



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



**INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN MONTERO  
CASESRÍO PITE Y POBLADO ISRAEL  
(Distrito Montero, Provincia Ayabaca, Región Piura)**

Informe Técnico N°015-2024/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú  
Enero, 2024

## **Instituto Geofísico del Perú**

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

## **Informe Técnico**

Inspección Geodinámica en los poblados Montero, Pite e Israel  
(Distrito de Montero, Provincia de Ayabaca y Región de Piura)

## **Autores**

Roberth Carrillo  
Segundo Ortiz  
Juan Carlos Gómez

Este informe ha sido producido por el Instituto Geofísico del Perú  
Calle Badajoz 169 Mayorazgo  
Teléfono: 51-1-3172300

**INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN MONTERO  
CASERÍO PITE Y POBLADO ISRAEL**

**(Distrito de Montero, Provincia de Ayabaca y Región de Piura)**

Lima – Perú  
Enero, 2024

## **RESUMEN**

En el distrito de Montero y alrededores se originan eventos geodinámicos del tipo movimientos en masa (flujos de lodo, caída de rocas y deslizamientos) e inundaciones fluviales y pluviales, debido a la interacción entre los factores condicionantes o características físicas del territorio (geomorfología, pendientes, geología y cobertura vegetal) y los factores desencadenantes (precipitaciones pluviales), principalmente durante los meses de diciembre a abril cuando se registran las lluvias de mayor intensidad, así como, actividades inducidas por acción humana.

Durante la ocurrencia de precipitaciones intensas, los sectores expuestos son el Anexo Montero, poblado Israel y caserío de Pite, lugares donde se han identificado laderas inestables susceptibles a derrumbes y deslizamientos. Asimismo, se reconoció que, la quebrada La Loja de régimen temporal presenta potencial a la ocurrencia de flujos de lodo; por lo tanto, es necesario implementar medidas de prevención y reducción del riesgo para evitar la afectación de viviendas e infraestructura aledaña (vías de acceso).

Por tanto, en el presente informe se detallan las actividades realizadas durante la inspección de campo, posteriormente, en base a ello se hacen recomendaciones para que sean tomadas en cuenta por las autoridades locales.

## **CONTENIDO**

### **RESUMEN**

#### 1.- INTRODUCCIÓN

##### 1.1.- Ubicación

##### 1.2.- Clima

##### 1.3.- Base topográfica

#### 2.- METODOLOGÍA

##### 2.1.- Recopilación de información

#### 3.- GEOMORFOLOGÍA

#### 4.- GEOLOGÍA

#### 5.- GEODINÁMICA

### **CONCLUSIONES**

### **RECOMENDACIONES**

### **BIBLIOGRAFÍA**

## **1.- INTRODUCCIÓN**

La Municipalidad distrital de Montero (MDM), solicitó apoyo técnico al Instituto Geofísico del Perú (IGP) para realizar la inspección geodinámica en las inmediaciones del Anexo Montero, sectores Pite e Israel, del distrito de Montero, con el fin de generar instrumentos técnicos que permitan gestionar la implementación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres.

Para cumplir con lo solicitado por la MDM, se realizó una inspección geodinámica de manera conjunta con representantes de la Oficina de Defensa Civil de la municipalidad distrital en mención, llegándose a identificar y delimitar la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos y flujos de lodo en Montero, Pite e Israel. Asimismo, se procedió a recomendar los estudios técnicos específicos requeridos para determinar el nivel de peligro, así como la identificación de medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres en la zona de estudio.

### **1.1.- Ubicación**

El área de estudio comprende la localidad de Montero, así como, los poblados Pite e Israel que se sitúan en el distrito de Montero, provincia de Ayabaca y departamento de Piura.

El acceso a la localidad de Montero, desde la ciudad de Piura, se realiza en dirección hacia el noreste, a través de una vía asfaltada en buen estado de conservación, hasta la localidad de Paimas, recorrido que comprende aproximadamente 129 km de longitud; luego, se moviliza en dirección hacia el este, a través de vía afirmada en regular estado de conservación, cuyo recorrido tiene 24 km de longitud hasta llegar a la localidad de Montero (Figura 1).

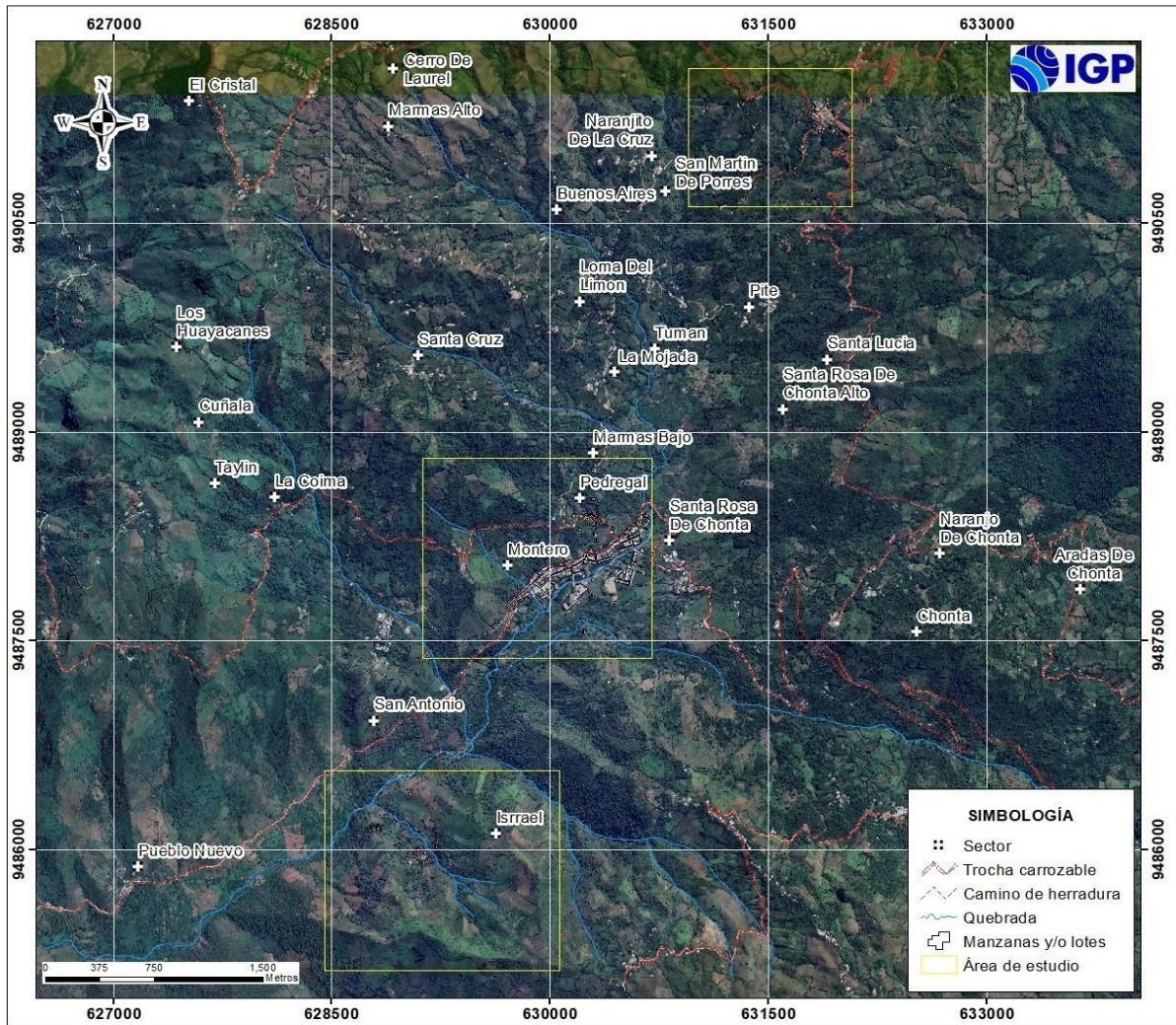


Figura 1.- Ubicación de la localidad de Montero, caserío Pite y poblado Israel (polígonos amarillos)

## 1.2.- Clima

Para determinar las condiciones climáticas del área de estudio, se han tomado los datos referenciales de la web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) pertenecientes a la estación meteorológica Paimas (Latitud: 4°38'3.79" S, Longitud: 79°56'45.03' W, cota 603 m.s.n.m.) que se localiza a 13 km al oeste de Montero. Según la información registrada en esta estación las temperaturas durante el mes de febrero fluctúan entre 20° y 28 °C,

mientras que, las precipitaciones en el área de estudio habrían alcanzado 11.8 mm durante el 23 de febrero, (Figura 2).

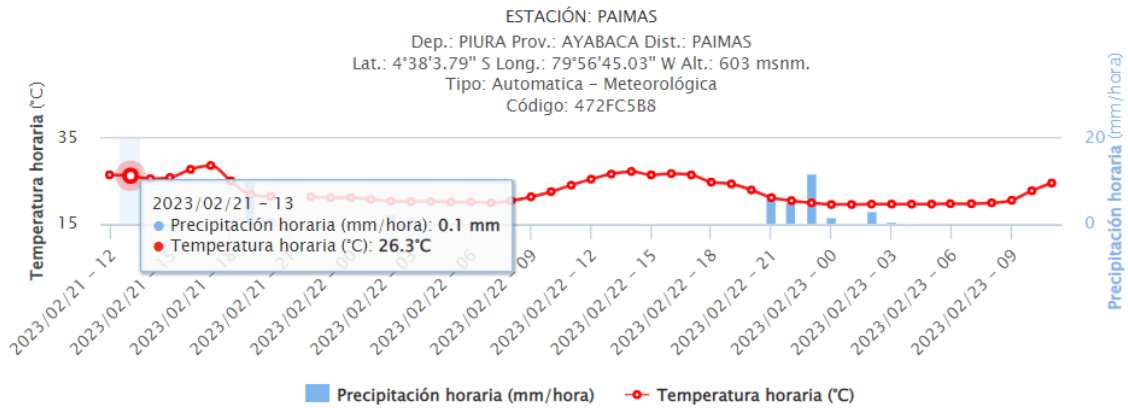


Figura 2.- La estación meteorológica Paimas registra información de temperatura y precipitaciones de forma continua. (SENAMHI, febrero 2023)

Respecto a las precipitaciones pluviales, según el registro histórico máximo de precipitaciones, ocurrió el día 10 de marzo de 1972 con valores de 96.3 mm/día.

### 1.3.- Base topográfica

La base topográfica referencial se obtuvo mediante el procesamiento de una imagen satelital del tipo radar denominada ALOS PALSAR (resolución altimétrica de 12.5 m) haciendo uso de sistemas de información geográfica para generar curvas de nivel con resolución espacial de 10 m.

## **2.- METODOLOGÍA**

La inspección geodinámica en el área de estudio se desarrolló en tres fases, que se describen a continuación:

**Fase 1:** Trabajos de gabinete para realizar la recopilación información de estudios geológicos y geodinámicos existentes para el área de estudio. Así como, el análisis de la información y elaboración de mapas preliminares del área de estudio para el cartografiado de campo.

**Fase 2:** Trabajo en campo para la identificación, delimitación y caracterización de los eventos geodinámicos ocurridos en el área de estudio y zonas susceptibles a este tipo de eventos.

**Fase 3:** Trabajos de gabinete para realizar el análisis e interpretación de la información recopilada en campo y elaboración del informe respectivo.

### **2.1.- Recopilación de la información**

La información más relevante para el presente estudio fue extraída de las siguientes fuentes:

- **Alfaro et al. 2014, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos.**

Detalla el cálculo de umbrales de precipitación de la red de estaciones meteorológicas del SENAMHI, en base a datos de precipitación diaria con control de calidad básico, considerando el periodo base 1964 – 2014. Cabe mencionar que,

en dicho documento se describen los datos de la estación meteorológica Paimas, ubicada a 13 km al oeste de Montero, donde los umbrales de lluvia descritos en la nota técnica son los adjuntos en el siguiente cuadro:

*Cuadro 01: Umbrales de precipitación para la estación meteorológica Paimas (periodo 1964 – 2014) ubicada en la cota 603 m.s.n.m*

UMBRALES DE PRECIPITACIÓN	CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS	UMBRALES CALCULADOS (EST. PAIMAS)
RR/día > 99p	Extremadamente lluvioso	RR > 66.1 mm
95p < RR/día ≤ 99p	Muy lluvioso	27.4 mm < RR ≤ 66.1 mm
90p < RR/día ≤ 95p	Lluvioso	14.8 mm < RR ≤ 27.4 mm
75p < RR/día ≤ 90p	Moderadamente lluvioso	3.9 mm < RR ≤ 14.8 mm

Fuente: SENAMHI, 2014

### **3.- GEOMORFOLOGÍA**

La geomorfología estudia las diferentes formas del relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan. A continuación, se describen las unidades geomorfológicas identificadas:

#### **3.1.- Localidad de Montero**

Se han identificado las principales unidades geomorfológicas en base a sus características físicas y los procesos que las han originado en las inmediaciones de Montero, que se describen a continuación:

**Terraza aluvial:** Superficie ligeramente inclinada de pendiente inferior a los 15.00° de inclinación que se encuentra conformada por la acumulación de materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos) que han sido erosionados de rocas preexistentes que forman parte de las elevaciones (montañas), transportados a través del cauce de quebradas y depositados en zonas de baja pendiente, sobre esta unidad geomorfológica se ubican las viviendas de la localidad de Montero, (Figura 3).

**Cauce aluvial:** Esta unidad geomorfológica comprende el cauce de las quebradas, es decir, consiste en un canal de corto recorrido y régimen de agua temporal que ha sido excavado por el flujo de agua a través del tiempo, está constituida por las quebradas Loja (que drena sus aguas en sentido noroeste-sureste), Chonta (contigua a las viviendas de Montero) y Sicacate en el extremo sur de la localidad de Montero, (Figuras 4 y 5).

**Loma:** Unidad geomorfológica constituida por superficies elevadas cuya base presenta forma alargada y con pendiente superior a los

25° de inclinación. Esta unidad geomorfológica está conformada por lodolitas y limolitas que son afectadas por eventos geodinámicos del tipo derrumbes y deslizamientos, (Figura 6).



Figura 3.- Terraza aluvial sobre la que asienta la localidad de Montero

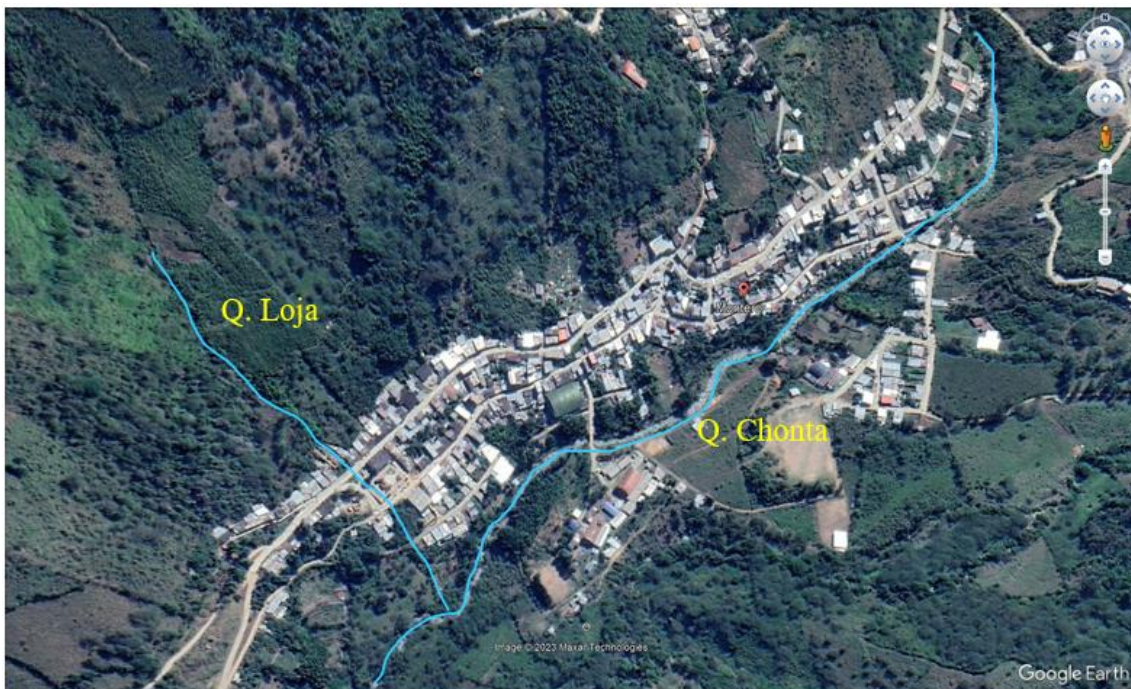


Figura 4.- Cauce aluvial de las quebradas (línea celeste) Chonta contigua a la localidad de Montero y Loja



*Figura 5.- Quebrada Loja (línea roja) que ha sido encausada y discurre contigua a la plaza de Montero*

**Ladera de baja pendiente:** Unidad geomorfológica constituida por superficies inclinadas de una cadena de montañas con pendiente superior a los  $15^\circ$  de inclinación. Esta geoforma se ubica en los extremos oriental y occidental de Montero, (Figura 7).

**Montaña:** Unidad geomorfológica constituida por grandes superficies elevadas (agrupación o cadenas de cerros) que presentan pendiente superior a los  $30^\circ$  de inclinación y han sido reconocidas en los extremos norte y sureste de la localidad de Montero, (Figura 8).

Posterior a los trabajos de campo, se realizó el mapa de geomorfología de la localidad de Montero (Figura 9).



*Figura 6.- Elevaciones del tipo lomas ubicadas en los alrededores de la localidad de Montero*



*Figura 7.- Laderas de montañas de baja pendiente (polígono amarillo) reconocidas en el extremo sureste de la localidad de Montero*



*Figura 8.- Montañas (elevaciones) que conforman el valle de la localidad de Montero*

### **3.2.- Caserío Pite**

A continuación, se describen las principales unidades geomorfológicas del caserío Pite, en base a sus características físicas y procesos que les dieron origen:

**Montaña:** Unidad geomorfológica constituida por grandes superficies elevadas (agrupación o cadenas de cerros) que presentan pendiente superior a los 30° de inclinación. Sobre esta geoforma se asienta el caserío de Pite y anexos; además, las laderas de la montaña se encuentran interceptadas por depresiones pertenecientes a antiguas quebradas que constituye la principal vía de acceso hacia el anexo Pite, (Figura 10).

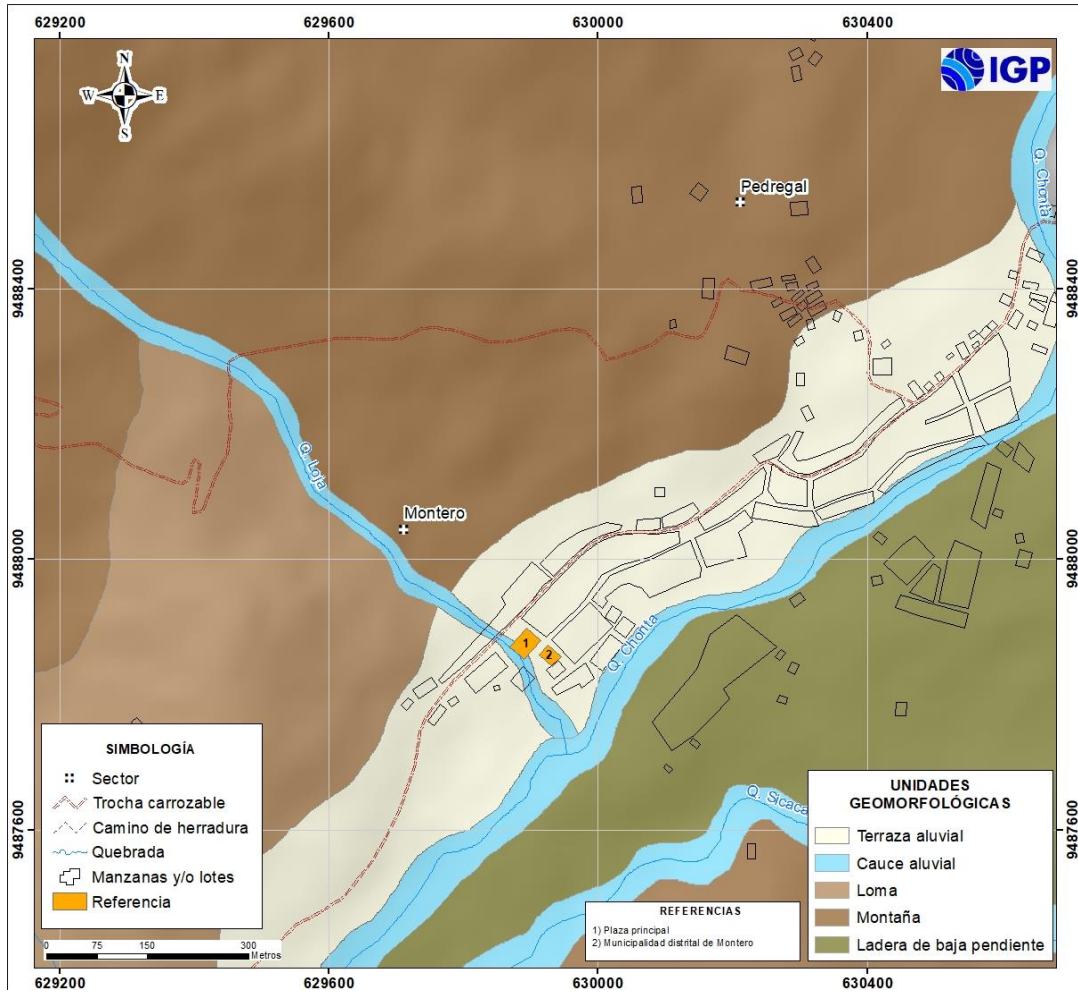


Figura 9.- Plano geomorfológico de Montero

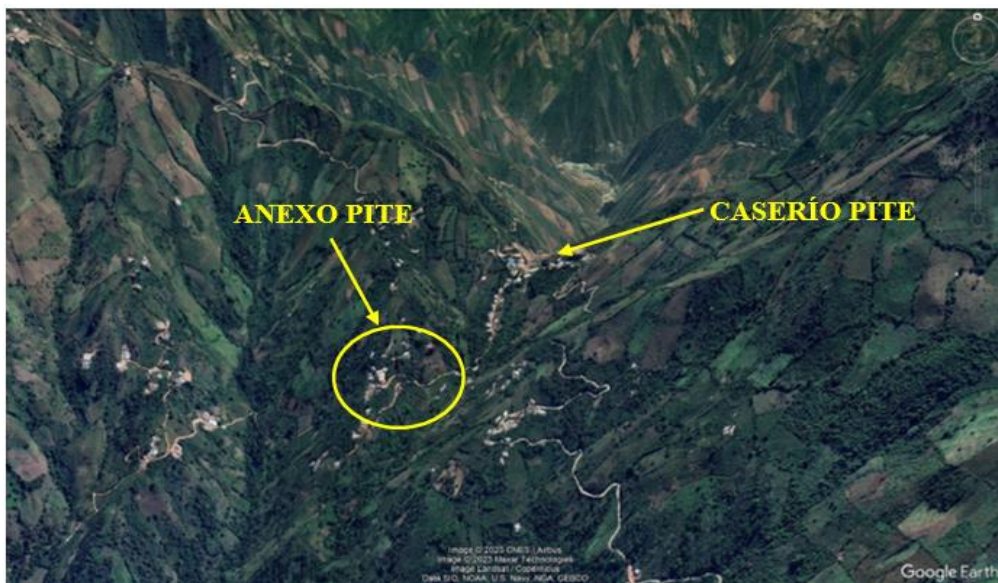


Figura 10.- Unidad geomorfológica montaña sobre la que se asienta el caserío de Pite y Anexos, el círculo amarillo corresponde al área de estudio

Posterior a los trabajos de campo, se realizó el mapa de geomorfología del Anexo Pite, (Figura 11).

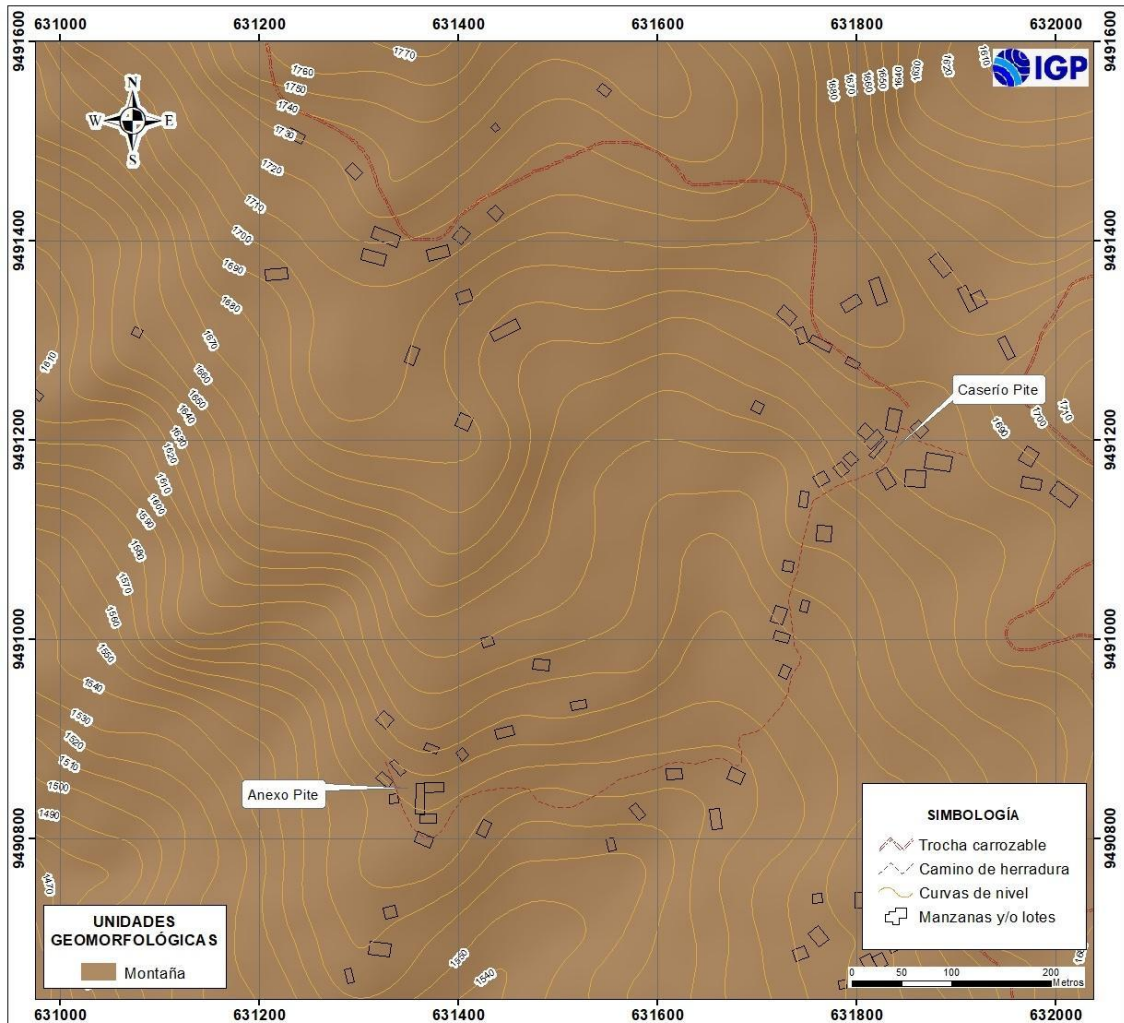


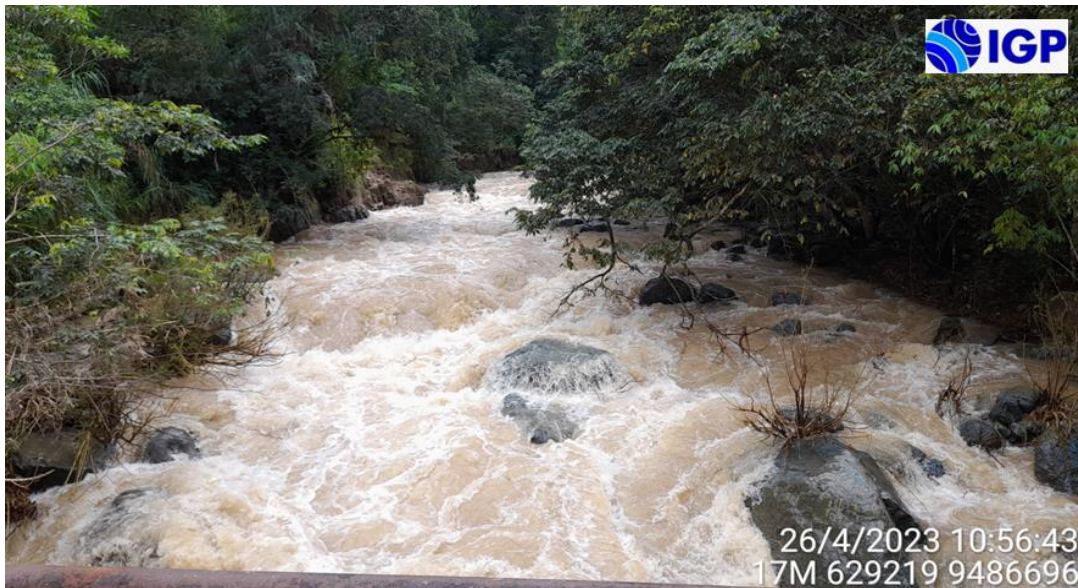
Figura 11.- Plano geomorfológico del caserío Pite y Anexos

### 3.3.- Poblado Israel

A continuación, se describen las principales unidades geomorfológicas del poblado Israel, en base a sus características físicas y procesos que les dieron origen:

**Cauce aluvial:** Esta unidad geomorfológica comprende el cauce de las quebradas e infraestructura de drenaje, está conformada por las

quebradas Chonta y la aledaña al poblado Israel (quebrada denominada Israel), (Figuras 12 y 13).



*Figura 12.- Cauce de la quebrada Chonta donde se ubica un puente de acceso peatonal al poblado Israel*



*Figura 13.- Cauce de la quebrada denominada Israel que discurre contigua al poblado y presenta dirección predominante sureste - noroeste*

**Montaña:** Sobre esta unidad geomorfológica, conformada por superficies elevadas (inclinación mayor a 30°) se asienta el poblado de Israel, (Figura 14).



*Figura 14.- El poblado Israel (elipse amarilla) se ubica sobre una ladera de una montaña que presenta superficie elevada y pendiente superior a los 35° de inclinación*

Posterior a los trabajos de campo, se realizó el mapa de geomorfología del poblado Israel, (Figura 15).

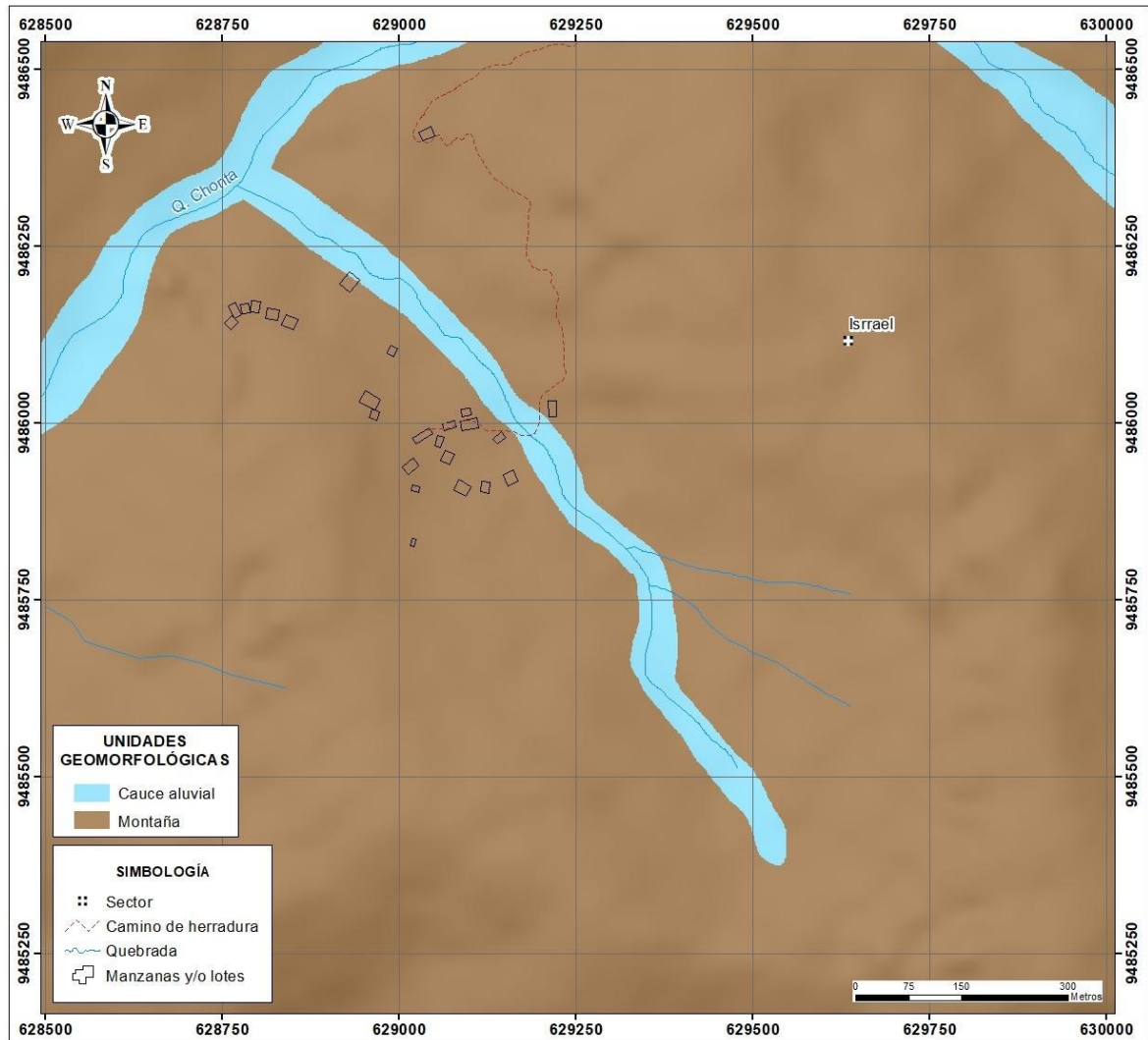


Figura 15.- Plano geomorfológico del poblado Israel

## **4.- GEOLOGÍA**

El análisis de la geología regional ha sido desarrollado, en base a información geológica regional del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2013) a escala 100,000 (Cuadrángulo Geológico de Ayabaca – hoja 10d); mientras que, para la geología local se ha desarrollado mediante el reconocimiento in situ, cuyas unidades geológicas se describen a continuación:

### **4.1.- Localidad de Montero**

Las principales unidades geológicas identificadas en Montero y alrededores se describen a continuación:

**Grupo San Pedro (Ki-sp):** Corresponde principalmente a lodolitas o limolitas intercaladas con calizas, areniscas tobáceas y lodolíticas de edad del Cretácico Inferior (aproximadamente 145 millones de años). Los afloramientos de limolitas y lodolitas se encuentran meteorizadas y susceptibles a procesos erosivos, entre ellos, movimientos en masa (derrumbes y deslizamientos).

Esta unidad geológica constituye el substrato rocoso del área de estudio y aflora en el extremo noroeste de Montero, (Figura 16).

**Volcánico Lancones (Kim-vl):** Corresponde a litología del tipo volcánico sedimentario, que está conformada por andesitas piroclásticas que se presentan intercaladas con areniscas, margas, calizas y limolitas, (Figura 17).



Figura 16.- Formación Grupo San Pedro reconocido en un corte de la vía situada en el extremo noroeste de Montero, está conformada principalmente por lodolitas y lutitas intercaladas con areniscas meteorizadas que se presentan susceptibles a movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes)



Figura 17.- Montañas conformadas por rocas volcano-sedimentarias que constituyen el Volcánico Lancones.

**Depósito aluvial antiguo (Ql-al1):** Esta unidad litológica está compuesta por materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos) que han sido erosionados de rocas preexistentes, luego, transportados por flujos a través de las quebradas y finalmente depositados en zonas de baja pendiente o depresiones. Sobre esta unidad se asientan las viviendas de la localidad de Montero, donde los materiales que lo conforman se presentan moderadamente compactos, (Figura 18).



*Figura 18.- Depósito aluvial antiguo conformado por gravas y arenas limosas (corte situado en la parte inferior izquierda de la imagen) reconocido en las inmediaciones de Montero*

**Depósito aluvial reciente (Qh-al2):** Consiste en materiales heterogéneos que han sido erosionados de rocas preexistentes y actualmente se encuentran depositados en los cauces de las quebradas, siendo susceptibles a movilizarse aguas abajo. Esta

unidad geológica ha sido identificada en las quebradas Loja, Chonta y Sicacate, (Figura 19).



*Figura 19.- Depósito aluvial reciente conformado por arenas y limos depositados sobre el cauce de la quebrada Loja, en las inmediaciones del parque de Montero*

**Depósito Coluvial (Qh-co):** Esta unidad se encuentra conformada por materiales sueltos o inconsolidados (limos y arenas) que resultan de la meteorización de las rocas preexistentes (lodolitas, lutitas y areniscas) y son depositados sobre la parte media y/o pie de las laderas. Se les conoce como depósitos de ladera, han sido reconocidos en las laderas situadas al noroeste de Montero, situado contiguo a la quebrada Loja, donde los materiales son el resultado de derrumbes y deslizamientos, debido al incremento de las precipitaciones pluviales, (Figura 20).



Figura 20.- Depósito coluvial conformado por materiales sueltos (arenas, limos y arcillas) que han sido depositados sobre la ladera y parte de la vía de acceso hacia quebrada La Loja

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico de la Figura 21.

#### 4.2.- Caserío Pite

Las principales unidades geológicas identificadas en el caserío Pite y alrededores se describen a continuación:

**Grupo San Pedro (Ki-sp):** Corresponde principalmente a lodolitas y/o limolitas intercaladas con calizas, esta unidad geológica constituye el substrato rocoso del área de estudio y aflora en el extremo noroeste de Montero, (Figura 22).

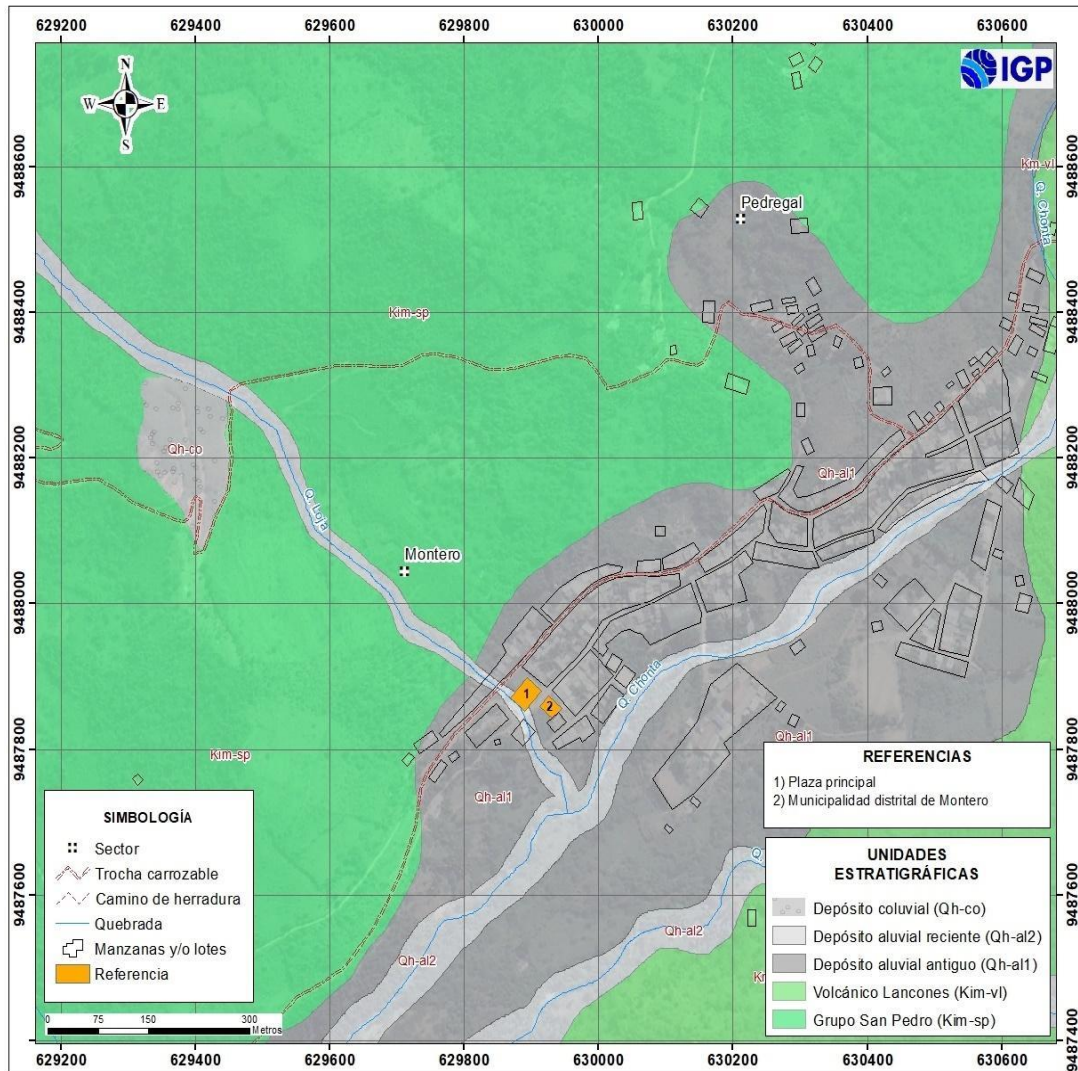


Figura 21.- Mapa geológico de la localidad de Montero

**Volcánico Lancones (Kim-vl):** Unidad geológica que comprende litología del tipo volcánico sedimentaria (margas, calizas y limolitas) que afloran en el extremo noroeste del caserío Pite, (Figura 23).

**Depósito Coluvial (Qh-co):** Esta unidad geológica está conformada por materiales sueltos o inconsolidados (bloques de rocas o suelo) que resultan de la meteorización de las rocas preexistentes (limolitas) y son dispuestos sobre la parte media y pie de las laderas o superficies inclinadas. Se les conoce como depósitos de ladera, han

sido reconocidos en las laderas situadas en la parte baja del caserío Pite, (Figura 24).



*Figura 22.- Lodolitas intercaladas con lutitas que afloran en las inmediaciones de la vía de acceso al caserío Pite*



*Figura 23.- Limolitas aflorando en las inmediaciones del caserío Pite*



*Figura 24.- Depósito coluvial (polígono amarillo) conformado por materiales limo arcillosos e inestables que han sido depositados sobre las laderas*

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico de la Figura 25.

#### **4.3.- Poblado Israel**

Las principales unidades geológicas identificadas en el poblado Israel y alrededores se describen a continuación:

**Grupo San Pedro (Ki-sp):** Corresponde principalmente a lodolitas y limolitas, esta unidad geológica constituye el substrato rocoso del área de estudio, aflora en los alrededores del poblado Israel, (Figura 26).

**Volcánico Lancones (Kim-vl):** Unidad geológica que comprende litología del tipo margas, calizas y limolitas tobáceas que afloran en el extremo oriental del poblado Israel.

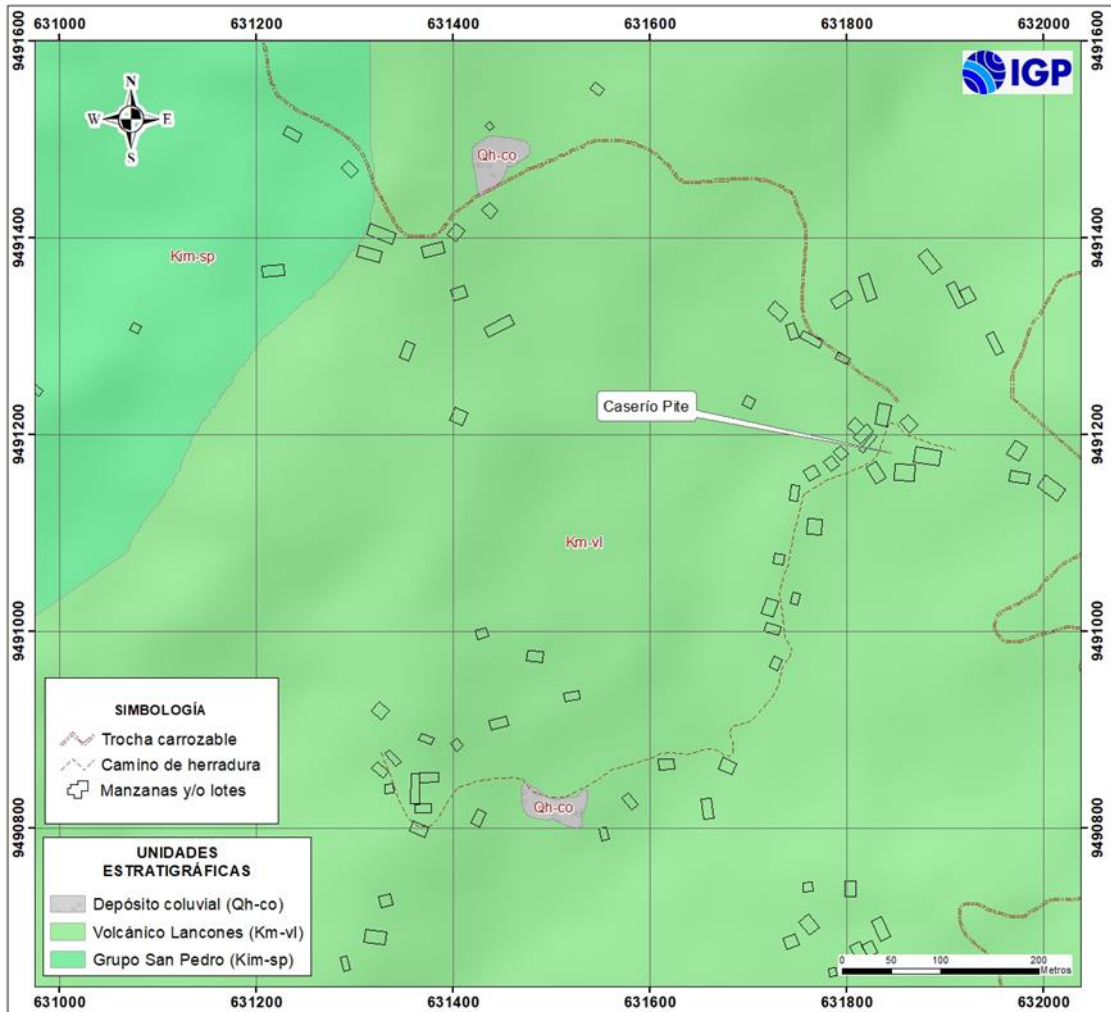


Figura 25.- Mapa geológico del caserío Pite y alrededores

**Depósito aluvial antiguo (Qh-al1):** Consisten en materiales heterogéneos (gravas, arenas y limos principalmente) que han sido transportados y depositados en zonas de baja pendiente. Sobre esta unidad geológica se asienta el poblado de Israel, (Figura 27).

**Depósito aluvial reciente (Qh-al2):** Consiste en materiales heterogéneos (arenas y limos) que se encuentran depositados en los cauces de las quebradas o fuentes de drenaje (canales), esta unidad geológica ha sido identificada en la quebrada Chonta, (Figura 28).



Figura 26.- La ladera donde se asienta el poblado Israel se encuentra conformada por rocas del tipo lodolitas intercaladas con lutitas y se presentan cubiertas por vegetación



Figura 27.- Materiales heterogéneos de origen aluvial que han sido erosionados de rocas preexistentes que han sido movilizados pendiente abajo hasta depositarlos en zonas de baja pendiente, fueron reconocidos en las inmediaciones del poblado Israel (cancha deportiva)



*Figura 28.- Depósito aluvial reciente reconocido en la quebrada Chonta, localizada en el extremo norte del poblado Israel*

Las unidades geológicas antes descritas han sido cartografiadas en campo y representadas en el mapa geológico de la Figura 29.

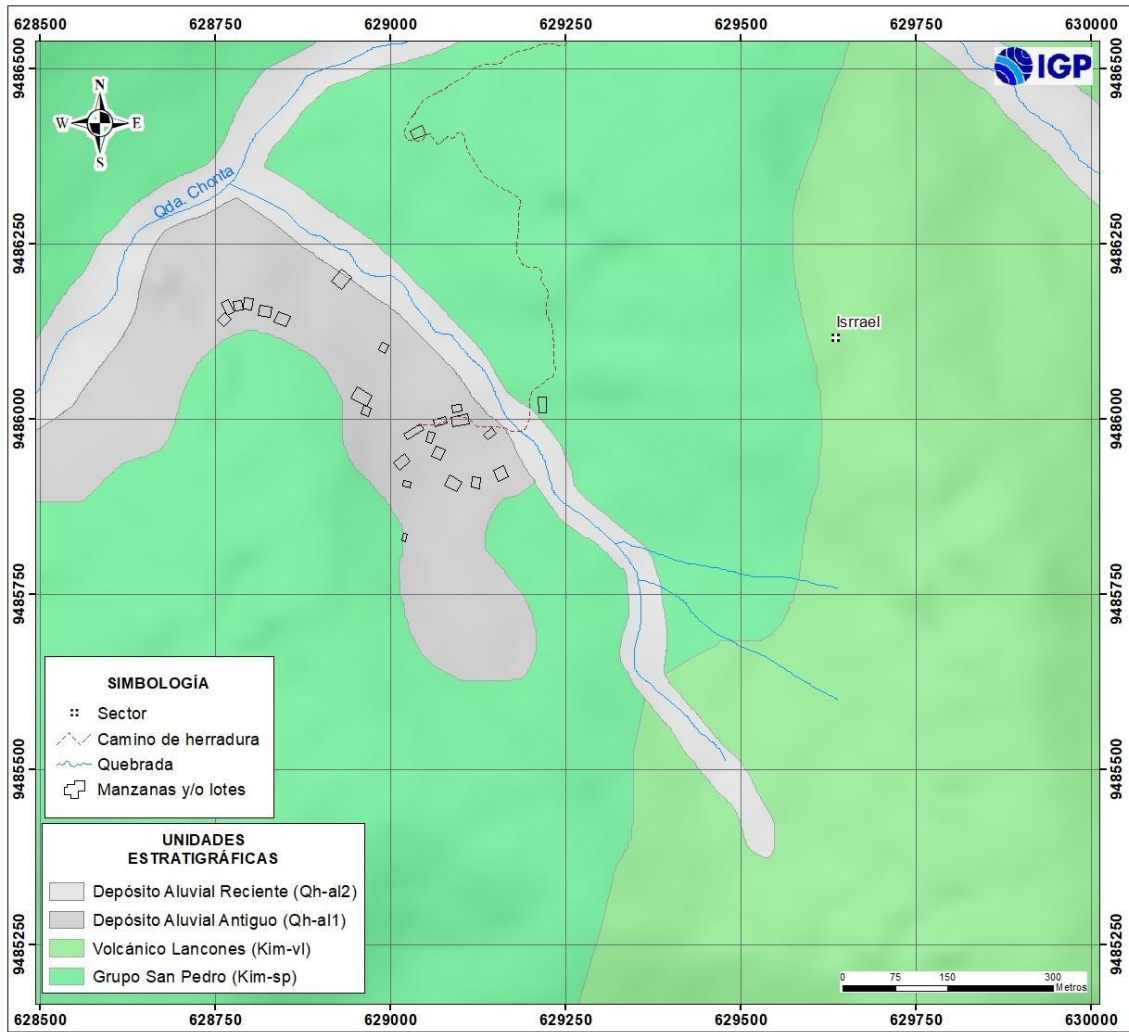


Figura 29.- Mapa geológico del poblado Israel y alrededores

## **5.- GEODINÁMICA**

La geodinámica estudia los fenómenos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre producto de la interacción de procesos geodinámicos (internos y externos) que originan cambios físicos, químicos y/o morfológicos que alteran y modifican el relieve actual. A continuación, se describen los eventos geodinámicos identificados en el área de estudio:

### **5.1.- Localidad de Montero**

Los principales eventos geodinámicos se describen a continuación:

**Caída de suelos o derrumbe:** Este tipo de evento geodinámico se presenta tanto en terrenos rocosos muy fracturados, así como en depósitos inconsolidados, originando “zonas de arranque”, desde irregulares, hasta circulares, de dimensiones variables, desde pocos metros a decenas de metros; algunos son de gran dimensión.

Este evento geodinámico ha sido identificado en las inmediaciones del sector denominado “Z” (contiguo a cementerio Loja y a la vía de acceso Montero – Santa Cruz), su génesis se relaciona con la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas, debido a la saturación de los suelos coluviales (limos, arenas y clastos de roca) que conforman la unidad geomorfológica loma, de pendiente elevada (mayor a 35° de inclinación) y a la deforestación de las laderas, desencadenando el derrumbe de los materiales pendiente abajo, como evidencia se citan los derrumbes ocurridos durante el mes de abril del año 2023 que originaron la desestabilización de materiales, afectando un área de aproximadamente 950 m<sup>2</sup>. Producto de estos derrumbes generados, la vía de acceso Montero

– Santa Cruz – Los Paltos – Pichandul y Nogal presentó grietas y estuvo inaccesible en un tramo de aproximadamente 250 m de longitud en el mes de abril de 2023, (Figura 30).



Figura 30.- Derrumbe (debajo de línea amarilla) generado en el sector Z debido a la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas que afectó la vía Montero – Santa Cruz y caseríos aledaños

**Deslizamiento:** Es un movimiento ladero abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla.

En las inmediaciones del sector Z se ha reconocido un deslizamiento, sobre laderas de pendiente superior a los  $60^\circ$  de inclinación, que se encuentran conformadas por limos arcillosos, presenta un área de 1970 m<sup>2</sup>, el evento ha sido desencadenado por lluvias intensas y deforestación de laderas para el sembrío de caña de azúcar, (Figura 31).



Figura 31.- Deslizamiento (debajo de línea amarilla) ocurrido el presente año, posterior a las lluvias intensas ocurridas el presente año, afectó parte de la vía Montero – Santa Cruz.

Además, se reconoció que, el sector Z, conforma una zona susceptible (predisposición) a la ocurrencia de deslizamientos, debido a las condiciones físicas (pendiente, litología y geoformas) que presenta y la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas, pudiendo afectar la vía de acceso y áreas de cultivo, como evidencia se identificaron grietas en el suelo de 0.25 m de ancho y 0.70 m de profundidad, (Figura 32).

**Flujo de lodos:** Es un flujo canalizado muy rápido a extremadamente rápido que contiene detritos (concentraciones de partículas finas de limos y arcillas) saturados y plásticos (Índice plástico > 5%), cuyo contenido de agua es significativamente mayor al del material fuente. Cabe mencionar que, los flujos de lodos presentan características similares a los flujos de detritos (mayor concentración de materiales heterogéneos), sin embargo, se diferencian por la

presencia de la fracción arcillosa que modifica la reología del material.



Figura 32.- Grietas en las inmediaciones de la vía Montero – Santa Cruz.

Estos tipos de eventos se generan por la remoción de los materiales que han sido erosionados en las partes altas de las cuencas hidrográficas y transportados, pendiente abajo, a través del cauce de las quebradas hasta la parte baja, donde son depositados en forma de abanicos.

Zonas susceptibles a flujos de lodo han sido identificadas en las inmediaciones de la quebrada La Loja, cuyo cauce desciende desde el sector Z y discurre por la plaza de Montero hasta su desembocadura a la quebrada Chonta, (Figura 33).



*Figura 33.- Encauzamiento de la quebrada La Loja en las inmediaciones de la plaza de Montero que podría ser afectada por flujos de lodo*

**Reptación de suelos:** Consiste en movimientos muy lentos a extremadamente lentos del suelo subsuperficial sin una superficie de falla definida. Generalmente, el movimiento es de unos pocos centímetros al año y afecta a grandes áreas de terreno, su génesis se atribuye a la presencia de las precipitaciones pluviales que originan la infiltración del agua al subsuelo y por ende procesos de humedecimiento y secado en suelos, usualmente, muy blandos o alterados. Generalmente, estos fenómenos han sido reconocidos en los alrededores de bofedales u oconales donde se producen cambios de volumen por variación de la temperatura, originando la reptación. Se reconoce por el relieve ondulado del terreno, con evidencias de concentración de humedad, troncos de los árboles inclinados, desplazamiento de cercas, inclinación de postes, agrietamiento de edificaciones, entre otros.

Zonas afectadas por la ocurrencia de reptación de suelos han sido reconocidas en las inmediaciones del sector Anexo Montero (situado a 690 m al noreste de la plaza principal de Montero), donde los suelos identificados en este lugar son limo – arcillosos y se encuentran saturados, como evidencia se han reconocido afectaciones en las viviendas, tales como asentamientos en el piso, grietas en el suelo y paredes, (Figuras 34 y 35).



*Figura 34.- La vegetación en las inmediaciones del sector Anexo Montero influye la acumulación de agua y saturación de los suelos arcillosos*



Figura 35.- Grietas en viviendas situadas sobre arcillas saturadas que vienen siendo afectadas por el fenómeno reptación de suelos

Los eventos geodinámicos antes descritos han sido delimitados y cartografiados en la Figura 36.

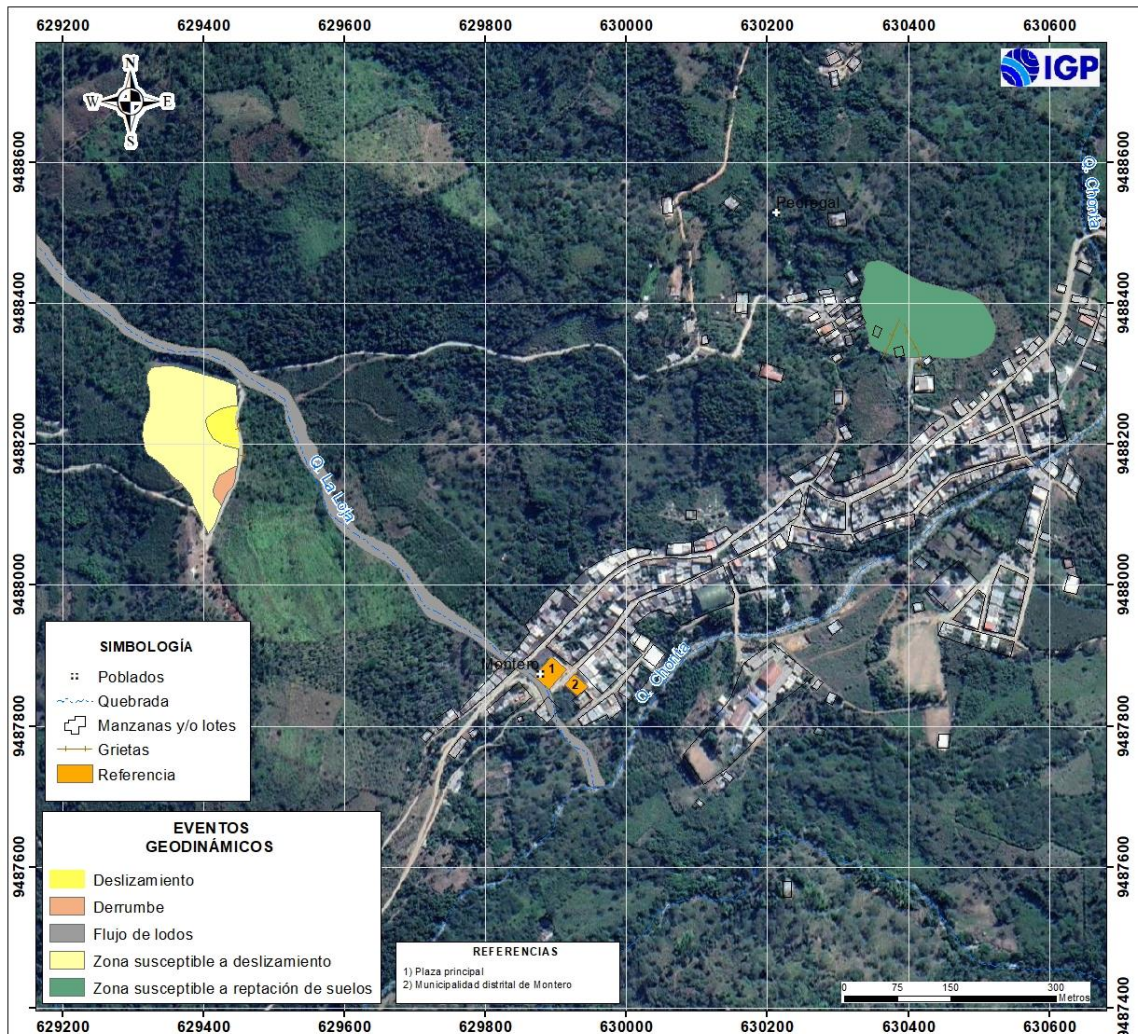


Figura 36.- Eventos geodinámicos identificados en las inmediaciones de la localidad de Montero

## 5.2.- Caserío Pite

Los principales eventos geodinámicos identificados en el caserío Pite se describen a continuación:

**Derrumbe:** Este tipo de evento también se le conoce como caída de suelos, cuya característica es que se presentan tanto en terrenos rocosos muy fracturados, así como en depósitos inconsolidados,

originando “zonas de arranque”, desde irregulares, hasta circulares, de dimensiones variables, desde pocos metros a decenas de metros; algunos son de gran dimensión. Estos eventos han sido identificados en el Anexo San José de Pite (470 m al noroeste de Pite) y en el extremo suroeste de Pite (a 590 m al suroeste de Pite), su génesis se relaciona con la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas, debido a la infiltración del agua hacia el subsuelo que está conformado por suelos limosos y rocas del tipo lutitas y lodolitas, además, presentan pendiente mayor a 15° de inclinación y escorrentías superficiales de agua, desencadenando el derrumbe de los materiales pendiente abajo y materiales coluviales que ocupan un área aproximada de 2268 m<sup>2</sup> que han afectado viviendas y áreas agrícolas en dicha zona, (Figura 37).



*Figura 37.- Derrumbe ocurrido en el sector Anexo San José de Pite que afectó viviendas.*

Finalmente, los eventos geodinámicos identificados en el caserío Pite se ha cartografiado en la siguiente figura:

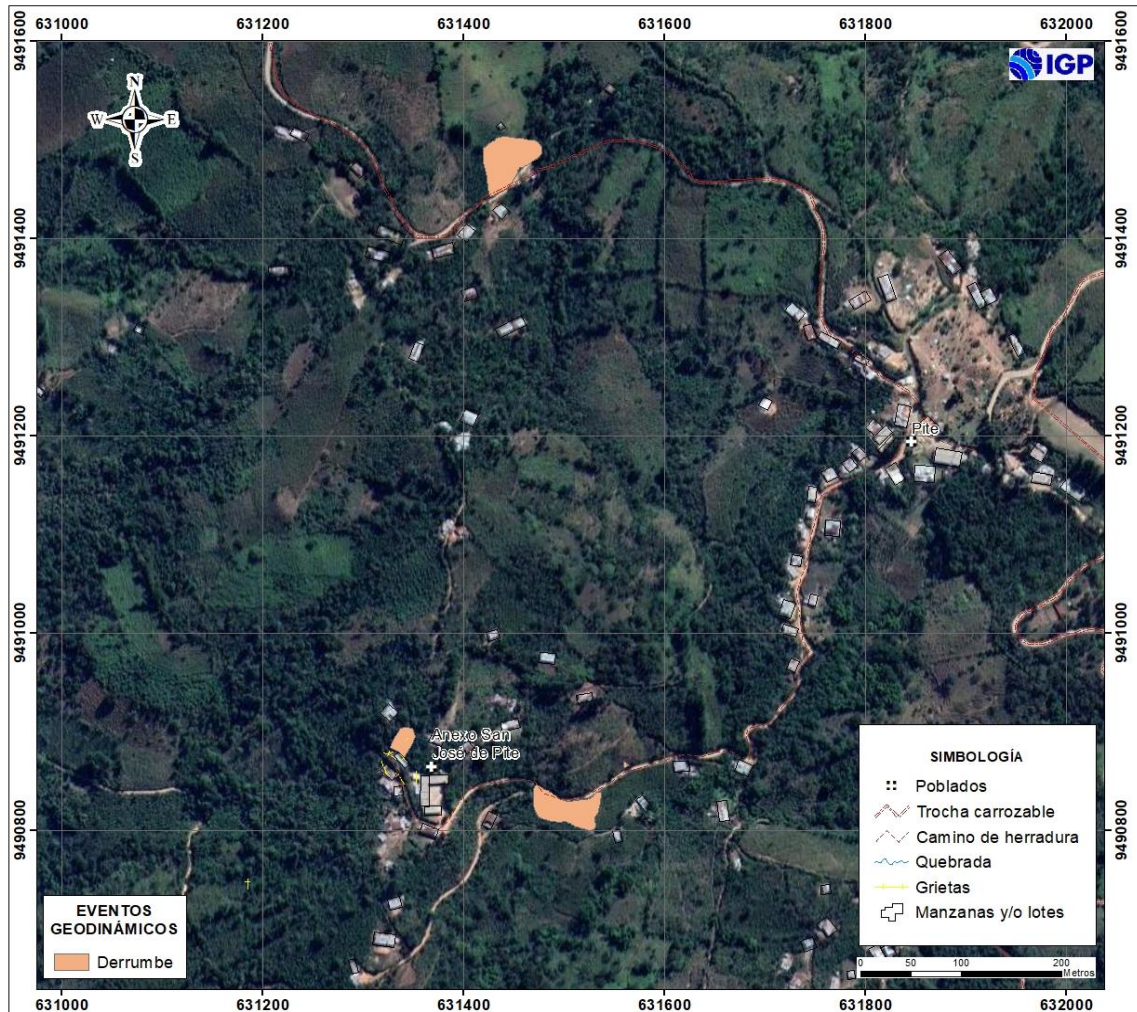


Figura 38.- Mapa geodinámico del caserío Pite y alrededores

### 5.3.- Poblado Israel

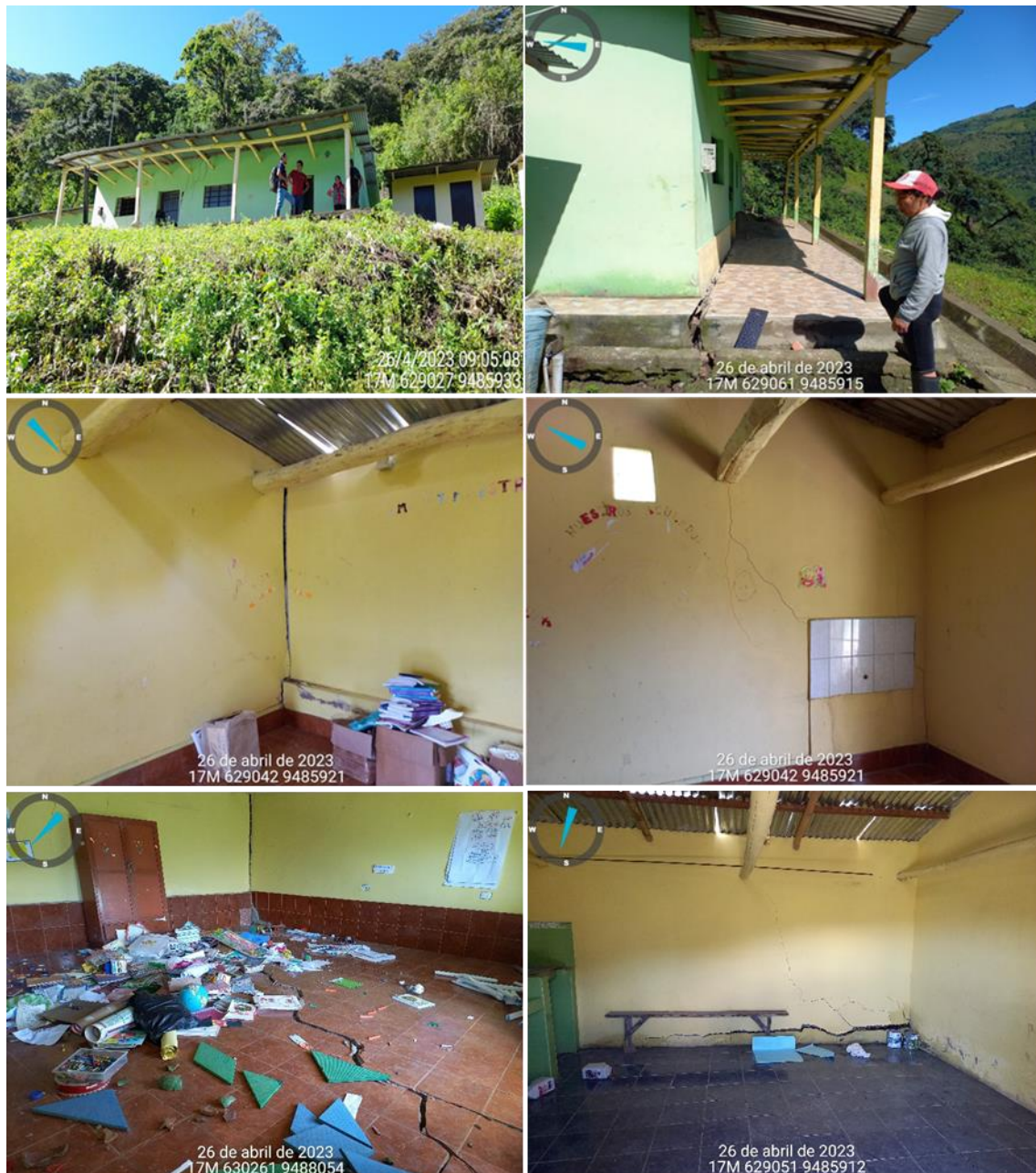
Los principales eventos geodinámicos en el poblado Israel y alrededores se describen a continuación:

**Deslizamiento:** Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla.

Zonas donde ocurren deslizamientos han sido identificadas en las inmediaciones de la ladera deforestada sobre la que se asienta el poblado Israel, debido a la ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas que saturan los suelos e incrementan la carga (peso) de los materiales que la conforman, generando su inestabilidad, entre las evidencias reconocidas se identificaron grietas en el suelo, viviendas y en la institución educativa Los Girasoles, (Figuras 39, 40 y 41). Cabe señalar que, las grietas en el suelo presentan profundidad máxima de 0.70 m y ancho de 0.10 a 0.20 m.



*Figura 39.- Evidencias del deslizamiento son las grietas identificadas en las viviendas (imágenes superiores) y suelo (imágenes inferiores) en algunos casos se ha generado el colapso de las paredes*



*Figura 40.- Grietas en el suelo y paredes de la institución educativa Los Girasoles que se encuentra asentada sobre la ladera del poblado Israel, las dos primeras imágenes muestran grietas en la pared de la fachada y desplazamiento de la vereda, el resto de las imágenes evidencian grietas en el piso y paredes de las aulas*

Los eventos geodinámicos identificados en el poblado Israel han sido reconocidos y cartografiados en el siguiente mapa:



Figura 41.- Zona de arranque en ladera inestable, reconocida en la parte superior de la institución educativa Los Girasoles

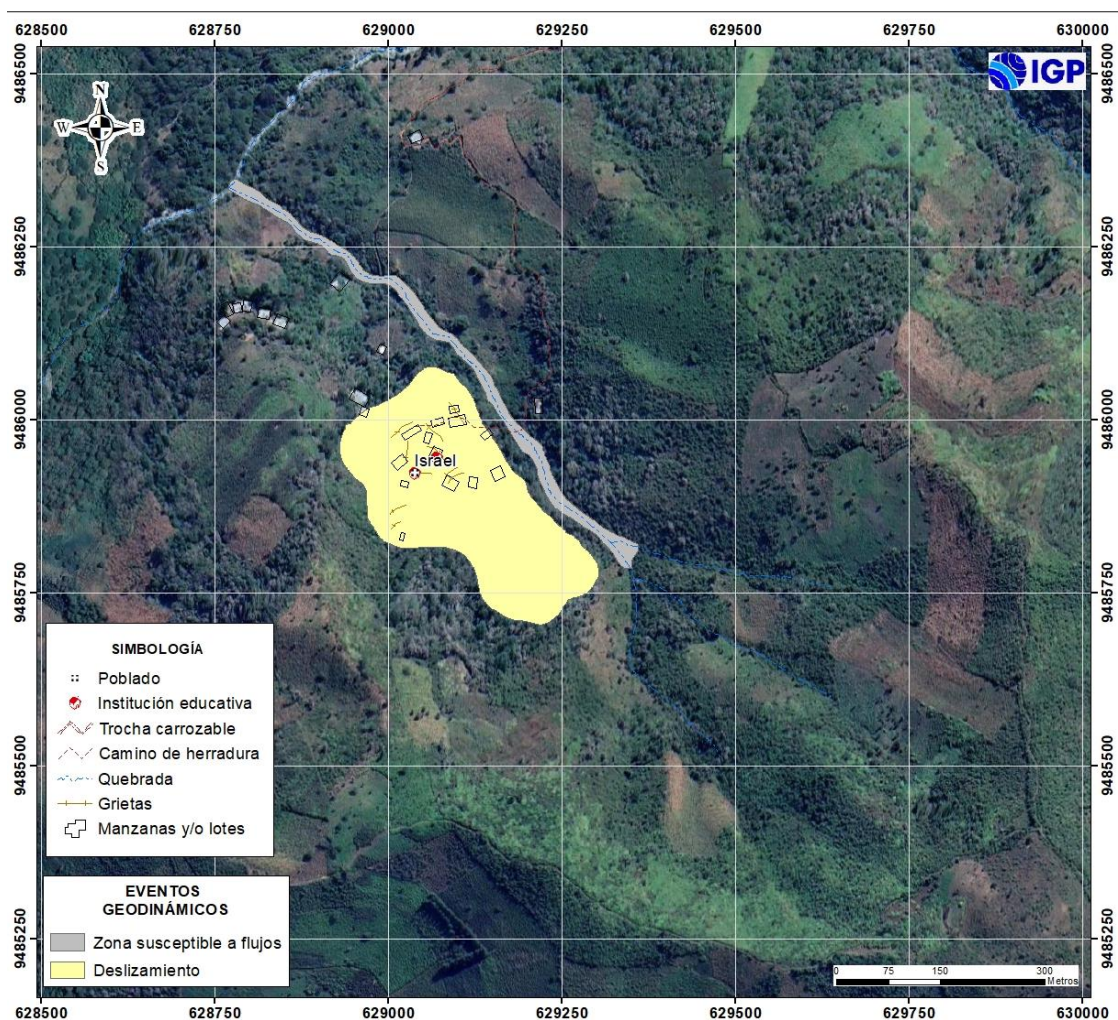


Figura 42.- Mapa geodinámico del poblado Israel y alrededores

## **CONCLUSIONES**

- El área de estudio comprende la localidad de Montero, el poblado de Israel y el Caserío Pite que se encuentran asentados sobre la geoforma terraza aluvial (relieves llanos y en algunas zonas se presentan ligeramente inclinados) y sobre la unidad montaña. Asimismo, hacia los alrededores se han reconocido las geoformas cauce aluvial en las quebradas de régimen temporal, así como, lomas y ladera de montaña.
- El substrato rocoso del área de estudio está conformado por la unidad geológica Grupo San Pedro que, consiste en rocas lodolíticas o limolitas y areniscas que se encuentran meteorizadas sobre las laderas de montaña; además, se han identificado rocas volcánico sedimentarias pertenecientes a la unidad Volcánico Lancones en el caserío Pite y poblado Israel, que consisten en andesitas piroclásticas intercaladas con areniscas, margas y limolitas, finalmente, se reconocieron los depósitos Cuaternarios de origen aluvial en zonas llanas adyacentes a quebradas y de origen coluvial dispuestos sobre los taludes de las laderas.
- Producto de la ocurrencia de precipitaciones intensas e incremento de la infiltración del agua en el suelo, se identificaron en el extremo noroeste de la localidad de Montero (contiguo a quebrada La Loja) áreas inestables afectadas por un deslizamiento y un derrumbe, eventos que afectan la vía Montero – Santa Cruz – Los Paltos – Pichandul y Nogal, como evidencia se han reconocido materiales inconsolidados depositados sobre la ladera y grietas en el suelo (0.25 m de ancho y 0.70 m de profundidad) en un tramo de 250 m de longitud.

- La ocurrencia de precipitaciones pluviales intensas generaría la activación de la quebrada La Loja, por tanto, los materiales inconsolidados en la cabecera de dicha quebrada serían movilizados pendiente abajo, constituyendo una zona susceptible a flujo de lodos que afectaría la plaza principal de Montero.
- En el sector Anexo Montero, se reconoció el fenómeno reptación de suelos (debido a la presencia de materiales arcillosos saturados) que viene generando la afectación de viviendas (grietas en las paredes y asentamiento en el suelo).
- Las laderas de montaña donde se asienta el poblado Pite y Anexo San José de Pite son afectadas por la ocurrencia de derrumbes durante los periodos de lluvia intensa, generando grietas y colapso de viviendas.
- El poblado de Israel se asienta sobre laderas que han sido deforestadas y durante la ocurrencia de precipitaciones pluviales han generado grietas en el suelo, por tanto, constituyen zonas susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes. Durante la inspección de campo se identificó que, la infraestructura de la institución educativa Los Girasoles se encuentra en estado inhabitable debido a que tiene grietas en el piso, paredes y las puertas de acceso a las aulas han sido deformadas, impidiendo el ingreso, debido a la activación del deslizamiento.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomiendan las siguientes acciones:

- Descolmatar y limpiar el cauce de la quebrada La Loja debido a que podrían generar flujos pendientes abajo y afectar la plaza principal de la localidad de Montero.
- Remover los materiales sueltos e inconsolidados dispuestos en la parte baja de la ladera donde se ha construido la vía Montero – Santa Cruz, a fin de evitar la generación de derrumbes e impedimento del tránsito vehicular.
- Drenar el agua almacenada en la parte posterior del sector Anexo Montero para evitar la saturación de los suelos y generación de reptación de suelos, a través de sistema de drenaje.
- Evaluar la posibilidad de implementar canales de coronación en la parte posterior del sector San José de Pite para evitar que las aguas pluviales discurren sobre la ladera, se infiltren al subsuelo y saturen los materiales que lo conforman.
- Prohibir la deforestación en las laderas del área de estudio para el desarrollo de actividades agrícolas (sembríos de caña de azúcar y otros) para brindar mayor resistencia a los suelos y rocas a través de la vegetación.
- Reubicar la institución educativa Los Girasoles situada en el poblado de Israel debido a que las paredes y pisos presentan grietas en el suelo y paredes, además, constituye infraestructura afectada susceptible a deslizamientos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alfaro et al. (2014). Estimación de umbrales de precipitaciones extremas para la emisión de avisos meteorológicos, Boletín Técnico SENAMHI, pp135.

