada corresponden a movimientos en masa tipo deslizamiento rotacional, que se activaron el día 29 de marzo del 2021. Los eventos mencionados, afectaron viviendas e infraestructuras como la institución educativa N°1847.
- f. El deslizamiento D-1, ubicado al norte del caserío La Palma, es de tipo rotacional, la corona presenta una longitud de 90 m, la distancia entre el escarpe y el pie del deslizamiento es 75 m y un área afectada de 6443 m².
- g. El deslizamiento D-2 ubicado al sur del caserío La Palma es rotacional, presenta una escarpa con longitud de 50 m, el desnivel entre escarpe y pie es 70 m, se tiene un área afectada de 10 840m²; por los agrietamientos que se muestran en el cuerpo del deslizamiento, podemos decir que tiene un avance progresivo, hacia los lados de las escarpas principales no se observó agrietamientos en sus partes posteriores.

- h. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el caserío La Palma se considera como **Zona Crítica** y **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de deslizamiento, cuyos procesos podrían reactivarse por lluvias intensas o sismos.

7. RECOMENDACIONES

- a. En las masas deslizadas y áreas aledañas, evitar la implementación de cultivos agrícolas, así como el riego por inundación; de manera complementaria, se debe reforestar con especies nativas para evitar en las laderas procesos erosivos.
- b. Se recomienda la asesoría especializada para mejorar el sistema de riego de cultivo, el cual debe ser tecnificado por aspersion controlada o por goteo.
- c. Construir zanjas de coronación en la cabecera de los deslizamientos, con la finalidad de captar y conducir las aguas lluvias (escorrentía) hacia cunetas colectoras. Las zanjas de coronación no deben construirse cerca del borde de la escarpa principal del deslizamiento.
- d. Reubicar el caserío de La Palma, ya que se encuentra en una zona de peligro muy alto.
- e. Tomar en cuenta las recomendaciones y medidas correctivas, ya que los deslizamientos identificados pueden incrementar sus vectores de movimientos, ocasionando daños materiales, así como embalses en la quebrada Honda.
- f. Al no presentarse zonas seguras en el caserío de La Palma (zona evaluada), se recomienda evaluar una nueva zona segura en el distrito de Vista alegre.
- g. Las autoridades junto con la población busquen áreas de reubicación, una vez determinadas, estas deben ser evaluadas por Ingemmet, con la finalidad de descartar posibles peligros geológicas que puedan las puedan afectar.
- h. Las medidas correctivas mencionadas, deben ser realizadas por personas idóneas en tema, de lo contrario estos eventos podrían continuar su actividad.


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


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

8. BIBLIOGRAFÍA

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, INGEMMET (2012). Geología del cuadrángulo de Rioja escala 1:50 000 Hoja 13I.

Medina, L.; Vílchez, M. & Dueñas, S. (2009). Riesgo Geológico en la región Amazonas. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 39, 205p. <<https://hdl.handle.net/20.500.12544/244>>

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
<<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>>

Sánchez, A. (1995). Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13i, 14-h, 15-h. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 56, 287p.
<<https://hdl.handle.net/20.500.12544/177>>

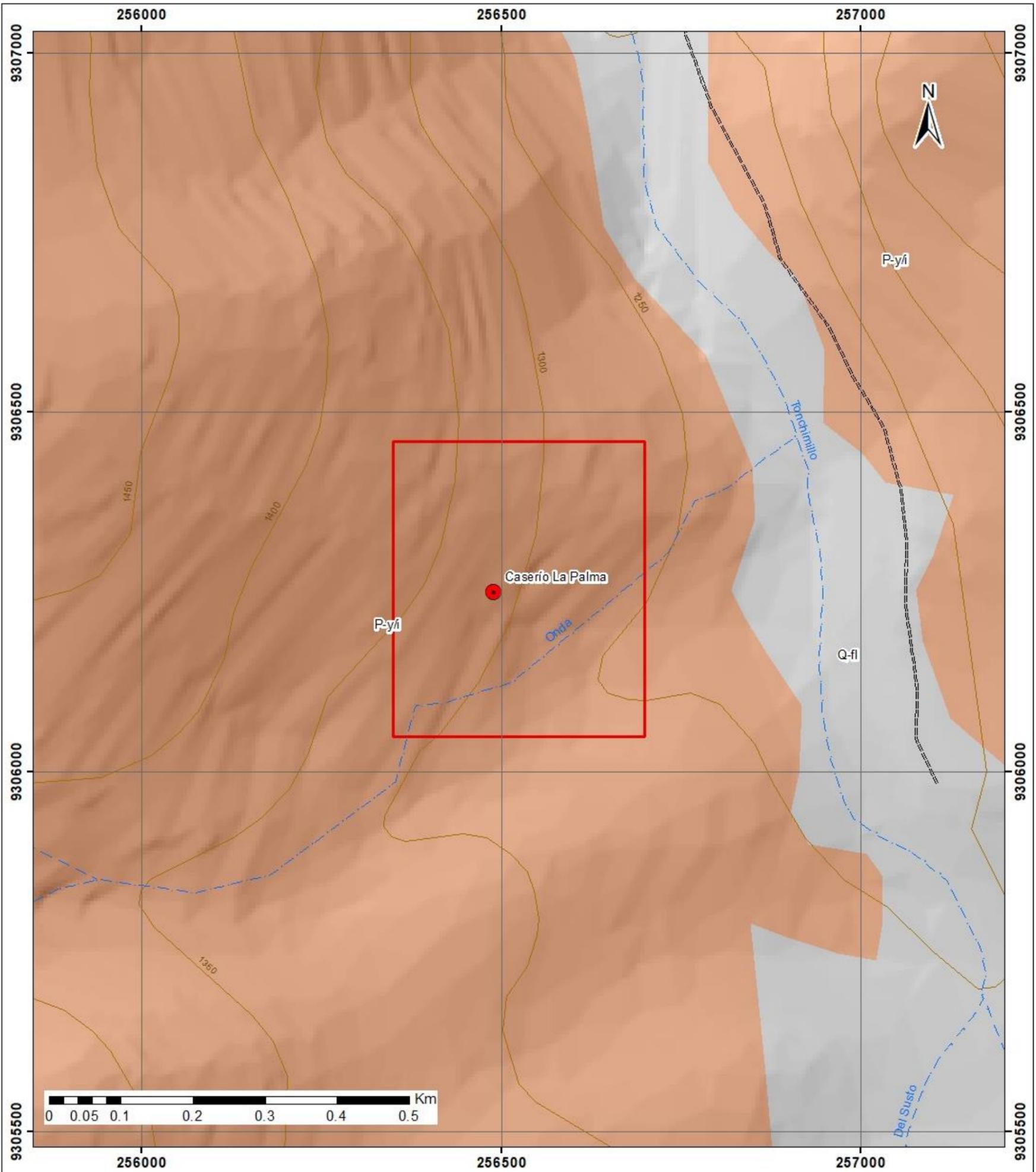
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2021) "Servicio de Consulta de data meteorológica en línea" SENAMHI. (Consulta: noviembre 2020)
<<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>>

Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN.
<<https://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html>>

Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176.
<[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferencelD=1855370](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferencelD=1855370)>

Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazi.
<<https://searchworks.stanford.edu/view/6532331>>

ANEXO 1: MAPAS

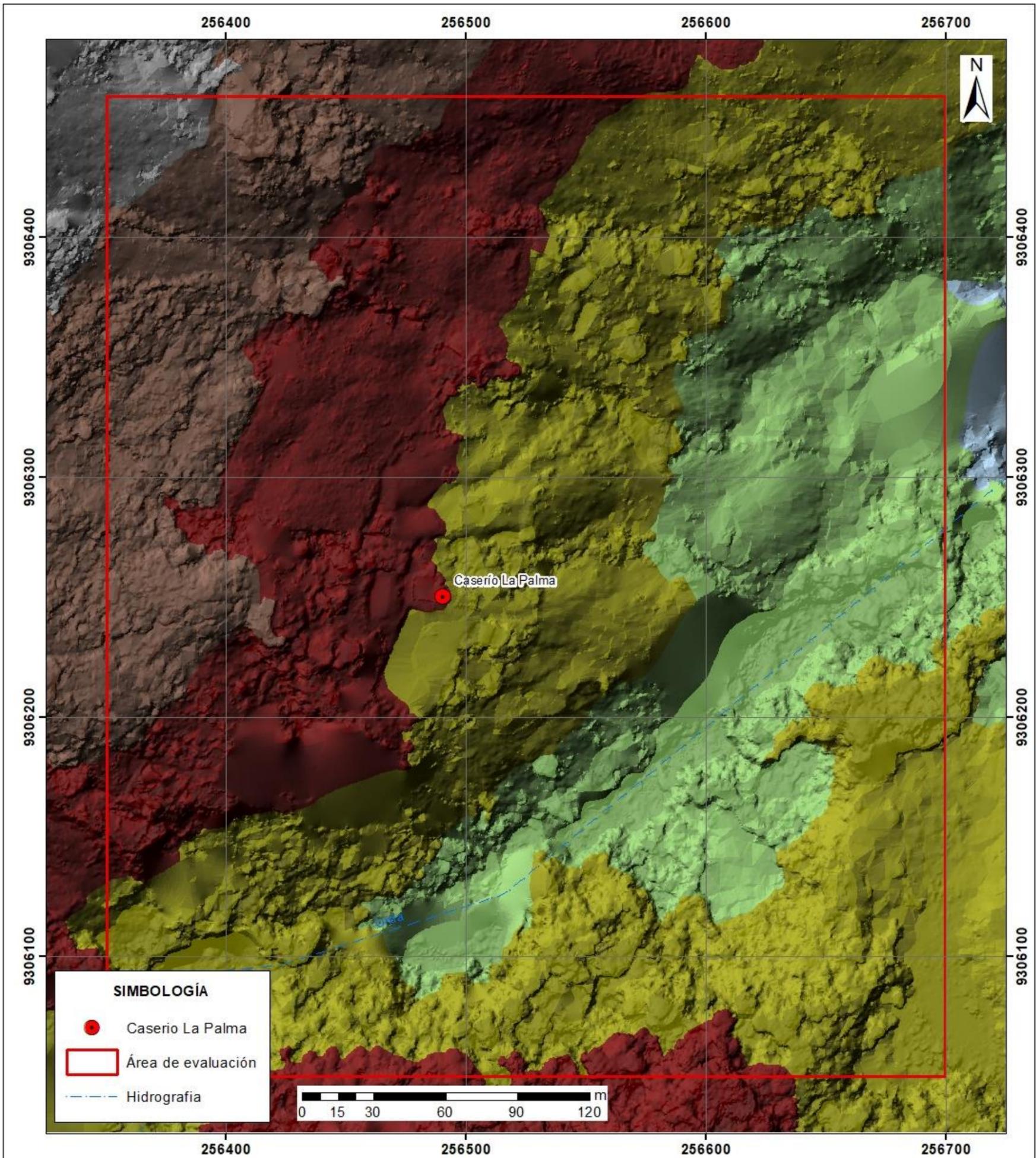


SIMBOLOGÍA	
	Área de evaluación
	Hidrografía
	Curvas a nivel
	Vía nacional

LEYENDA	
GEOLOGÍA	
	Q-fl Depósito Fluvial
	P-y/i Formación Yahuarango-Miembro Inferior



SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
GEOLOGÍA CASERÍO LA PALMA	
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Versión Digital: Año 2021 Escala: 1/ 5 000	
MAPA 1	

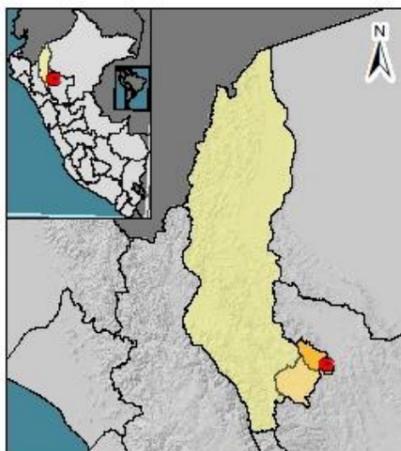


SIMBOLOGÍA

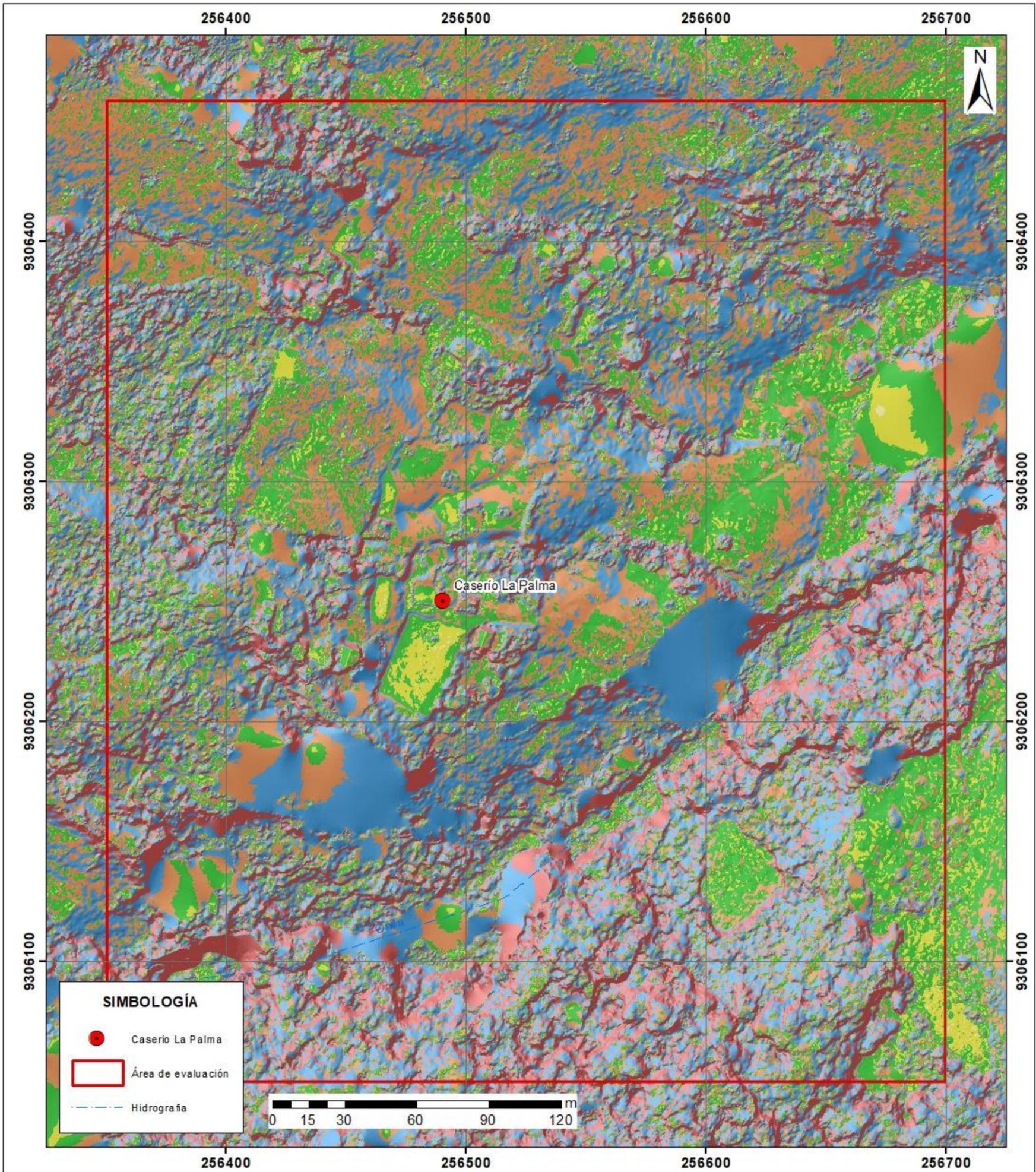
- Caserío La Palma
- Área de evaluación
- Hidrografía



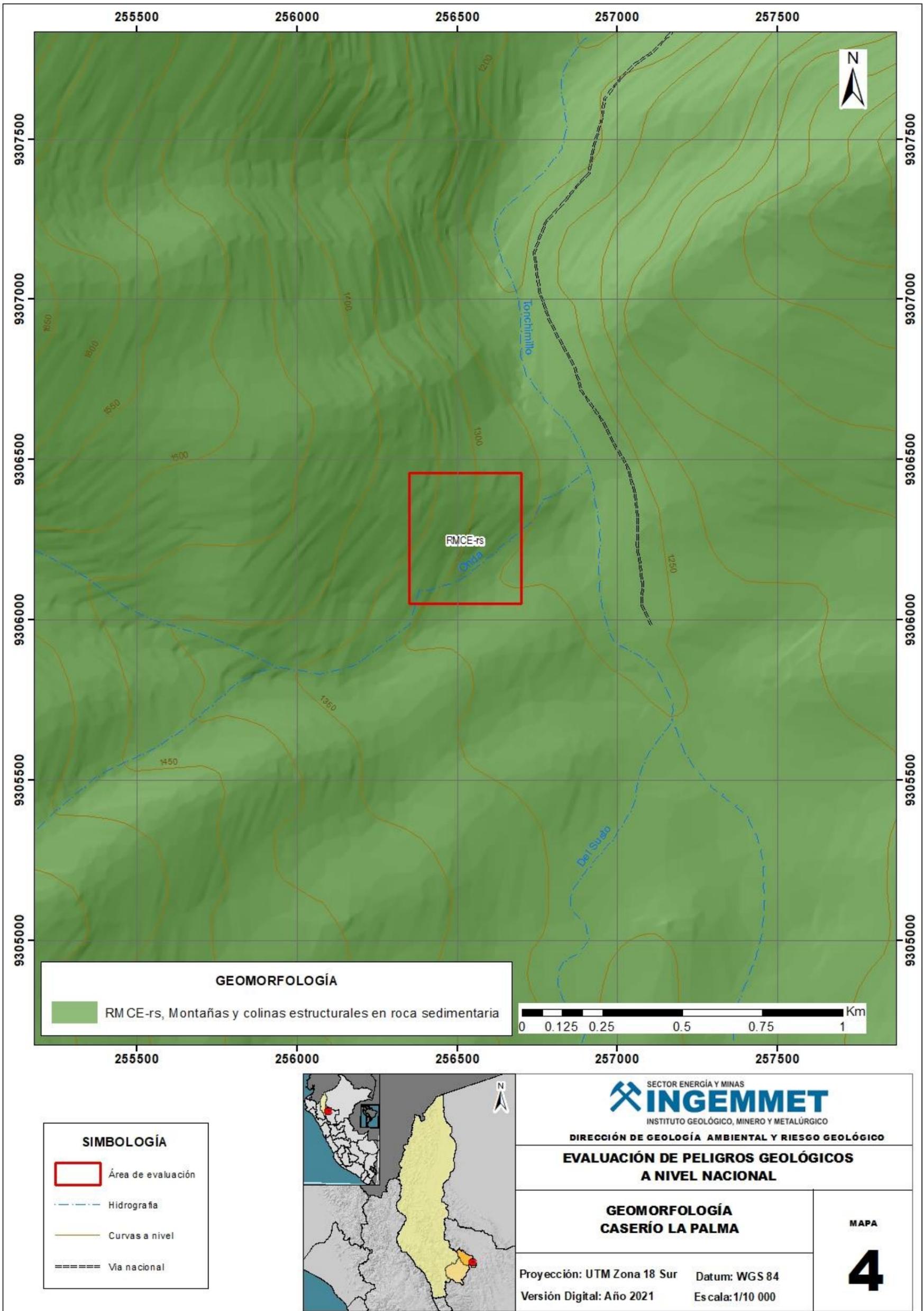
ELEVACIONES (m.s.n.m)	
	1351 - 1376
	1327 - 1351
	1303 - 1327
	1278 - 1303
	1254 - 1278
	1229 - 1254



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES CASERÍO LA PALMA	
Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión Digital: Año 2021	Datum: WGS 84 Es cala: 1/ 1 500
MAPA 2	



<p>PENDIENTES (grados)</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>< 1°</td> <td>Llana</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1° - 5°</td> <td>Suavemente inclinada</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5° - 15°</td> <td>Moderada</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15° - 25°</td> <td>Fuerte</td> </tr> <tr> <td></td> <td>25° - 45°</td> <td>Muy fuerte</td> </tr> <tr> <td></td> <td>> 45°</td> <td>Muy escarpada</td> </tr> </table>		< 1°	Llana		1° - 5°	Suavemente inclinada		5° - 15°	Moderada		15° - 25°	Fuerte		25° - 45°	Muy fuerte		> 45°	Muy escarpada		<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p> <p>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</p> <p>EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL</p>	
		< 1°	Llana																		
		1° - 5°	Suavemente inclinada																		
		5° - 15°	Moderada																		
	15° - 25°	Fuerte																			
	25° - 45°	Muy fuerte																			
	> 45°	Muy escarpada																			
<p>PENDIENTES CASERÍO LA PALMA</p>		<p>MAPA</p> <p>3</p>																			
<p>Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84</p> <p>Versión Digital: Año 2021 Es cala: 1/ 1 500</p>																					



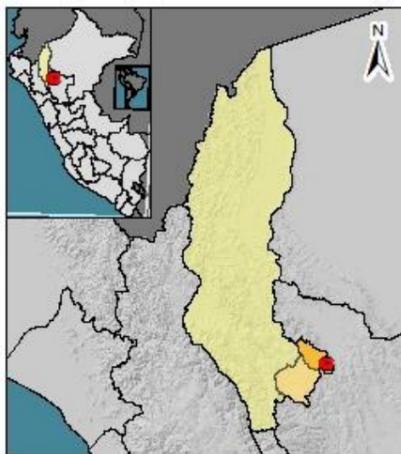


SIMBOLOGÍA

- Caserío La Palma
- Área de evaluación
- Hidrografía

PELIGROS GEOLÓGICOS CARTOGRAFIADOS

- Deslizamiento



<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p> <p>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</p> <p>EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL</p>	
<p>PELIGROS GEOLÓGICOS CASERÍO LA PALMA</p>	
Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión Digital: Año 2021	Datum: WGS 84 Escala: 1/1 500
<p>MAPA</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">5</p>	

ANEXO 2: MEDIDAS CORRECTIVAS

A3.1. Banquetas

En la parte inferior de un talud, la descarga y velocidad del agua superficial aumentan, causando el incremento de las fuerzas de socavación. En este caso, la velocidad de la corriente puede reducirse al proporcionar una banqueteta casi horizontal a la mitad del talud, o la concentración de agua superficial en la parte inferior del talud puede prevenirse al construir una zanja en la banqueteta para drenar el agua hacia afuera del talud. La banqueteta también puede usarse como acera para inspección o como andamio para reparación.

Por lo tanto, las banquetetas deben diseñarse tomando en cuenta la dificultad de inspeccionar y reparar, la pendiente del talud, la altura de corte, los suelos del talud, los costos y otras condiciones (figura 35).

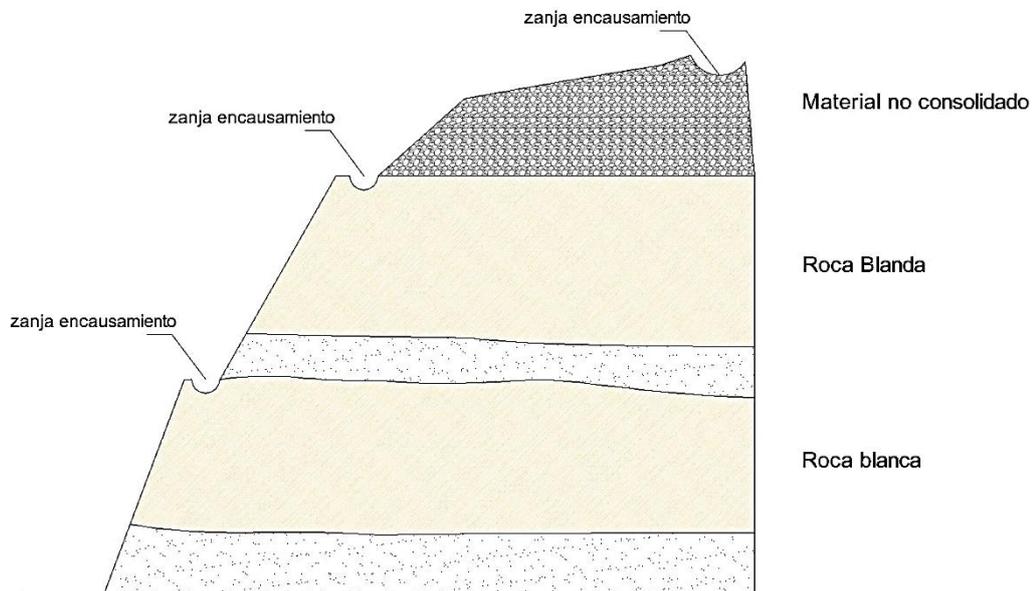


Figura 17. Condiciones de terreno, drenaje y forma de taludes (JICA, 2004).