

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7251**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR LAS BRISAS

Departamento Cajamarca  
Provincia Jaén  
Distrito Jaén



ABRIL  
2022

***EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR LAS BRISAS.***

***Distrito Jaén***

***Provincia Jaén***

***Departamento Cajamarca***

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

*Equipo de investigación:*

*Luis Miguel León Ordáz.*

*Cristhiam Francisco Díaz Cruz.*

**Referencia bibliográfica**

*Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos en el sector Las Brisas, distrito Jaén, provincia Jaén, departamento Cajamarca. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° A7251, 34p.*

## INDICE

RESUMEN .....	04
1. INTRODUCCIÓN.....	05
1.1 Objetivos del estudio.....	05
1.2 Antecedentes.....	06
1.3 Aspectos generales .....	08
1.4 Accesibilidad .....	08
2. DEFINICIONES .....	10
3. ASPECTO GEOLÓGICO .....	13
3.1 Unidades litoestratigráficas .....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....	16
4.1 Modelo digital de elevaciones .....	16
4.2 Pendiente del terreno .....	17
4.3 Unidades Geomorfológicas .....	17
5. PELIGROS GEOLÓGICOS .....	19
5.1 Sector Las Brisas .....	19
CONCLUSIONES .....	27
RECOMENDACIONES .....	28
ANEXO 1. MAPAS .....	29
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS .....	32
BIBLIOGRAFÍA .....	34

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, en el sector Las Brisas, distrito y provincia de Jaén, departamento Cajamarca. 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 (local, regional y nacional).

En la zona evaluada afloran depósitos coluvio – deluviales, inconsolidados, conformado por bloques y gravas angulosas de origen volcánico, inmersos en matriz arcillo limosa; características que facilitan la infiltración de agua de escorrentía e incrementan la saturación del terreno.

Las geoformas identificadas corresponden principalmente a geoforma de origen tectónico degradacional representada por la sub unidad de colina y lomada en roca volcánico sedimentaria (RCL-rvs), con pendiente de 20° a 30° y la geoforma de origen depositacional y agradacional, sub unidad de vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd) con pendiente de 5° a 20°.

El 05 de noviembre del 2021, debido a las lluvias intensas, se produjo un deslizamiento y derrumbes en el sector Las Brisas, los cuales afectaron una vivienda dejándola inhabitable, a menos de 5 metros del escarpe se identificó otra vivienda, la cual podría colapsar; asimismo fue afectada la vía prolongación Gabriel Carrasco en un tramo de 16 m. Estos movimientos podrían incrementar su actividad (tamaño y desplazamiento) en temporadas de intensas precipitaciones pluviales, por lo que se considera como Zona Crítica y de peligro Alto a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes; así mismo se identificó procesos de erosión de laderas debido a la denudación de la cobertura vegetal nativa con fines de actividad agrícola.

Finalmente se brindan las recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes y tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada, siendo la principal la reubicación de la vivienda afectada y las que se encuentran en el entorno al deslizamiento a una zona segura, con la finalidad de evitar atender en contra de la integridad física de los pobladores del sector Las Brisas.

## **1. INTRODUCCIÓN**

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

Atendiendo la solicitud remitida por el Gobierno Regional de Cajamarca, departamento de Cajamarca, según OFICIO N° D000838-2021-GRC-ODN, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en el sector Las Brisas.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis M. León Ordáz y Francisco C. Díaz Cruz, para realizar la evaluación de peligros geológicos que afectan las viviendas y los terrenos de cultivos en el sector afectado; los trabajos de campo se realizaron el día sábado 05 de noviembre del 2021.

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

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

### **1.1 Objetivos del estudio**

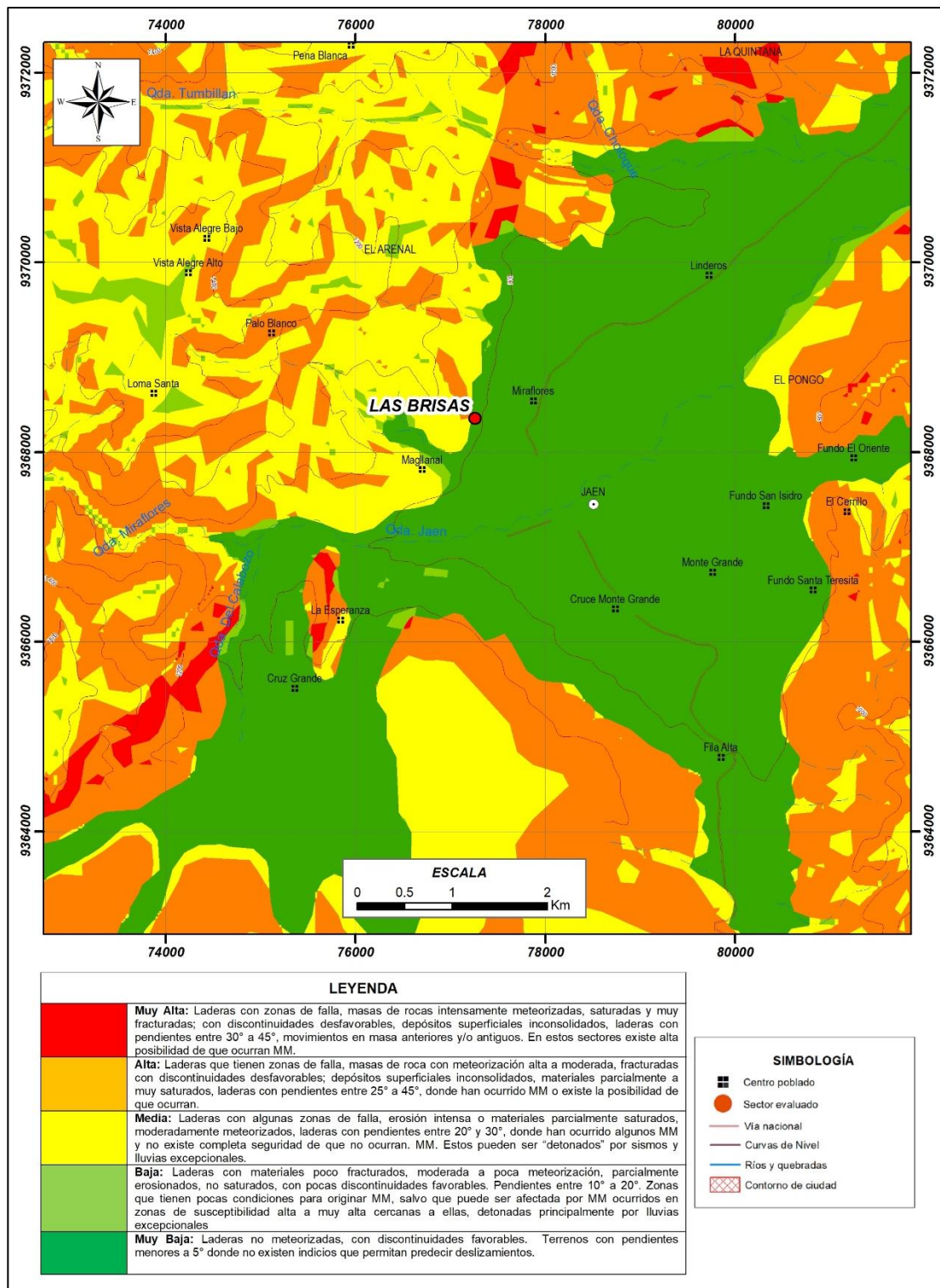
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los movimientos en masa que se presenta en el sector Las Brisas del distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, detonado el 05 de noviembre por lluvias intensas desde el 31 de octubre.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los movimientos en masa.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos identificados en los trabajos de campo.

## 1.2 Antecedentes

Se han recopilado todos los informes y reportes que abarquen los aspectos geodinámicos de la zona de estudio, los cuales se mencionan a continuación:

- Geología del Cuadrángulo de Jaén, (Sánchez, et al. 1996). Según la geología descrita a escala 1:50 000, la ciudad de Jaén está conformada unidades geológicas de origen volcánico sedimentarias del Jurásico (Formación Oyotún Jm-o), rocas sedimentarias clásticas del Cretácico inferior (Grupo Goyllarisquizga Kig), rocas sedimentarias carbonatadas del Cretácico inferior (Formación Chúlec Ki-chu) y del superior (Formación Quilquiñan Ks-qu), conglomerados poco consolidados del Neógeno (Formación Namballe) y del Pleistoceno (Formación Tamborapa Qp-ta) y depósitos de suelos aluviales (Q-al).
- En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa descrito en el Boletín N° 44, Serie C, Estudio de Riesgo Geológico en la Región Cajamarca, (Zavala, et al. 2009), las zonas de estudio presentan susceptibilidad baja, media y alta a la ocurrencia de procesos de remoción en masa (figura 1).



**Figura 1.** Susceptibilidad a movimientos en masa en el sector Las Brisas.

**Fuente:** Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Cajamarca, elaborado a escala 1:250 000 por Zavala, et al. 2009.

### 1.3 Aspectos generales

#### 1.3.1 Ubicación

El área de evaluación corresponde, al sector Las Brisas, distrito y provincia Jaén, departamento Cajamarca (figura 2), ubicada en las siguientes coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S:

**Cuadro 2.** Coordenadas del área de estudio, sector Las Brisas.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		COORDENADAS DECIMALES	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	742079	9369538	-5.699649°	-78.814284°
2	742079	9369250	-5.702252°	-78.814274°
3	741806	9369250	-5.702262°	-78.816738°
4	741807	9369538	-5.699658°	-78.816739°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
C	742005	9369316	-5.701658°	-78.814944°

#### 1.4 Accesibilidad

La principal vía de acceso desde la ciudad de Cajamarca con destino al distrito de Jaén, es mediante desplazamiento terrestre, a través de una carretera asfaltada y afirmada, tal como se detalla en la siguiente ruta (cuadro 3):

**Cuadro 3.** Rutas y acceso a la zona evaluada

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
<i>Cajamarca – Bambamarca – Chota – Cutervo – Jaén</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>323</i>	<i>8 horas</i>



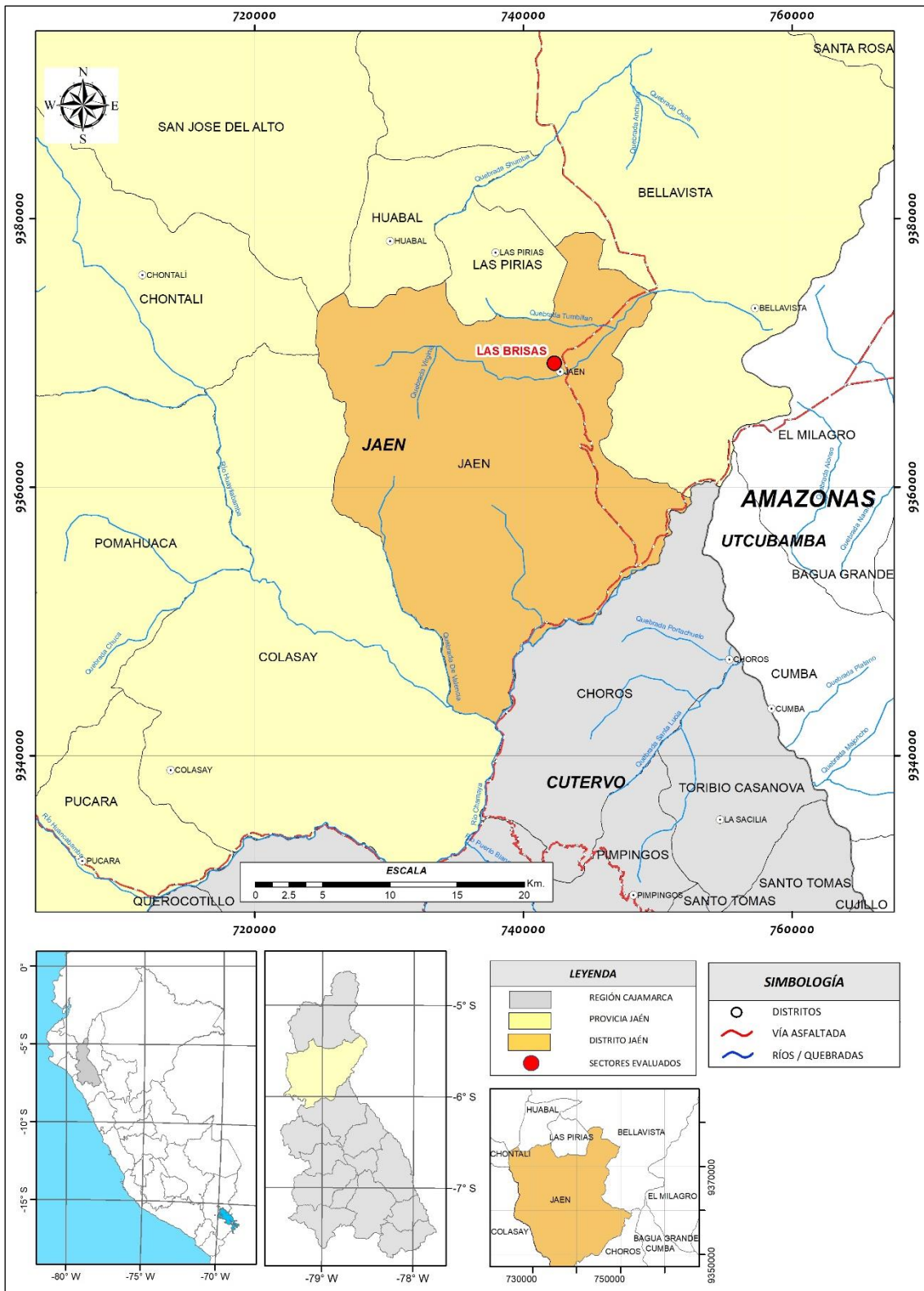


Figura 2. Ubicación sector Las Brisas, ciudad de Jaén.

## 2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a las entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, que no son necesariamente geólogos; por ello se desarrollan algunas definiciones relevantes, considerando como base el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), los términos y definiciones se detallan a continuación:

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

**Arcilla:** Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

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

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

**Coluvial.** Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

**Condicionante:** Se refiere a todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento.

**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.

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

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

**Deslizamiento rotacional:** Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos

rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

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

Erosión de laderas: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

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.

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).

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.

Fractura: Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

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

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

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

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.

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

En el presente Glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.

### 3. ASPECTO GEOLÓGICO

El análisis se desarrolló en base al boletín N°62, serie A, Carta Geológica Nacional: "Geología del cuadrángulo de Jaén (12-f), (Sánchez et. al., 1996); también se realizó trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de erosión (mapa 1).

#### 3.1 Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en los alrededores de la zona evaluada corresponden Grupo Goyllarisquizga (Ki-g), Formación Chúlec (Ki-chu), Formación Quilquiñan (Ks-qu), Formación Namballe, y depósitos aluviales (Q-al), en las zonas evaluadas encontramos la Formación Oyotún, y depósitos coluvio deluviales detallados a continuación:

##### **Formación Oyotún (Jm-o)**

Constituida por una secuencia gruesa de derrames piroclásticos andesíticos, intercalados con areniscas, limolitas y estratos gruesos de tobas brechoides. Sus niveles inferiores están constituidos por lavas de estructura fluidal, predominantemente integrada por andesitas, dioritas y metandesitas microporfíricas, en estratos medianos que por alteración hidrotermal (generalmente limonitización y propilitización), han adquirido matices gris verdosos o gris violáceo; asimismo, por cloritización presentan coloraciones gris verdosas.

Hacia el tope, la secuencia es mayormente volcánico-clástica y consiste de lavas andesíticas gris moradas, en capas delgadas intercaladas con cineritas blanquecinas y con limolitas compactas (con huellas de flora fósil) y grauvacas en capas delgadas. La secuencia piroclástica con intercalaciones sedimentarias está mejor desarrollada al Noroeste de Jaén.

En los sectores las Brisas se identificó flujos lávicos andesíticos de muy fracturado y altamente meteorizado (fotografía 1).



**Fotografía 1.** Flujo andesítico de la Formación Oyotún, moderadamente meteorizado, muy fracturado.

Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369282 – **Este:** 742019

#### **Depósito coluvial (Q-cd)**

Corresponde a los depósitos generados por deslizamientos, conformados por gravas, cantos y escasos bloques angulosos, en una matriz limoarcillosa. Formando depósitos poco consolidados e inestables, afloran en el sector Las Brisas (fotografía 2).



**Fotografía 2.** Depósito coluvio-deluvial, compuesto por bloques y gravas de origen volcánico, dentro de una matriz arcillo limosa.

Coordenadas UTM WGS84, **Norte:** 9369344 – **Este:** 741926

**DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES**

**DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES**

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL

<input type="checkbox"/> Eluvial	<input type="checkbox"/> Lacustre
<input checked="" type="checkbox"/> Deluvial	<input type="checkbox"/> Marino
<input checked="" type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Eólico
<input type="checkbox"/> Aluvial	<input type="checkbox"/> Orgánico
<input type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Artificial
<input type="checkbox"/> Proluvial	<input type="checkbox"/> Litoral
<input type="checkbox"/> Glaciar	<input type="checkbox"/> Fluvio glaciar

**GRANULOMETRÍA**  
%

10 Bolos

15 Cantos

15 Gravas

Gránulos

Arenas

**FORMA**

Esférica

Discoidal

Laminar

Cilíndrica

**REDONDES**

Redondeado

Subredondeado

Anguloso

Subanguloso

**PLASTICIDAD**

Alta plasticidad

Med. Plástico

Baja Plasticidad

No plástico

Limos

Arcillas

**ESTRUCTURA**

Masiva

Estractificada

Lenticular

**TEXTURA**

Harinoso

Arenoso

Aspero

**CONTENIDO DE**

Materia Orgánica

Carbonatos

Sulfatos

**% LITOLÓGÍA**

Intrusivos

100 Volcánicos

Matamórficos

Sedimentarios

**COMPACIDAD**

**SUELOS FINOS**

**Limos y Arcillas**

Blanda

Compacta

Dura

**SUELOS GRUESOS**

**Arenas**

Suelta

Densa

Muy Densa

**Gravas**

Suelta

Med. Consolidada

Consolidada

Muy Consolidada

**CLASIFICACIÓN TENTATIVA**

**S.U.C.S.**

**SUELOS GRUESOS**

GW

GP

GM

SM

GC

SW

SP

SC

**SUELOS FINOS**

ML

CL

OL

MH

CH

OH

PT

#### 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Se realizó un levantamiento fotogramétrico, mediante el empleo de dron, obteniéndose el modelo digital del terreno con resolución 7.5 cm por píxel, con lo cual se obtuvo la ortofoto, información complementada con el análisis de imágenes satelitales. Con ello se realizó el análisis morfométrico de relieve y cartografiado.

##### 4.1 Modelo digital de elevaciones (MDE)

La zona de estudio comprende elevaciones que van desde los 768 m s.n.m. hasta los 931 m s.n.m., se clasificó en siete niveles altitudinales, con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente está comprendida entre los 815 m s.n.m. a 861 m s.n.m. con una pendiente promedio de 30°, este nivel corresponde a una vertiente o piedemonte coluvio - deluvial y montaña en roca volcánico sedimentaria, que se extiende de noroeste a sureste (figura 3).

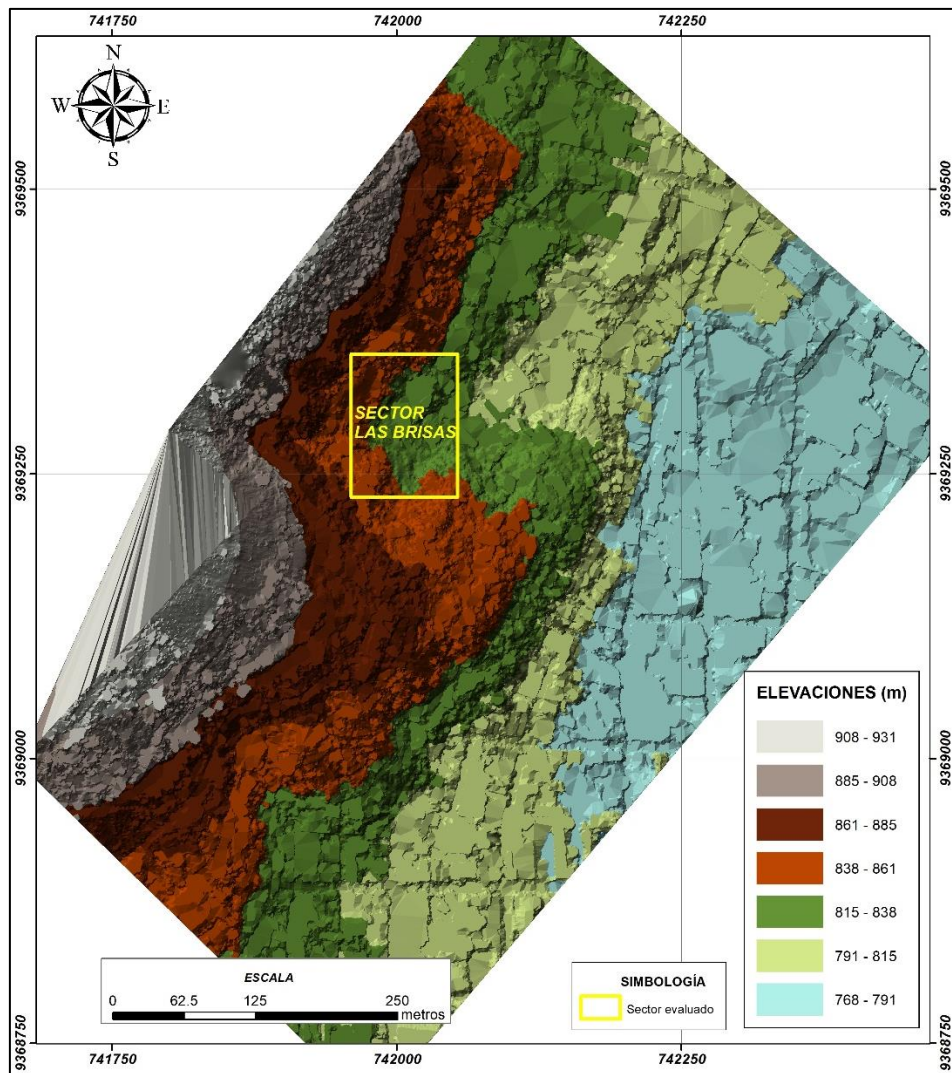


Figura 3. Modelo digital de elevaciones del sector Las Brisas.



## 4.2 Pendiente del terreno

La pendiente es uno de los factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2022), es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante.

Se puede decir que es más fácil que ocurran movimientos en masas en laderas y cauces cuya pendiente principal varía entre media ( $5^\circ$  a  $15^\circ$ ) a fuerte ( $>30^\circ$ ), también es más alta la erosión en laderas (laminar, sucos y cárcavas), en colinas o montañas, por que a mayor pendiente facilita el escurrimiento superficial y por ende la erosión hídrica o pluvial (Vílchez et. al., 2013).

El sector evaluado comprende pendientes de  $15^\circ$  a  $>45^\circ$  esta superficie es ocupada por viviendas, terrenos de cultivo y vegetación nativa (Mapa 2).

## 4.3 Unidades Geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en los sectores evaluado, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a los aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019); así también se ha empleado los trabajos de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en estudios de Ingemmet.

### 4.3.1 Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional

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

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas, dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad:

#### **Unidad de Colina**

Tiene una altura menor a los 300 m con respecto al nivel de la base local, así se tienen las siguientes subunidades de colinas y lomadas diferenciadas según el tipo de roca que la conforman.

#### **Sub unidad de colina y lomada en roca volcánico sedimentaria (RCL-rvs)**

Se da por la continuidad de la lomada hacia la colina, es difícil de separarla, se compone de roca volcánica con afloramientos de flujos andesíticos, presenta laderas con pendientes suaves y con un patrón de drenaje sub paralelo (Zavala et al., 2019). Se presenta en parte alta del sector Las Brisas.

### 4.3.2 Geformas de carácter depositacional y agradacional

Son geformas que comprenden el conjunto de procesos constructivos, determinados tanto por las fuerzas de desplazamiento como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y la morfología de los ríos, factores que tienden a nivelar de manera positiva la superficie terrestre, mediante el depósito de materiales sólidos resultante de la denudación de terrenos más elevados. (Villota, 2005).

#### Unidad de Piedemonte

Ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. La unidad de piedemonte identificada es la siguiente:

#### Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd)

Conformada por acumulación intercalada de materiales relacionados a movimientos en masa como deslizamientos y fuente de origen cercano, constituido por gravas y bloques angulosos en un matriz limo arcillosa, en esta subunidad se originó el deslizamiento, se encuentra en la parte baja del sector Las Brisas (figura 4).



**Figura 4.** Sub unidades de colina y lomada en roca volcánico sedimentaria (RCL-rvs) y vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd).

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los movimientos en masa son parte de los procesos de denudación que moldean el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre.

La meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica), actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA, 2007).

Los peligros geológico identificados en las zonas de estudios, corresponde a movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbes y erosión de laderas descritos a continuación:

### 5.1 Sector Las Brisas

Se identificaron deslizamientos y derrumbes, los cuales se desarrollan sobre depósitos coluvio deluviales compuestos de gravas y bloques de 0.05 m a 0.15 m en matriz arcillo limosa; así mismo se identificó procesos de erosión de laderas, estos movimientos fueron detonados el 05 de noviembre del 2021 (mapa 3).

El deslizamiento (D1) de mayor dimensión, presenta un escarpe de forma semicircular con longitud de 52 m, el cual afectó una vivienda de material noble, dejándola inhabitable; el segundo deslizamiento (D2) tiene 28m y afecta terrenos de cultivo en un área de 500 m<sup>2</sup>; un tercer deslizamiento (D3) presenta un escarpe de 27m, con saltos que varían entre 1 m y 5 m de desplazamiento vertical, (figuras 5 y 6), la dirección del movimiento es de suroeste a noreste, este último evento afectó terrenos de cultivo en un área de 250 m<sup>2</sup>.

Se identificó 3 derrumbes (figuras 7 y 8), que afectan viviendas, terrenos de cultivos (2000 m<sup>2</sup>) y carretera afirmada (tramo 15 m), estos derrumbes son originados por el corte de la ladera (dejándolas denudadas, con el objetivo de construcción de viviendas, carreteras y e instalación de cultivos agrícolas en laderas, permitiendo la infiltración de aguas de lluvia de manera directa).

Debido a la actividad antrópica con fines de instalación de cultivos agrícolas, las laderas en la parte superior del sector Las Brisas, está siendo fuertemente deforestada y erosionada afectadas debido a que no cuentan con un sistema de control de pérdida de suelo, lo cual podría desencadenar un evento de mayor magnitud como un deslizamiento, el cual afectaría a en la parte baja a la zona urbana (figura 9).



**Figura 5.** Se observa el escarpe principal con un salto promedio de 5 m y escarpe secundario con un salto de 1 m.  
Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369346 – **Este:** 741930.



**DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES**

<b>TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL</b>	<input type="checkbox"/> Eluvial	<input type="checkbox"/> Lacustre
	<input checked="" type="checkbox"/> <u>Deluvial</u>	<input type="checkbox"/> Marino
	<input checked="" type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Eólico
	<input type="checkbox"/> Aluvial	<input type="checkbox"/> Orgánico
	<input type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Artificial
	<input type="checkbox"/> Proluvial	<input type="checkbox"/> Litoral
	<input type="checkbox"/> Glaciar	<input type="checkbox"/> Fluvió glaciar

<b>GRANULOMETRÍA</b> % <input checked="" type="checkbox"/> 3 Bolos <input checked="" type="checkbox"/> 15 Cantos <input checked="" type="checkbox"/> 17 Gravas <input type="checkbox"/> Gránulos <input type="checkbox"/> Arenas <input type="checkbox"/> Limos <input type="checkbox"/> Arcillas	<b>FORMA</b> <input checked="" type="checkbox"/> Esférica <input type="checkbox"/> Discoidal <input type="checkbox"/> Laminar <input type="checkbox"/> Cilíndrica	<b>REDONDES</b> <input type="checkbox"/> Redondeado <input type="checkbox"/> <u>Subredondeado</u> <input checked="" type="checkbox"/> Anguloso <input checked="" type="checkbox"/> <u>Subanguloso</u>	<b>PLASTICIDAD</b> <input checked="" type="checkbox"/> Alta plasticidad <input type="checkbox"/> <u>Med. Plástico</u> <input type="checkbox"/> Baja Plasticidad <input type="checkbox"/> No plástico
---	---	---	--

<b>ESTRUCTURA</b> <input type="checkbox"/> Masiva <input type="checkbox"/> <u>Estratificada</u> <input type="checkbox"/> Lenticular	<b>TEXTURA</b> <input checked="" type="checkbox"/> Harinoso <input type="checkbox"/> Arenoso <input type="checkbox"/> <u>Aspero</u>	<b>CONTENIDO DE</b> <input type="checkbox"/> Materia Orgánica <input type="checkbox"/> Carbonatos <input type="checkbox"/> Sulfatos	<b>% LITOLOGÍA</b> <input type="checkbox"/> Intrusivos <input type="checkbox"/> Volcánicos <input type="checkbox"/> <u>Matamórficos</u> <input checked="" type="checkbox"/> 100 Sedimentarios
--	--	--	---

<b>COMPACIDAD SUELOS FINOS</b> <b>Limos y Arcillas</b> <input checked="" type="checkbox"/> Blanda <input type="checkbox"/> Compacta <input type="checkbox"/> Dura	<b>Arenas</b> <input type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy Densa	<b>SUELOS GRUESOS</b> <b>Gravas</b> <input checked="" type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> <u>Med. Consolidada</u> <input type="checkbox"/> Consolidada <input type="checkbox"/> Muy Consolidada
---	--	--

<b>CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.</b>			
<b>SUELOS GRUESOS</b> <input type="checkbox"/> GW <input type="checkbox"/> GP <input type="checkbox"/> GM <input type="checkbox"/> SM	<input checked="" type="checkbox"/> GC <input type="checkbox"/> SW <input type="checkbox"/> SP <input type="checkbox"/> SC	<input type="checkbox"/> ML <input type="checkbox"/> CL <input type="checkbox"/> OL <input type="checkbox"/> MH	<b>SUELOS FINOS</b> <input type="checkbox"/> CH <input checked="" type="checkbox"/> OH <input type="checkbox"/> PT

**Figura 6.** Vivienda sobre escarpe superior del escarpe principal, podría colapsar por avance del deslizamiento, acompañado de una tabla resumen con su descripción generalizada.  
 Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369265 – **Este:** 742022.



**Figura 7.** Derrumbe originado por el corte del talud con fines de construcción de vivienda.  
Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369429 – **Este:** 742002.



**Figura 8.** Los cortes de los taludes (para construcción de viviendas) en forma vertical, donde se tienen afloramientos de rocas volcánicas muy fracturadas, con cobertura (suelo) inconsolidada, son propensos a derrumbes.



**Figura 9.** La denudación de los terrenos para la instalación de cultivos agrícolas, origina el proceso de erosión en las laderas.  
Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369339 – **Este:** 741856.

### **Factores condicionantes**

- Litología incompetente, depósito coluvio – deluvial, conformado por gravas y bloques de diferente tamaño, en una matriz arcillo limosa no consolidadas, macizo rocoso de origen volcánico, muy fracturado, altamente meteorizado
- Ladera con pendiente promedio de 15° a 30°.
- Canal de riego de concreto en mal estado (colmatado), el rebose del agua en este sector, satura la ladera aguas abajo (figura 10).

### **Factor detonante**

- Lluvias intensas

### **Daños ocasionados por el deslizamiento**

- Afectó una vivienda (figuras 11 y 12), quedando inhabitable; así mismo sobre el escarpe principal se encuentra ubicada una vivienda, la cual podría colapsar si el movimiento se reactiva (figura 13).



**Figura 10.** La denudación de los terrenos para la instalación de cultivos agrícolas, origina el proceso de erosión en las laderas.  
 Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369339 – **Este:** 741856.



**Figura 11.** Vivienda afectada por el empuje del deslizamiento.  
 Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369346 – **Este:** 741946.





**Figura 12.** Pared lateral colapsada y presencia de humedad en la pared posterior, debido al material deslizado.  
Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369346 – **Este:** 741946.



**Figura 13.** Vivienda ubicada al borde del escarpe principal, podría ser afectada por reactivación del deslizamiento.  
Coordenadas UTM WS-84 -17S, **Norte:** 9369351 – **Este:** 741920.

## Daños ocasionados por derrumbes

- Derrumbe que afectó la carretera en la prolongación Gabriel Carrasco, en un tramo de 16 m. De la línea de arranque del evento a 1.5 m de distancia se tienen dos viviendas, las cuales podrían ser afectadas si el movimiento avanza en forma retrogresiva (figura 14). El material desplazado del evento se desplazó hasta el techo de una vivienda (figura 15). De suceder un nuevo evento, las viviendas ubicadas al pie del talud nuevamente serían afectadas.



**Figura 14.** El derrumbe afectó la carretera en la prolongación Gabriel Carrasco en un tramo de 15 m.  
Coordenadas UTM WS-84 -17S, Norte: 9385508 – Este: 778919




**Figura 15.** Vivienda ubicada en la parte baja del derrumbe afectada en la parte posterior por el material transportado.

## CONCLUSIONES

- a. El 05 de noviembre del 2021, debido a las lluvias intensas, se produjo un deslizamiento en el sector Las Brisas, los cuales afectaron una vivienda dejándola inhabitable. Además, se identificó una vivienda que se encuentra cercana al escarpe principal, a menos de 5m, la cual podría colapsar; asimismo la vía de la prolongación Gabriel Carrasco fue afectada en un tramo de 16 m.
- b. El deslizamiento presenta un escarpe principal de forma semicircular de 52 m con un salto vertical entre 5 m a 3 m, el material deslizado está compuesto de gravas y bloques (40%) de origen volcánico dentro e matriz arcillo limosa (60%).
- c. Las geoformas identificadas en el área evaluada, corresponden a sub unidad de colina y lomada en roca volcánico sedimentaria (RCL-rvs), con pendiente de 20° a 30° y la sub unidad de vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd) con pendiente de 5° a 20°.
- d. El área deslizada se asienta sobre un depósito coluvio – deluvial, compuesto por gravas y bloques angulosos, dentro de una matriz arcillo limosa inconsolidada.
- e. Los factores condicionantes son:
  - Pendiente del terreno, mayor a 20°; que permite que el material suelto de la ladera se deslice.
  - Litología, depósito coluvio-deluvial conformado por gravas y bloques, englobados en matriz arcillo limosa; de alta susceptibilidad a movimientos en masa,
  - Uso de malas prácticas agrícolas, con riego por inundación.
  - El terreno no tiene un sistema de drenaje, permite la saturación del terreno.Los factores detonantes son las lluvias típicas de la zona. Como también sismos.
- f. El sector Las Brisas, por las condiciones litológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera como de **Peligro Muy Alto** y **Zona Crítica**.

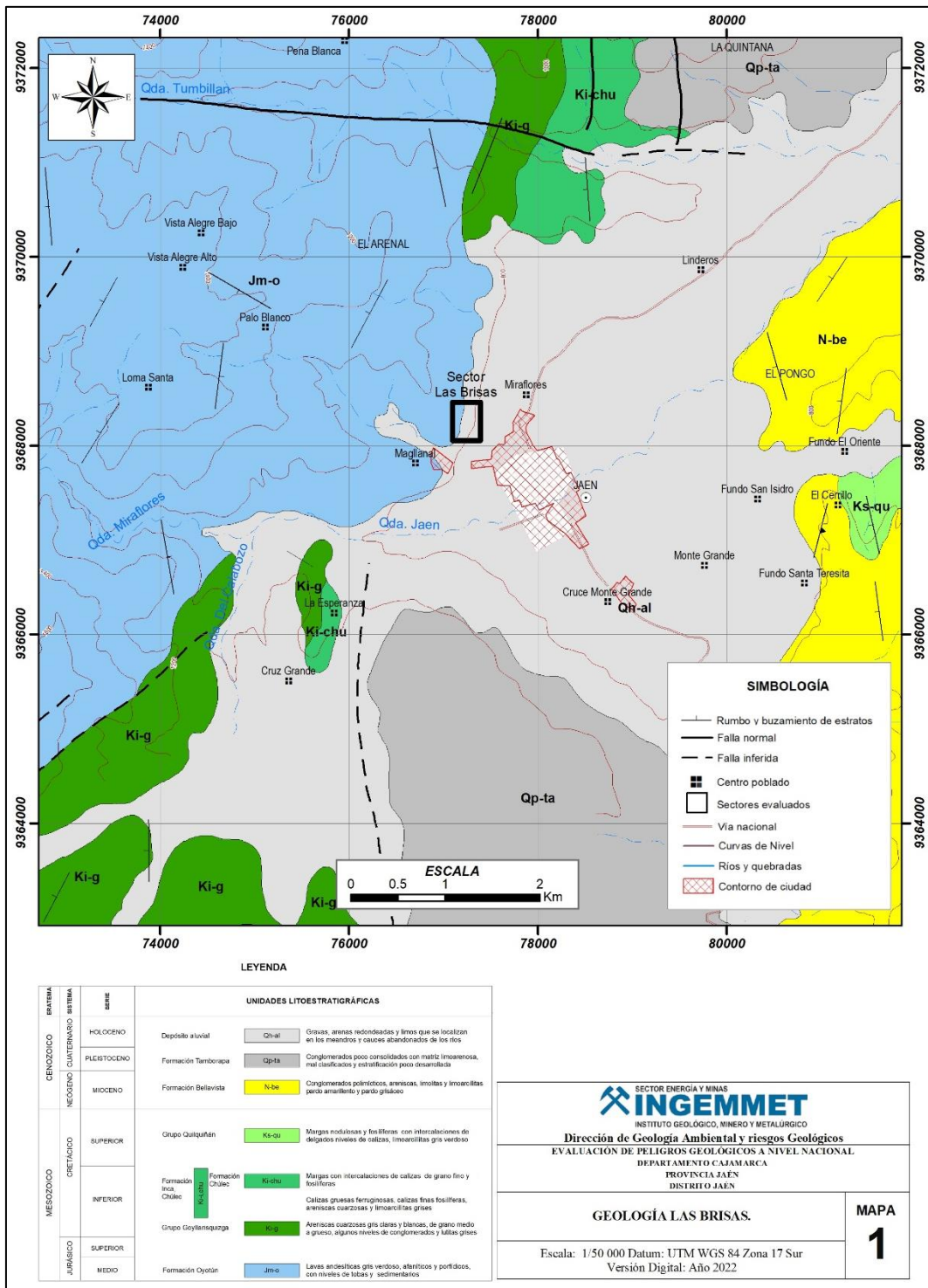
## RECOMENDACIONES

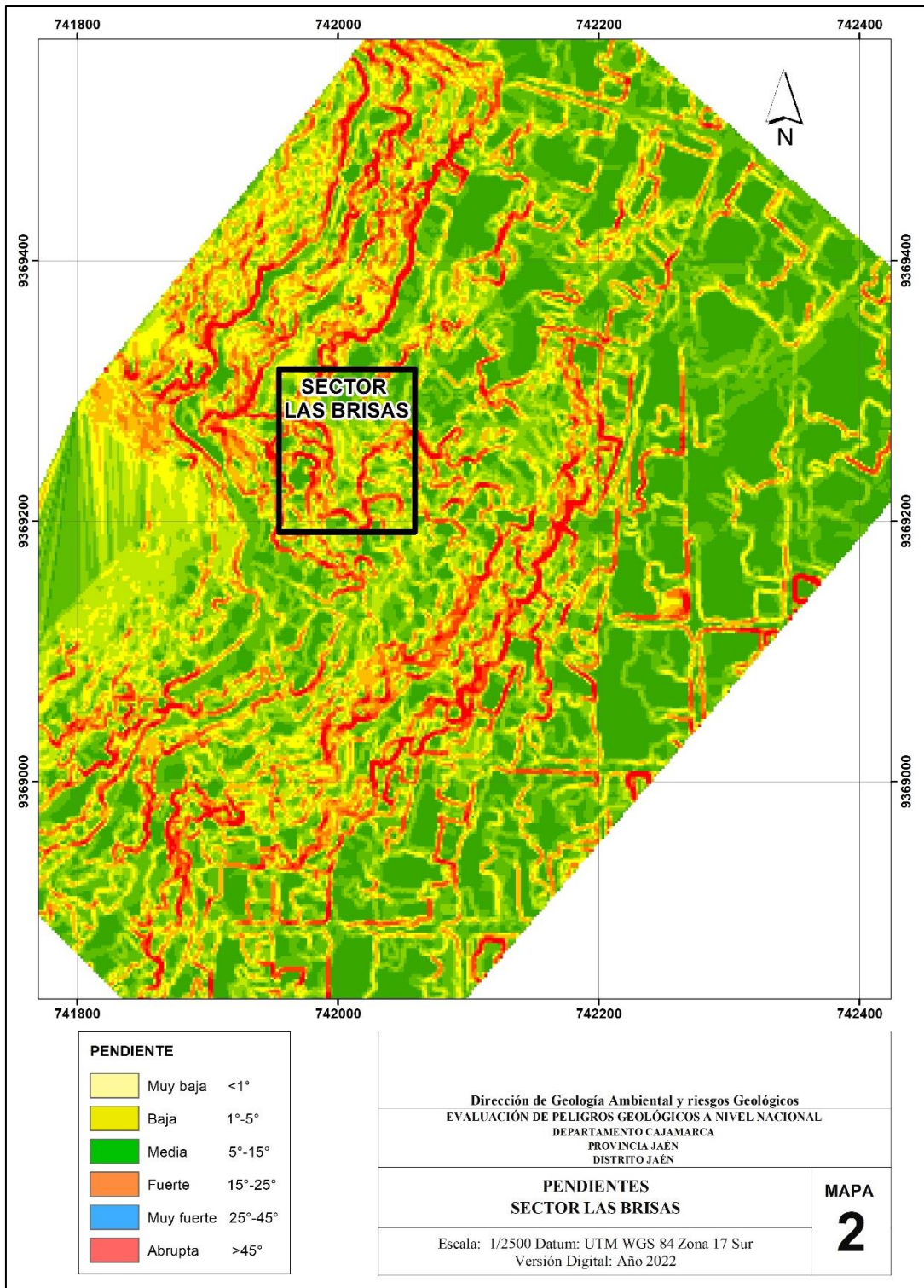
- a. En el cuerpo del deslizamiento se recomienda construir un sistema de drenaje, con la finalidad de disminuir la infiltración de agua al terreno. Los canales deben verter el agua hacia fuera del área afectada, estos colectores deben estar impermeabilizados adecuadamente.
- b. En la masa deslizada y en su entorno, evitar prácticas agrícolas que necesiten de riego por inundación, en lo posible reforestar con especies nativas.
- c. Construir zanjas de coronación en la cabecera del deslizamiento, evitando el ingreso del agua de escorrentía de la parte alta hacia el cuerpo deslizado; este sistema colector no debe estar cerca al borde del escarpe principal del deslizamiento.
- d. No se deberá volver a construir viviendas y ningún tipo de infraestructura en el terreno deslizado.
- e. Reubicar las viviendas que se encuentran en la parte superior e inferior del deslizamiento y derrumbe, los movimientos activos podrían afectar la infraestructura y la integridad física de sus moradores.
- f. Evitar el crecimiento urbano hacia las laderas (no permitir la construcción de viviendas), las cuales tienen pendientes moderadas a fuertes, con afloramiento de rocas muy fracturadas y depósitos inconsolidados; los cortes de talud con fines de construcción de viviendas e instalación de cultivos agrícolas en este sector incrementan las probabilidades de ocurrencia de derrumbes debido a las características del talud.
- g. Evitar la deforestación en las laderas con los fines de instalación de cultivos agrícolas, esto contribuye a la erosión e incrementa la saturación de los terrenos, con altas probabilidades de que se origine un movimiento en masa de mayor tamaño como un deslizamiento.

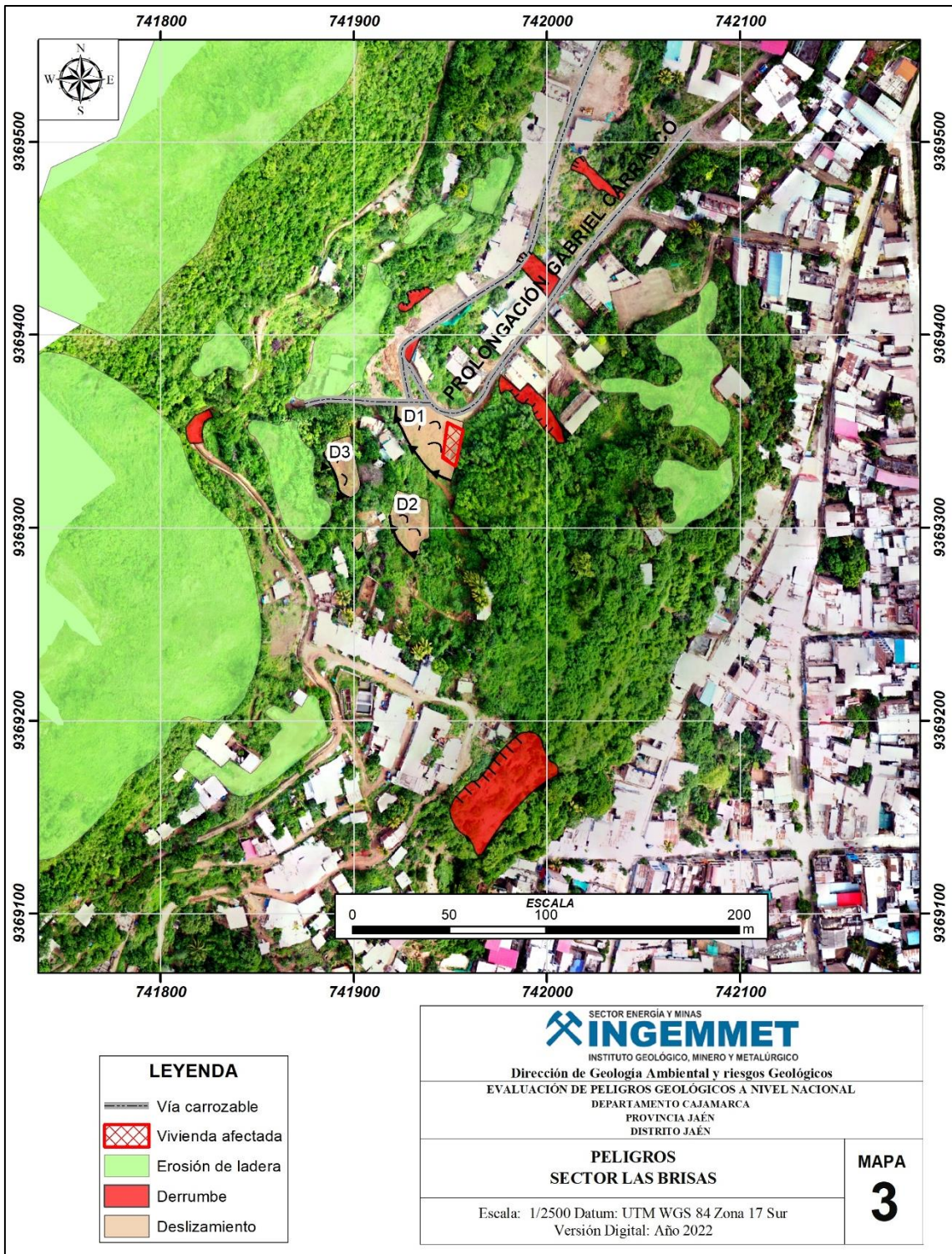
  
LUIS MIGUEL LEON ORDAZ  
Ingeniero Geólogo  
Reg.CIP. N° 215610

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

# ANEXO 1. MAPAS





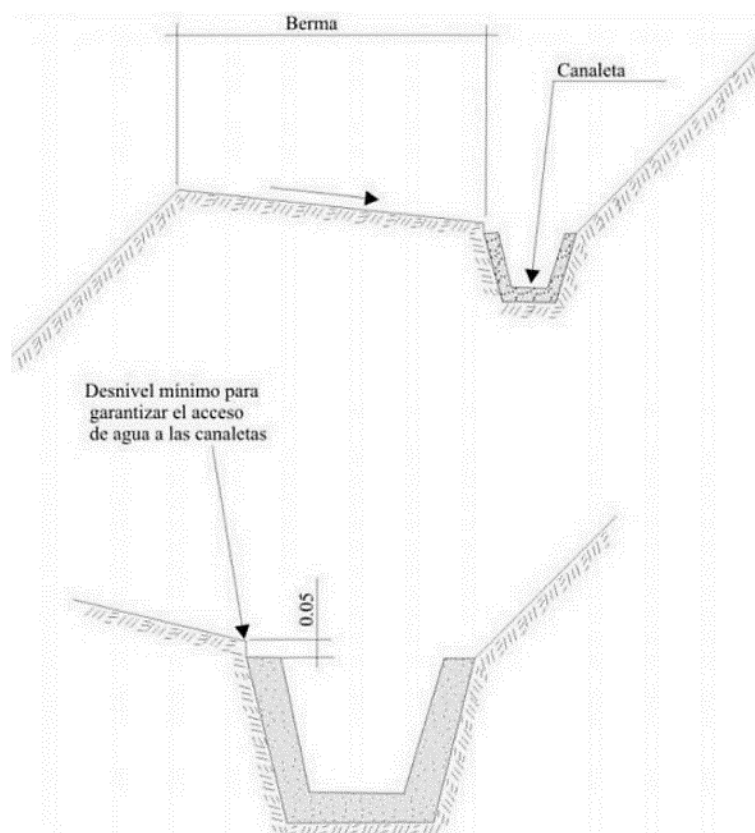


## ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

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

### a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de deslizamiento, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del deslizamiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento (figura A1). En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.

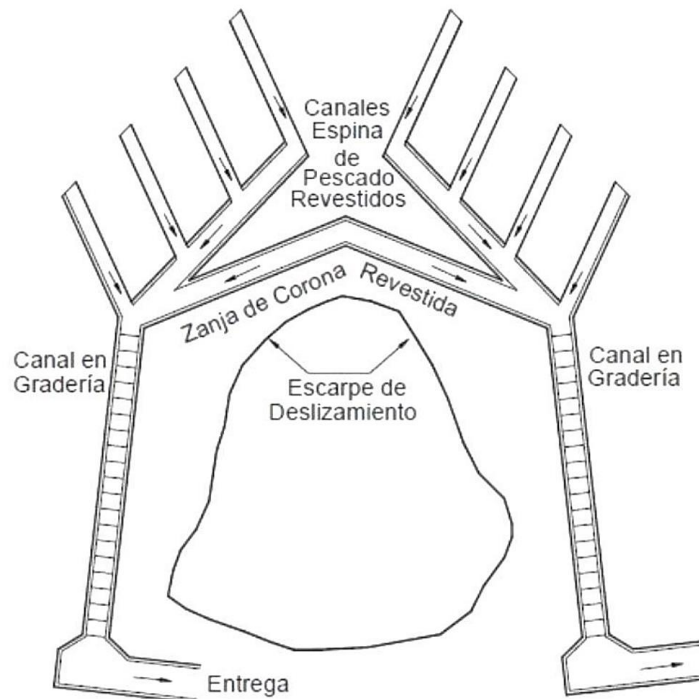


**Figura A1.** Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).



**b. Drenaje tipo Espina de Pescado**

Construcción de canales colectores, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas a torrenteras (figura A2). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua.



**Figura A2.** Esquema en planta de canales colectores Espina de Pescado. (Suarez, J. 2010)

## BIBLIOGRAFÍA

- Sánchez, et al. (1996) - Geología del cuadrángulo de Jaén (12-f). Boletín N°62, Serie A, 119 p.
- Medina, L.; Vílchez, M.; Dueñas, SH. (2009). Riesgo geológico en la Región Amazonas. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, No. 39, 205 p.
- 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.
- Lucía, A.; Vicente, F.; Martín-Moreno, C.; Martín-Duque, J.F.; Sanz, M.A.; De Andrés, C.; Bodoque, J.M. (2008) - Procesos geomorfológicos activos en cárcavas del borde del piedemonte norte de la Sierra de Guadarrama (Provincia de Segovia, España). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec. Geol.), 102: 47-69.
- Shruthi, R.B.V.; Kerle, N.; Jetten, V. (2011) - Object-based gully feature extraction using high spatial resolution imagery. *Geomorphology* 2011,134, 260–268.
- Sánchez, A. (1995). Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba, y Bolívar. Boletín del INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional, No. 56, 287 p.