

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7098**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO EL HUINGO

Región Amazonas  
Provincia Utcubamba  
Distrito Cajaruro



NOVIEMBRE  
2020

## EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO EL HUINGO, DISTRITO DE CAJARURO, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, REGIÓN AMAZONAS



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

*Equipo de investigación:*

*Cristhian Chiroque*

### Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos en el caserío El Huingo. Distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Piura. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7098, 35p.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| <b>RESUMEN</b> .....  | 1  |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....  | 2  |
| <b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....                               | 2  |
| <b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....                  | 2  |
| <b>1.3. Aspectos generales</b> .....                                  | 4  |
| 1.3.1. UBICACIÓN.....   | 4  |
| 1.3.2. ACCESIBILIDAD .....  | 5  |
| <b>2. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....                                   | 5  |
| <b>2.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....                        | 6  |
| 2.1.1. FORMACIÓN CHULEC (Ki-ch).....                                  | 6  |
| 2.1.2. FORMACIÓN CAJAMARCA (Ki-c).....                                | 6  |
| 2.1.3. FORMACIÓN CELENDÍN (Ks-ce).....                                | 6  |
| 2.1.4. FORMACIÓN FUNDO EL TRIUNFO/RENTEMA (KsP-ft/re) .....           | 6  |
| 2.1.5. FORMACIÓN SAMBIMERA (P-s).....                                 | 6  |
| 2.1.6. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q-al) .....                               | 7  |
| <b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....                              | 7  |
| <b>3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)</b> .....                 | 7  |
| <b>3.2. Pendientes del terreno</b> .....                              | 8  |
| <b>3.3. Unidades geomorfológicas</b> .....                            | 9  |
| 3.3.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL..... | 9  |
| 3.3.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL... 10      |    |
| <b>4. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....                                   | 12 |
| <b>4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa</b> .....         | 12 |
| <b>4.2. Deslizamientos en el sector El Huingo</b> .....               | 13 |
| 4.2.1. CARACTERÍSTICAS VISUALES DE LOS EVENTOS.....                   | 13 |
| <b>4.3. Erosión de laderas (cárcavas)</b> .....                       | 18 |
| 4.3.1. CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL EVENTO .....                      | 18 |
| <b>4.4. Factores Condicionantes</b> .....                             | 20 |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>4.5.</b> | <b>Factores Desencadenantes .....</b>                    | <b>21</b> |
| <b>4.6.</b> | <b>Daños Por Peligros Geológicos .....</b>               | <b>24</b> |
| <b>5.</b>   | <b>CONCLUSIONES .....</b>                                | <b>25</b> |
| <b>6.</b>   | <b>RECOMENDACIONES.....</b>                              | <b>26</b> |
| <b>7.</b>   | <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>                                | <b>27</b> |
|             | <b>ANEXO 1: MAPAS Y PERFILES .....</b>                   | <b>28</b> |
|             | <b>ANEXO 2: GLOSARIO.....</b>                            | <b>29</b> |
|             | <b>ANEXO 3: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN .....</b> | <b>30</b> |

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizada en el sector El Huingo, que pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, provincia de Utcubamba, región 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 actualización, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

En el caserío El Huingo afloran lutitas, limolitas, calizas y margas correspondientes a las Formaciones Chúlec, Celendín y El Triunfo, hacia el noroeste se emplazan litologías correspondientes a lutitas, limolitas y calizas de la Formación Sambimera. Los deslizamientos son condicionados por este tipo de litología que son sustratos de naturaleza arcillosa; además de las coberturas Cuaternarias.

Las geoformas corresponden a relieves de origen tectónico-degradacional y erosional (colinas y lomadas en rocas sedimentarias) y geoformas de carácter depositacional y agradacional principalmente originada por la ocurrencia de movimientos en masa antiguos, que configuran geoformas de piedemonte (abanico de piedemonte). Se considera que, el principal factor condicionante que origina la ocurrencia de peligros geológicos por deslizamientos, es la pendiente del terreno en conjunto con la litología muy meteorizada y fracturada susceptibles a procesos de erosión.

Los movimientos en masa identificados en el caserío El Huingo corresponden a deslizamientos registrados desde el año 2009 con procesos de reactivación en el mes de febrero del 2017 con El Fenómeno El Niño; también se identificaron procesos de erosión de laderas denominados como cárcavas en estado de evolución inicial. Estos procesos de remoción en masa afectan terrenos de cultivos y vías de acceso.

Se concluye que el área de estudio es considerada de **Muy Alto** peligro a la ocurrencia de deslizamientos y cárcavas que pueden ser desencadenados en la temporada de lluvias (octubre a marzo) y eventos anómalos como El Niño; así como movimientos sísmicos.

Finalmente, se brinda las recomendaciones que deben de implementarse en la parte alta y media de la ladera de las zonas afectadas por los peligros geológicos identificados con la finalidad de mitigar los posibles daños causados a viviendas e infraestructura y pérdidas de vidas humanas.

## 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 y consideraciones geotécnicas a nivel nacional (ACT. 7)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, según Oficio N° 177-2020-MDC/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de los eventos de tipo “deslizamientos y erosión de laderas (cárcavas)”, ocurridos el día sábado, 25 de febrero de 2017 que afectó viviendas y terrenos de cultivo en el sector El Huingo.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los ingenieros Cristhian Chiroque y Luis León Ordáz para realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica de los peligros geológicos que afectan el área urbana e infraestructura vital.

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 y 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 la Municipalidad Distrital de Cajaruro, Gobierno Regional de Amazonas, Oficina de INDECI y COER-Amazonas y Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED, 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

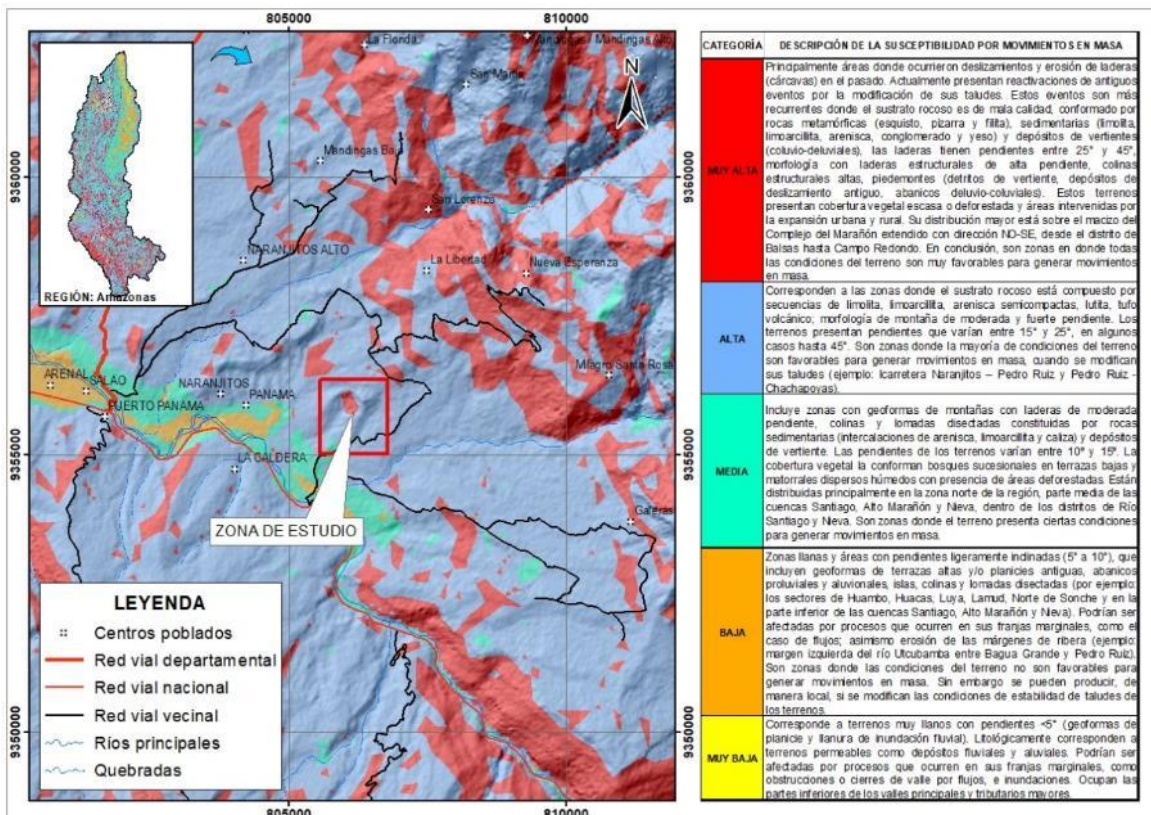
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se desarrollan en el caserío El Huingo, procesos geodinámicos que pueden comprometer la seguridad física de personas, vehículos, viviendas, obras de infraestructura y vías de comunicación en la zona de influencia de los eventos.”
- b) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

### 1.2. Antecedentes 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) Informe técnico preliminar “Zonas críticas de la Región Amazonas” (Medina y Dueñas, 2007), en el inventario de puntos críticos identificaron varios deslizamientos, así como, áreas susceptibles a la ocurrencia de derrumbes, que afectan la carretera Fernando Belaunde Terry. Cabe destacar que, durante los trabajos de campo se identificaron varios deslizamientos antiguos.
- B) Riesgo Geológico en la Región Amazonas (Medina et al., 2009). El estudio destaca que la zona de estudio presenta alta susceptibilidad a la ocurrencia de procesos de remoción en masa. Se adjunta una tabla de zonas afectadas por deslizamientos describiendo substratos de mala calidad afectados por procesos antiguos debido a la pendiente del terreno, intensas precipitaciones y uso inadecuado de agua y escorrentía (figura 01).
- C) Boletín Geología de los Cuadrángulos de Aramango y Bagua Grande, 11g, 12g – [Boletín A 142] (Chacaltana et al., 2011) escala 1:50, 000 describe que los materiales y sedimentos de la zona estudio están conformados por una secuencia de arcillitas y limoarcillitas, con presencia de yeso laminar correspondiente al miembro superior de la Formación Sambimera; mientras que, al norte, el miembro inferior aporta limoarcillitas, limolitas tobáceas y areniscas de grano grueso. Al norte se ubica la Formación Fundo El Triunfo cuya sección típica la constituyen una secuencia detrítica de margas y arcillitas intercaladas con capas delgadas de areniscas.



**Figura 01.** Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región Amazonas y el área de evaluación (Medina et al., 2009).

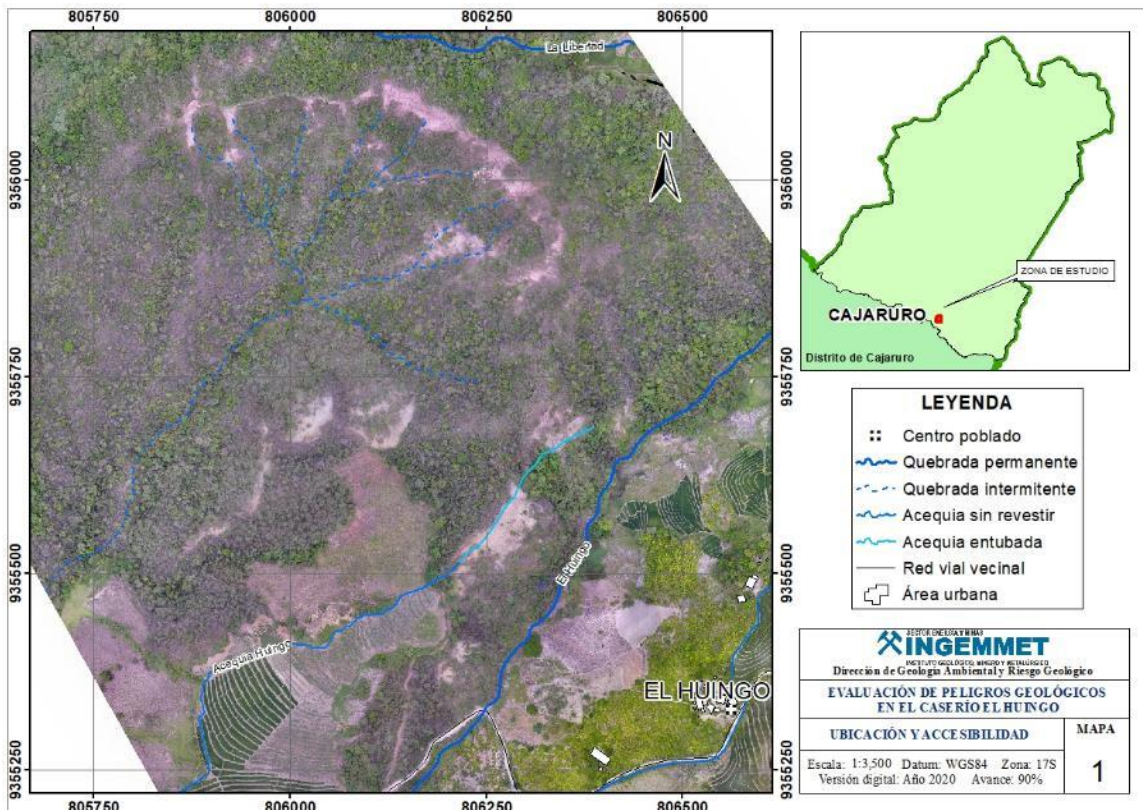
### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. UBICACIÓN

El área de evaluación se enmarca en el caserío El Huingo que pertenecen al distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Amazonas (figura 02), en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 17S) siguientes:

**Cuadro 01.** Coordenadas del área de estudio

| N°   | UTM - WGS84 - Zona 17L |         | Geográficas |          |
|--|------------------------|---------|-------------|----------|
|  | Este                   | Norte   | Latitud     | Longitud |
| 1  | 805537                 | 9356364 | -5.81°      | -78.24°  |
| 2  | 806751                 | 9356364 | -5.81°      | -78.23°  |
| 3  | 806751                 | 9355038 | -5.82°      | -78.23°  |
| 4  | 805537                 | 9355038 | -5.82°      | -78.24°  |
| <b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b> |                        |         |             |          |
| C  | 806166                 | 9355785 | -5.82°      | -78.23°  |





**Figura 02.** Mapa de ubicación.

**1.3.2. ACCESIBILIDAD**

El acceso a la zona se realizó desde la ciudad de Cajamarca mediante la siguiente ruta:

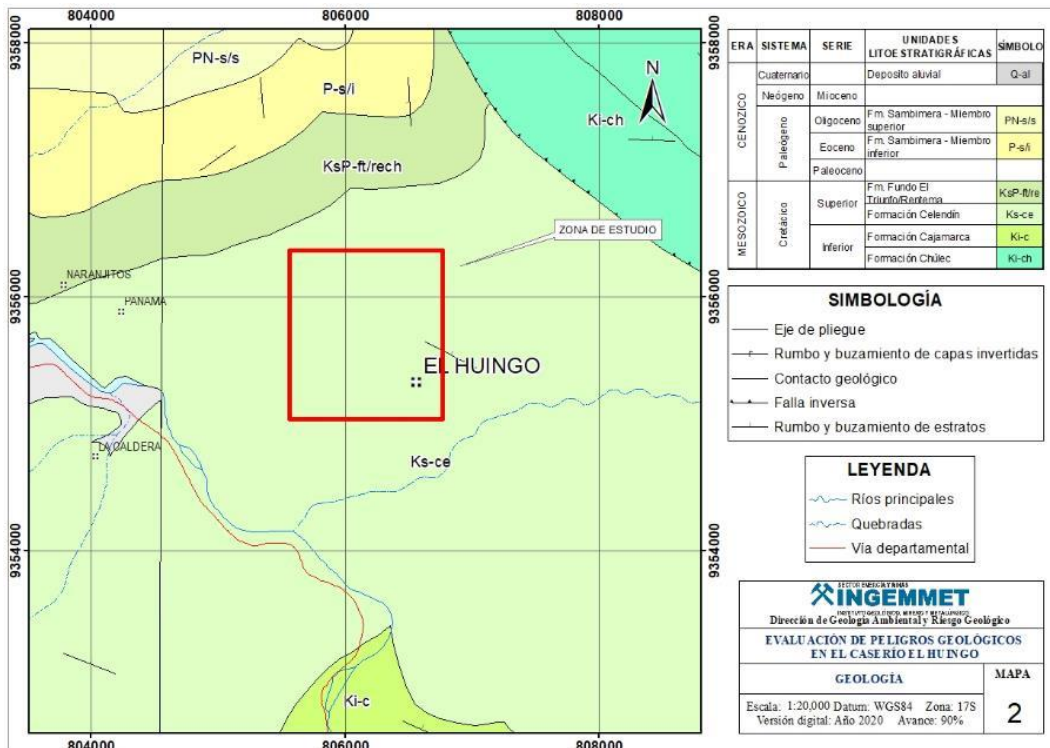
**Cuadro 02.** Rutas y accesos a la zona evaluada

| Ruta                     | Tipo de vía | Distancia (km) | Tiempo estimado    |
|--------------------------|-------------|----------------|--------------------|
| Cajamarca – Cutervo      | Asfaltada   | 208            | 5 horas 30 minutos |
| Cutervo – Bagua Grande   | Asfaltada   | 142            | 3 horas 10 minutos |
| Bagua Grande – El Huingo | Asfaltada   | 25             | 30 minutos         |

**2. ASPECTOS GEOLÓGICOS**

La zona de estudio se ubica en el cuadrángulo geológico de Aramango y Bagua Grande Hojas 11-g y 12-g a escala 1:50 000 (Chacaltana et al., 2011).

La litología del centro poblado El Huingo está conformada principalmente por lutitas y limolitas con intercalaciones de calizas correspondientes a la Formación Celendín, hacia el norte afloran calizas intercaladas con lutitas y secuencias de areniscas, lutitas y margas de las Formaciones Chuléc y El Triunfo respectivamente. Al noroeste aparecen lutitas y limolitas color rojizo y calizas grises de la Formación Sambimera que se subdivide en dos miembros. La cobertura más reciente está conformada por sedimentos arcillosos producto de la meteorización de las rocas aflorantes ubicadas en la parte alta de la cuenca (figura 03).



**Figura 03.** Geología del cuadrángulo de Bagua Grande y el sector El Huingo (Chacaltana et al., 2011).

## **2.1. Unidades litoestratigráficas**

A continuación, se describen las características litológicas locales de los afloramientos en la zona de estudio:

### **2.1.1. FORMACIÓN CHULEC (Ki-ch)**

Esta unidad está conformada por calizas grises intercaladas con lutitas que afloran al noreste del sector El Huingo.

### **2.1.2. FORMACIÓN CAJAMARCA (Ki-c)**

Esta conformada por secuencia indiferenciada de calizas beige, calizas gris parduscos, además de lutitas grises, limolitas gris verdosas y calizas margosas; estas secuencias afloran al sur del área de evaluación.

### **2.1.3. FORMACIÓN CELENDÍN (Ks-ce)**

Esta unidad aflora en las inmediaciones de la zona de estudio, está conformada por lutitas y limolitas grises a verdes, a veces se encuentran abigarradas, con intercalaciones de calizas delgadas grises, esta litología se encuentra muy fracturada y meteorizada medianamente húmeda debido a la presencia de acequias y canales no revestidos. Los sedimentos provenientes de esta unidad forman suelos arcillosos, porosos, poco compactos y susceptibles a procesos de erosión.

### **2.1.4. FORMACIÓN FUNDO EL TRIUNFO/RENTEMA (KsP-ft/re)**

Esta unidad aflora al norte de la zona, constituida por areniscas intercalada con lutitas, margas y limolitas rojas, además de microconglomerados.

### **2.1.5. FORMACIÓN SAMBIMERA (P-s)**

Esta unidad está dividida en dos miembros; Sambimera Inferior conformada por margas, lutitas y limolitas intercaladas con areniscas rojas, además niveles blanquecinos de areniscas y limolitas.

La unidad Sambimera Superior son secuencias indiferenciadas de areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, lutitas y limolitas pardo rojizas. Niveles de calizas grises y algunas tobas beiges.

### 2.1.6. DEPÓSITOS ALUVIALES (Q-al)

Están constituidos por gravas, arenas y limos. Los clastos son de diferentes tamaños subredondeados, con una matriz limo-arcillosa, intercalados con niveles arenosos.

Se identificó y cartografió un estrato aluvial de constitución arcillosa con gravas angulosas a subredondeadas de composición areniscosa, esta cobertura está distribuida de noreste a suroeste, donde se han emplazado el área urbana del sector El Huingo (fotografía 01).



**Fotografía 01.** Materiales aluviales distribuidos en la zona de evaluación.

## 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis de la geomorfología, la brigada de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) realizó el levantamiento fotogramétrico con drones, de donde se obtuvo el modelo digital de terreno con una resolución (GSD) de 5 cm por pixel. Esta información se complementó con el análisis de imágenes satelitales.

### 3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

El área urbana del caserío El Huingo se asienta sobre relieves con elevaciones entre 690 m s.n.m y 720 m s.n.m, las viviendas han ido ocupando el piedemonte aluvial ubicado al suroeste limitado por las quebradas El Huingo y La Libertad. Las máximas elevaciones se ubican al sureste de la zona, alcanzando 781 m de altitud dentro del área evaluada y 1660 m s.n.m en la naciente de la cuenca. Hacia el suroeste se encuentran relieves con elevaciones que descienden hasta 555 m s.n.m formando piedemontes y abanicos aluviales que llegan hasta el río Utcubamba (figura 04).

### 3.2. Pendientes del terreno

El área de evaluación abarcó un total de 116 ha, de las cuales 12.9 ha (11%) tienen pendientes llanas a suavemente inclinadas ( $<5^\circ$ ) expuestas a deslizamientos y procesos de erosión, los relieves con pendientes moderadas alcanzan 40.4 ha (35%); mientras que, 61.1 ha (53%) tienen pendientes fuertes a muy fuertes que se distribuyen en colinas y lomadas. Las pendientes muy escarpadas tienen 1.2 ha (1%) y están configuradas por los escarpes de los deslizamientos evaluados (figura 05).

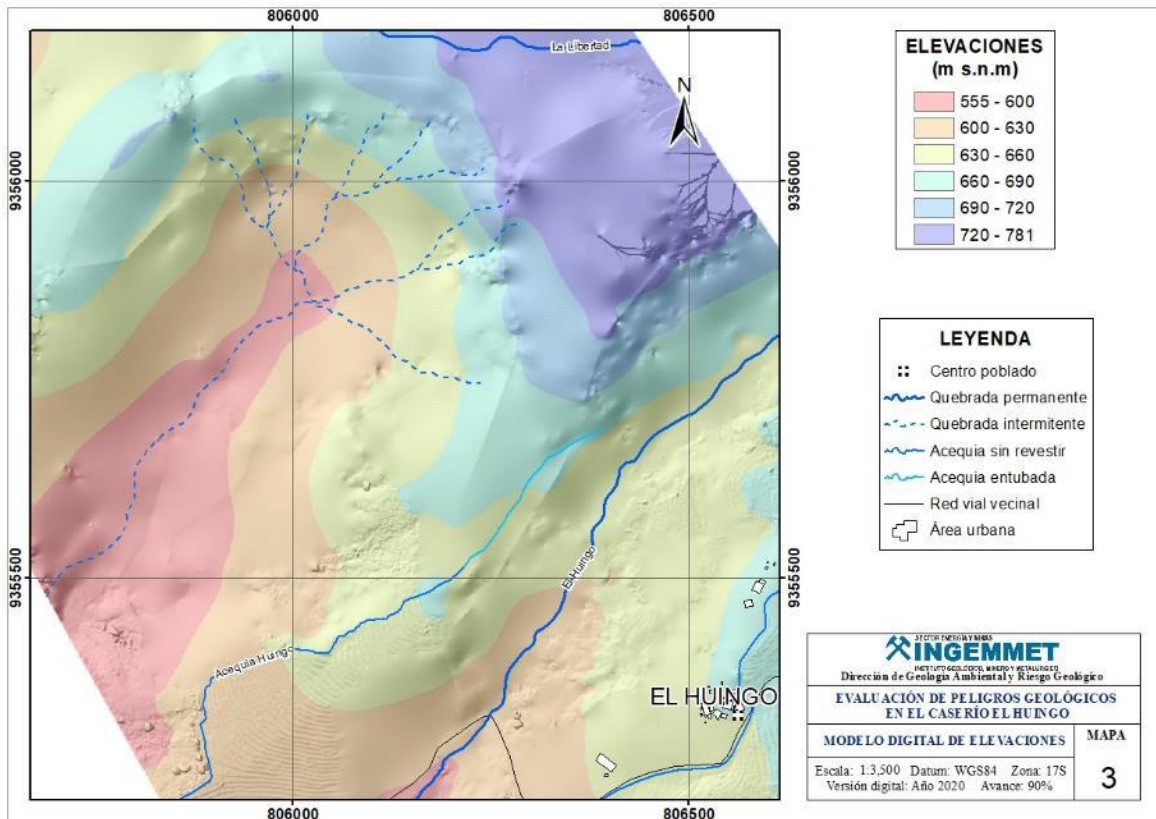
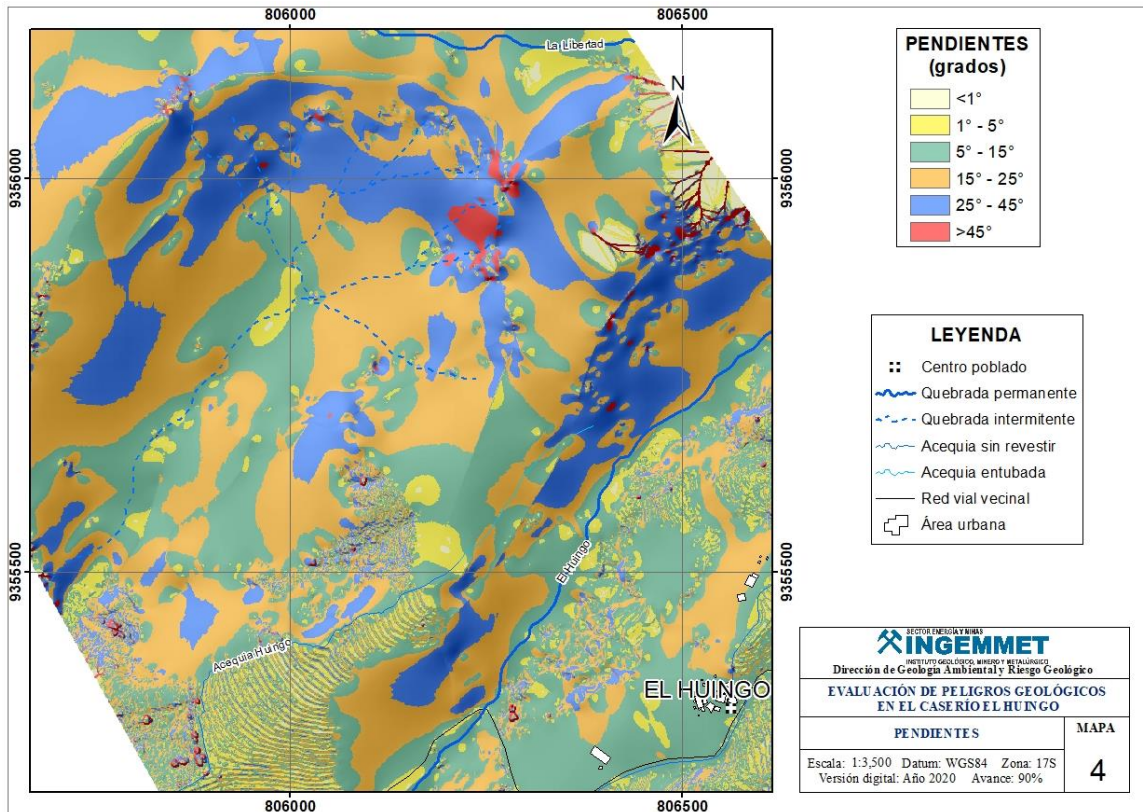


Figura 04. Mapa de elevaciones (Elaboración propia).



**Figura 05.** Mapa de pendientes del sector El Huingo (Elaboración propia).

Del mapa de pendientes se concluye que, más de la mitad del área evaluada presenta relieves con pendientes fuertes a muy escarpadas y está determinada por la morfología de la zona.

### 3.3. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019).

#### 3.3.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

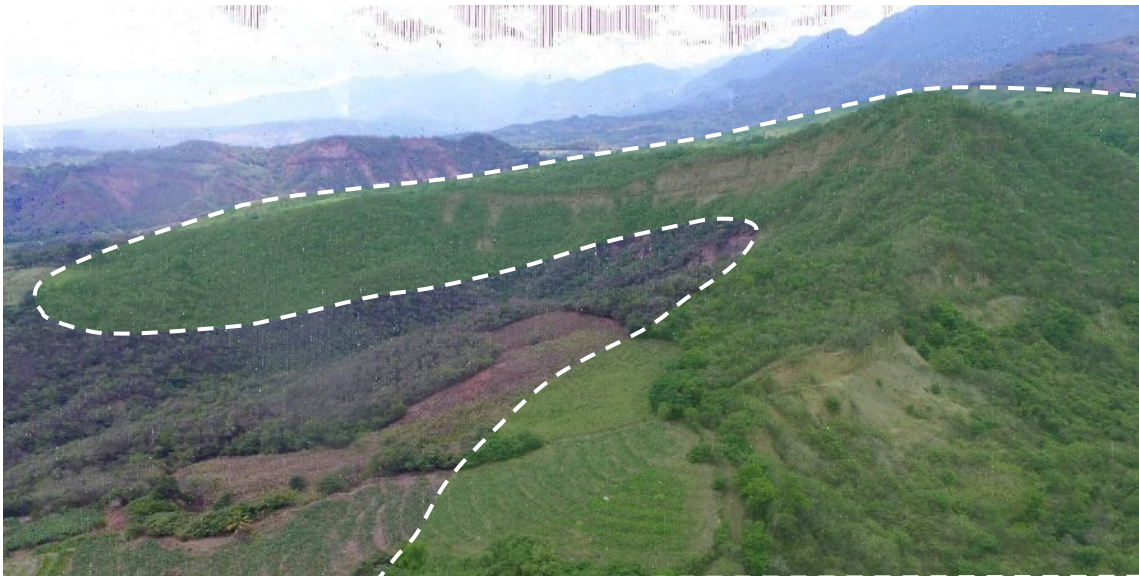
Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan otras geoformas preexistentes:

### 3.3.1.1. Unidad de colinas y lomadas

Las colinas y lomadas son de menor altura que las montañas, generalmente no superan los 300 metros desde la base hasta la cima; se puede subdividir según su naturaleza litológica, morfología estructural y grado de erosión o disección; la inclinación de sus laderas en promedio es superiores a los 16% (FAO, 1968; citado por Villota. 2005, p. 43).

#### **Subunidad de colinas y lomadas estructurales en rocas sedimentarias (RCE-rs):**

Están conformadas por rocas sedimentarias, modeladas por procesos tectónicos que dieron origen a relieves redondeados y alargados, sobre las cuales se desarrollan principalmente actividades agrícolas. Estas geoformas tienen una cobertura aluvial expuesta a procesos de erosión y formación de cárcavas (figura 06).



**Figura 06.** Lomadas en rocas sedimentarias con intensos procesos de erosión.

### 3.3.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL

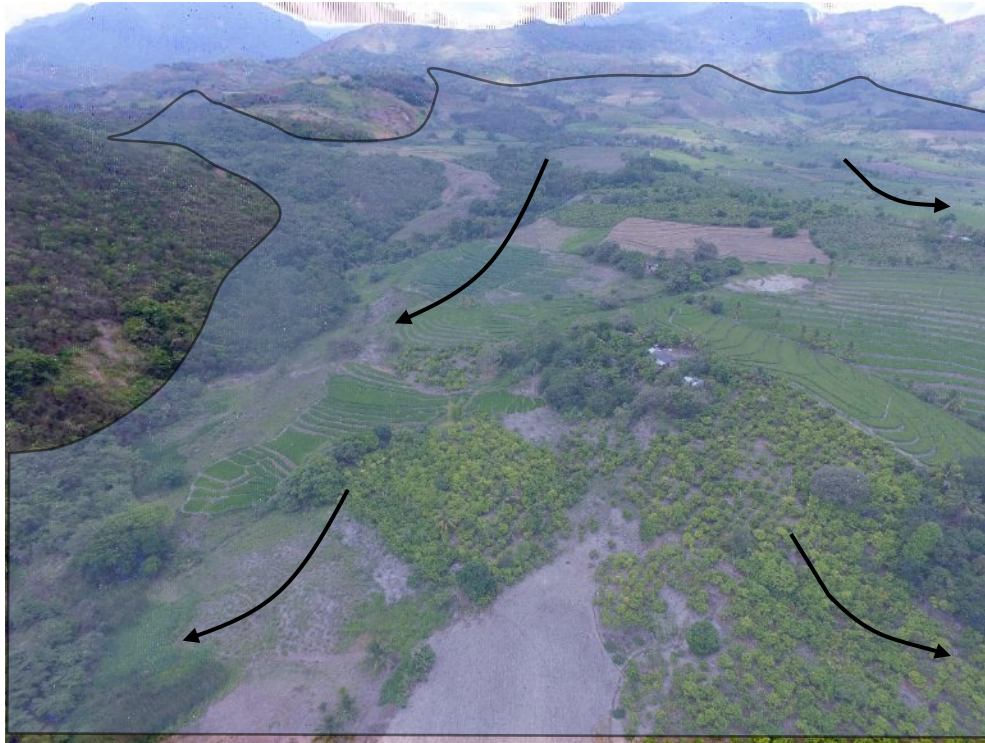
Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores aquí se tiene:

#### 3.3.2.1. Unidad de piedemonte

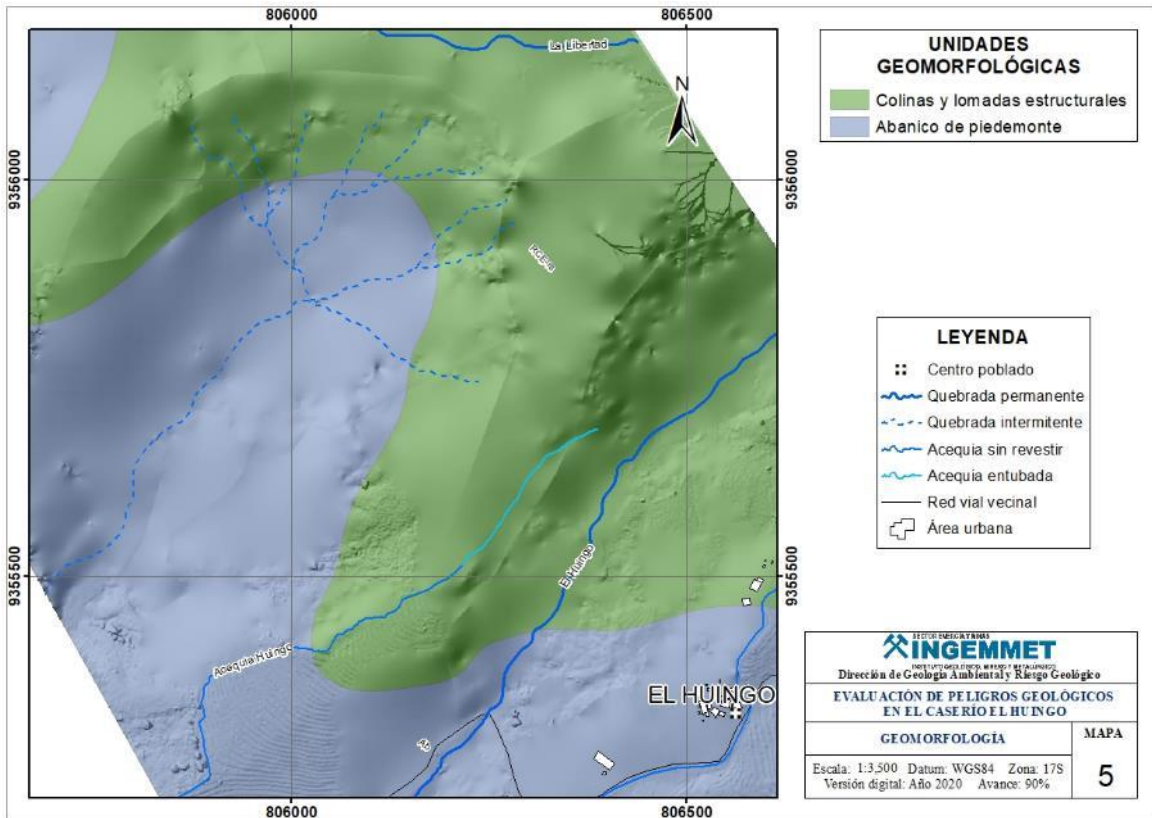
Superficie inclinada al pie de los sistemas montañosos, formada por caídas de rocas o por el acarreo de material aluvial arrastrado por corrientes de agua estacional y de carácter excepcional.

**Subunidad de abanico de piedemonte (Ab):** Están subunidad se originó por antiguos deslizamientos distribuyéndose de noreste a suroeste y es modelada por

escorrentía superficial y quebradas. El área urbana del caserío El Huingo se asienta sobre esta geofoma afectada por procesos de erosión (figura 07).



**Figura 07.** Vista aérea del abanico de piedemonte en la zona de evaluación.



**Figura 08.** Mapa geomorfológico del sector El Huingo (Elaboración propia).

## 4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamientos y erosión de laderas (Proyecto Multinacional Andino, 2007). Estos procesos son resultado del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua provenientes desde la parte alta de la cuenca, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos y quebradas.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal. Se tiene como “desencadenantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.

### 4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan 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, 2007).

En la zona de estudio se han identificado y caracterizado los siguientes peligros geológicos:

#### **4.2. Deslizamientos en el sector El Huingo**

Para caracterizar los eventos geodinámicos ocurridos en el caserío El Huingo se realizaron los trabajos de campo en donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico basado en la observación y descripción morfométrica in situ, la toma de datos GPS, fotografías a nivel del terreno, fotografías aéreas, ortofotos y modelos digitales de terreno.

##### **4.2.1. CARACTERÍSTICAS VISUALES DE LOS EVENTOS**

Desde el año 2009 y durante el mes de marzo del 2017 El Fenómeno El Niño, las lluvias extraordinarias originaron deslizamientos y cárcavas; las precipitaciones y el agua de escorrentía sobresaturan los suelos perdiendo estabilidad.

Recientemente, durante el mes de marzo del 2019, se registraron lluvias que también desencadenaron deslizamientos que afectaron viviendas y terrenos de cultivos (figuras 09 y 10).

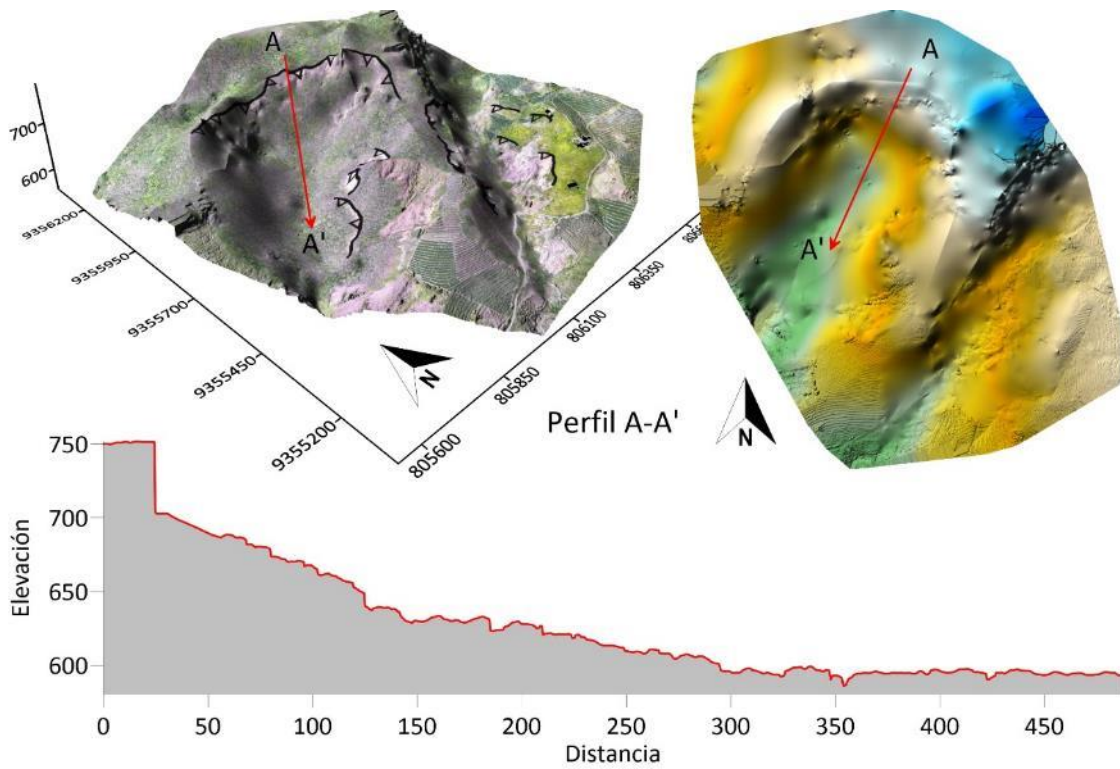
En el caserío El Huingo se han identificado 3 zonas de deslizamientos con las siguientes características:

#### **Deslizamiento antiguo 01 (DAN-01)**

- La escarpa del deslizamiento de forma semicircular tiene la zona de arranque en la cota 698 m s.n.m., y se desplaza hasta los 570 m s.n.m.
- La longitud total del escarpe alcanza una longitud de 849 m, con un desnivel entre el escarpe y el pie de 128 m.
- El área afectada: 37 ha.
- La superficie de falla es rotacional.
- El salto de falla principal mide 50 m.
- Largo y ancho del deslizamiento: 803 m y 547 m.
- Volumen desplazado: 820 000 m<sup>3</sup>.
- La velocidad del movimiento fue muy rápida y fue pasando a moderado.
- Se muestran evidencias de procesos retrogresivos.



**Figura 09.** Vista aérea de sur a norte del deslizamiento antiguo 01.



**Figura 10.** Perfil de la morfometría del deslizamiento.

El deslizamiento 01, afectó terrenos de cultivos, desplazándose de noreste a suroeste, la geomorfología muestra relieves susceptibles a deslizamientos que pueden ser desencadenados por lluvias extraordinarias.

### Deslizamiento antiguo 02 (DAN-02)

El área urbana del caserío El Huingo, tiene evidencias de antiguos deslizamientos y presenta escarpes discontinuos con probables movimientos retrogresivos (figuras 11 y 12).

- La escarpa del deslizamiento de forma semicircular a irregular tiene la zona de arranque muy próxima a las viviendas, la cota 660 m s.n.m., y se desplaza hasta los 627 m s.n.m.
- La longitud total del escarpe alcanza una longitud de 425 m, el desnivel entre el escarpe y el pie de 33 m.
- El área afectada: 6.5 ha.
- El salto de falla principal mide 7 m.
- Largo y ancho del deslizamiento de la zona afectada: 205 m y 400 m.
- Volumen desplazado: 325 000 m<sup>3</sup>.
- La velocidad del movimiento fue moderada a lenta debido principalmente a la pendiente.

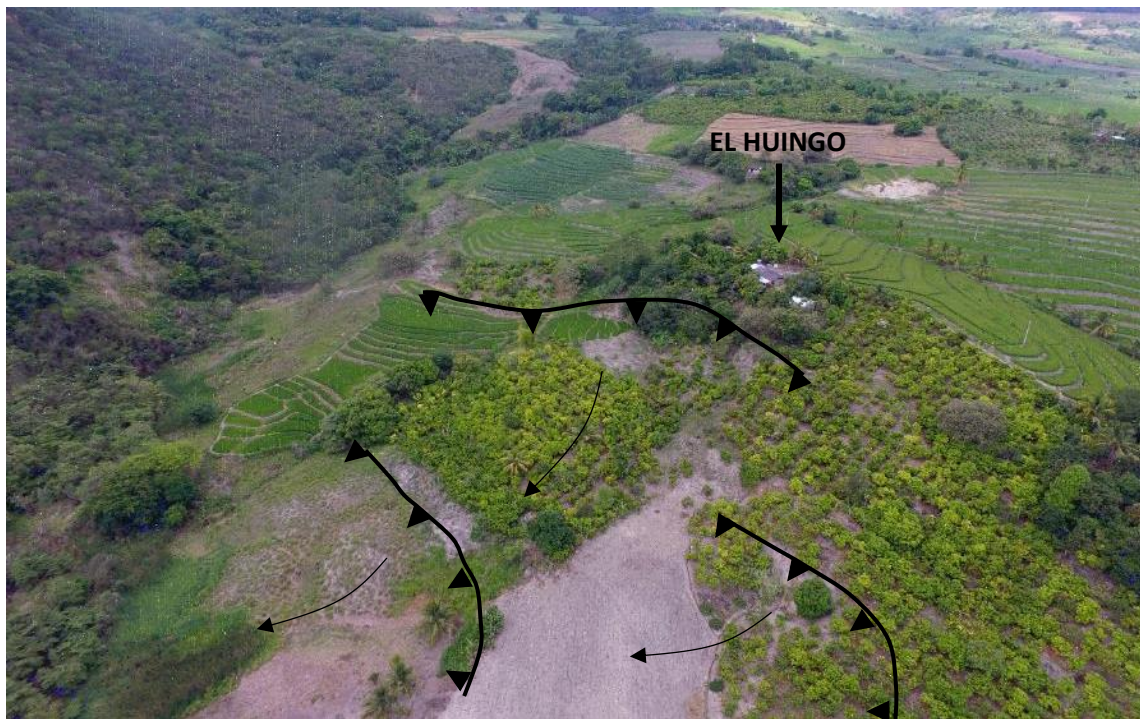


Figura 11. Vista aérea de suroeste a noreste del deslizamiento antiguo 02.

Los escarpes tienen una dirección de emplazamiento de norte a sur, los procesos de remoción de en masa iniciaron desde el año 2009, afectó terrenos de cultivos y progresivamente avanzaron hasta el área urbana (figura 12).



**Figura 12.** Perfil de la morfometría del deslizamiento.

Los escarpes de los deslizamientos se ubican a menos de 20 m de distancia de las viviendas del área urbana de El Huingo.

### **Deslizamiento reciente 01 (DR-01)**

Este deslizamiento se ubica a 240 m al noroeste del centro poblado El Huingo, existen evidencias de procesos retrogresivos debido a la presencia de grietas en la parte alta de la escarpa (figuras 13 y 14).

- La escarpa del deslizamiento de forma elongada tiene la zona de arranque en la cota 667 m s.n.m. y se desplaza hasta los 635 m s.n.m.
- La longitud total del escarpe llega 549 m de longitud, el desnivel entre el escarpe y el pie del deslizamiento es de 35 m.
- El área afectada: 4.5 ha.
- La superficie de falla es rotacional.
- El salto de falla principal mide 30 m.
- Largo y ancho del deslizamiento: 125 m y 465 m.

- Volumen desplazado: 53 000 m<sup>3</sup>.
- La velocidad del movimiento fue rápida a moderada.
- Se muestran evidencias de procesos retrogresivos.



**Figura 13.** Vista frontal de este a oeste del deslizamiento reciente.



**Figura 14.** Deslizamiento con plano de falla cóncavo y la acequia El Huingo.

Se identificó una acequia no revestida, ubicada a media ladera que atraviesa el deslizamiento de norte a sur, un tramo de 160 m fue entubado debido a los deslizamientos; sin embargo, los constantes movimientos de los materiales deslizados rompen los empalmes de las tuberías haciendo que el agua se infiltre hacia el subsuelo (figura 15).



**Figura 15.** Escarpe de deslizamiento, acequia entubada para evitar la infiltración de agua.

### **4.3. Erosión de laderas (cárcavas)**

Son geoformas que normalmente aparecen asociadas a litologías fácilmente erosionables, y a regímenes climáticos con cierto grado de aridez (Vicente, 2009; Vicente et al., 2009). Además de litologías erosionables, también afectan coberturas aluviales o detríticas que son afectadas por aguas de escorrentía no canalizada, en la zona de estudio se han identificado formación de cárcavas que afectan viviendas (figuras 16 y 17).

#### **4.3.1. CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL EVENTO**

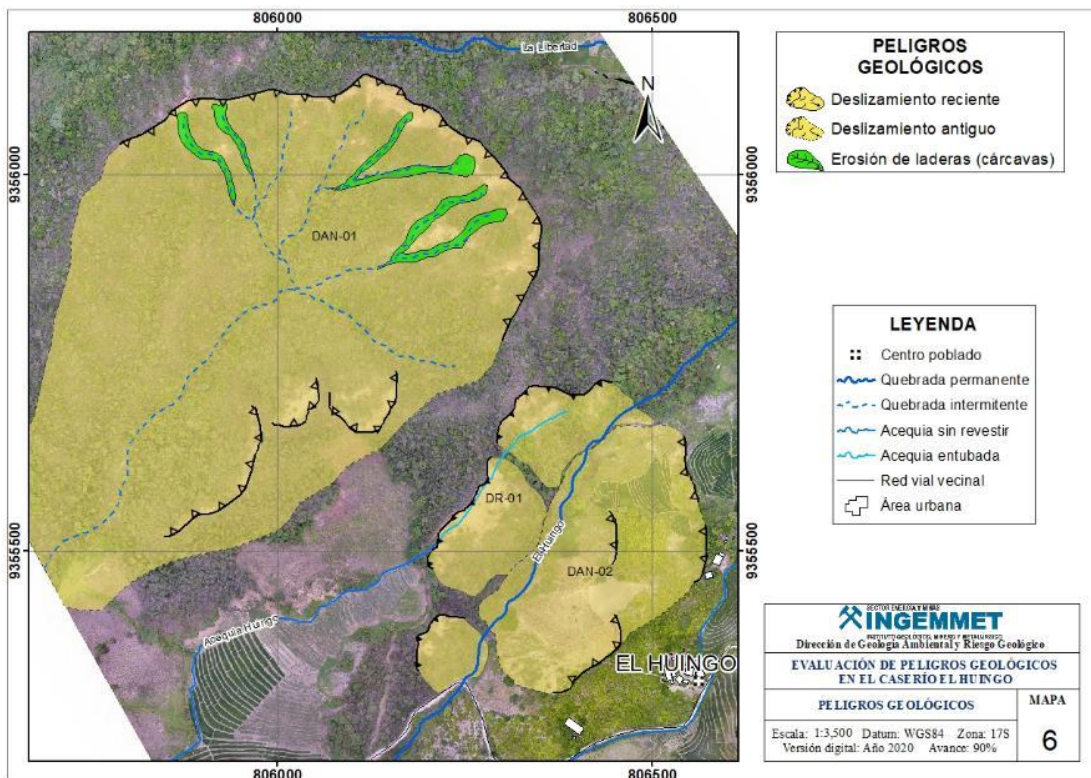
Las cárcavas en el caserío El Huingo tiene las siguientes características:

- La erosión de ladera (cárcavas) en los deslizamientos recientes tiene un estado de evolución inicial con 3 m de largo, 10 cm de ancho y 5 cm de profundidad.
- Las cárcavas del deslizamiento DAN-01 tienen un estado avanzado, con dimensiones de 200 m de largo, 10 m de ancho y 2 m de profundidad.
- Las cárcavas afectan principalmente terrenos de cultivos.

- La causa principal de erosión en la zona, es la falta de drenaje pluvial y los suelos poco compactos susceptibles a erosión.



**Figuras 16.** Cárcavas de 10 cm de ancho y 3 m de largo en el cuerpo del deslizamiento.



**Figura 17.** Mapas de peligros geológicos en el caserío El Huingo.

## 4.4. Factores Condicionantes

### 4.4.1. Litología

En la zona de estudio afloran lutitas y limolitas abigarradas con intercalaciones de calizas pardo amarillentas a rojizas, esta litología forma suelos erosionables y poco compactos susceptibles a deslizamientos (fotografía 02).



**Fotografía 02.** Limolitas abigarradas muy alteradas y meteorizadas.

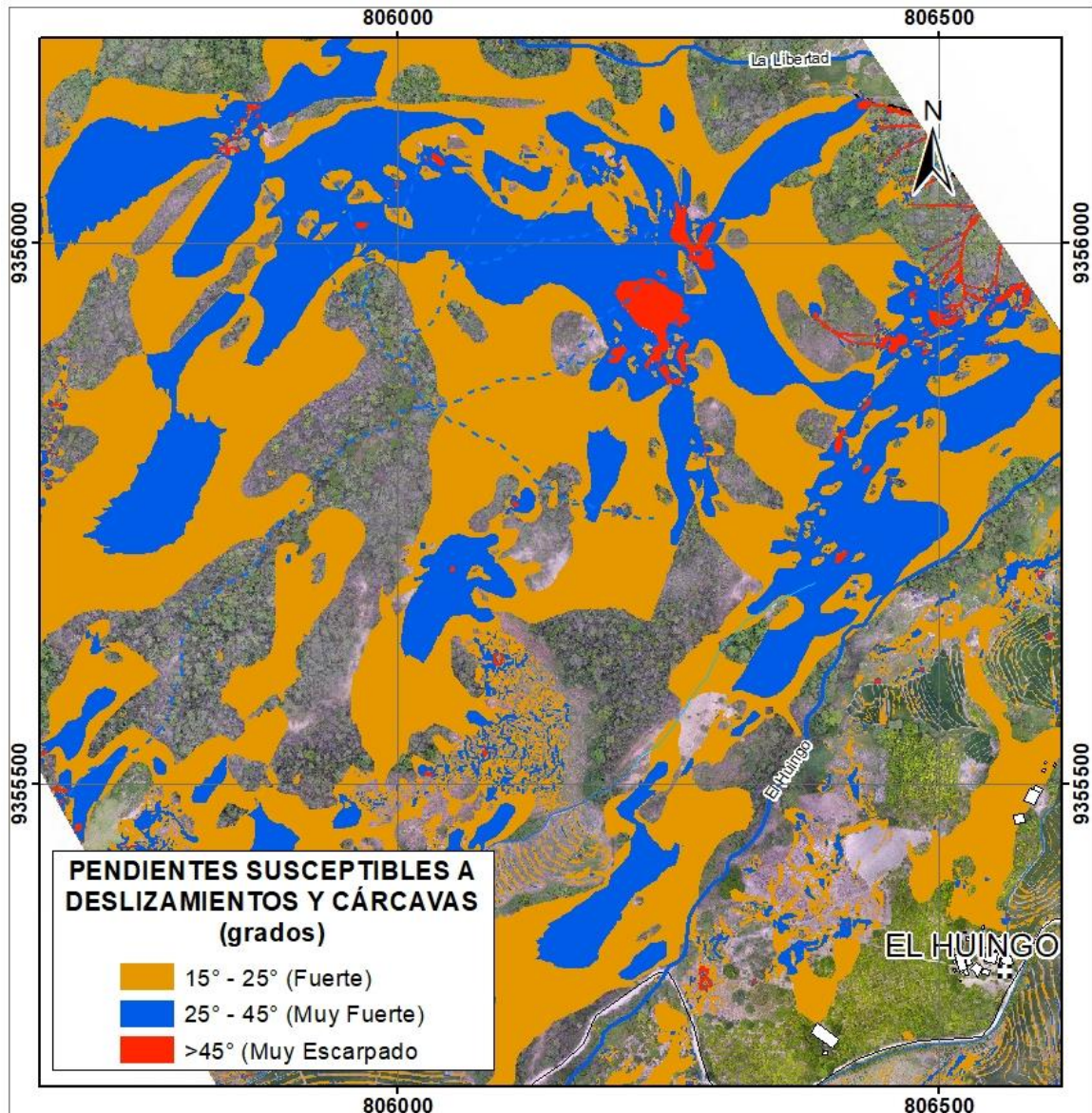
### 4.4.2. Geomorfología y pendientes

Los deslizamientos se desarrollan en colinas y lomadas con pendientes fuertes a muy escarpadas ( $15^\circ$  a  $90^\circ$ ), este factor en conjunto con el tipo de litología condiciona los procesos de remoción y formación de cárcavas (fotografía 03).



**Fotografía 03.** Vista panorámica de las zonas afectadas por deslizamientos y cárcavas.





**Figura 18.** Vista panorámica de las zonas afectadas por deslizamientos y cárcavas.

Los deslizamientos han originado superficies con pendientes entre 25° a 45° denominados como escarpes con desniveles mayores a 25 m.

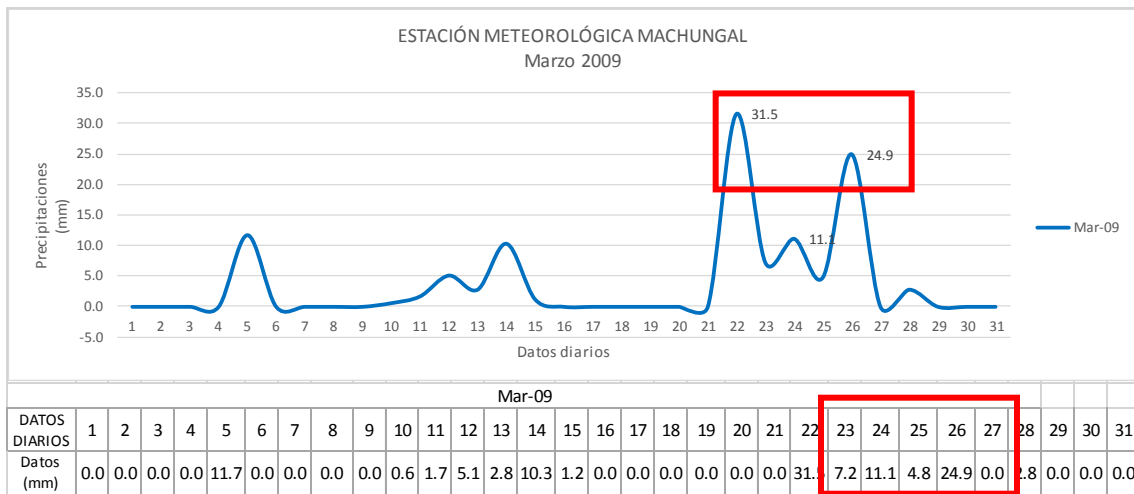
#### 4.5. Factores Desencadenantes

Los deslizamientos ocurridos en el centro poblado El Huingo, tienen registro desde el año 2009, durante El Niño 2017 y la temporada de lluvias del 2019, se recopiló la información de las estaciones meteorológicas más cercanas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), los datos extraídos no tienen un control de calidad, pero son tomados como referencia para el análisis de las precipitaciones en la zona.

Para el año 2009, se tomaron los datos de la Estación Meteorológica “Machungal” ubicada a 7.7 km de la zona de estudio, durante los meses de enero a abril se registraron picos máximos de 70 mm; los deslizamientos se desencadenaron entre los días 24 y 26 de marzo (cuadro 03 y gráfico 01).

**Cuadro 03.** Ubicación de la estación meteorológica Machungal.

| Estación : MAGUNCHAL |                              |             |               |            |           |
|----------------------|------------------------------|-------------|---------------|------------|-----------|
| Departamento :       | AMAZONAS                     | Provincia : | UTCUBAMBA     | Distrito : | JAMALCA   |
| Latitud :            | 5°53'27.8" S                 | Longitud :  | 78°11'19.9" W | Altitud :  | 632 msnm. |
| Tipo :               | Convencional - Meteorológica |             | Codigo :      | 105046     |           |



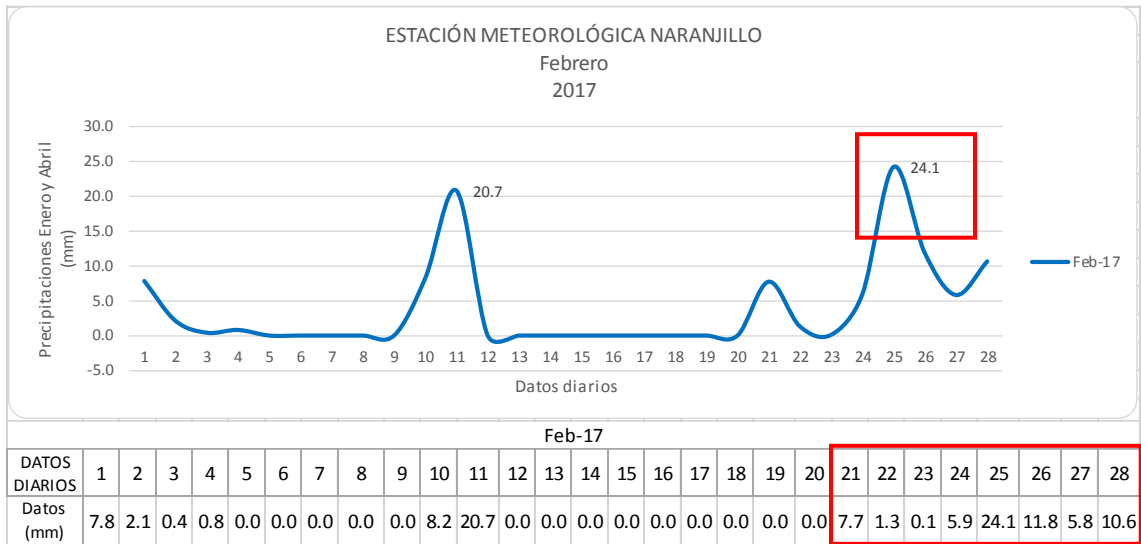
**Gráfico 01.** Precipitaciones registradas por la estación Machungal durante el mes de marzo.

En el mes de marzo del 2009, se registraron lluvias que alcanzaron hasta 31 mm diarios, del 22 al 26 de marzo llegó a un acumulado de 79 mm en 5 días.

Para los años 2017 y 2019, se tomaron los datos de la Estación Hidrológica “Naranjillo” ubicada a 5.2 km del Huingo; durante El Fenómeno El Niño, entre los meses de enero a marzo se registraron acumulados mensuales que alcanzaron los 100 mm; los deslizamientos ocurrieron en el mes de febrero (cuadro 04 y gráfico 02).

**Cuadro 04.** Ubicación de la estación hidrológica Naranjillo.

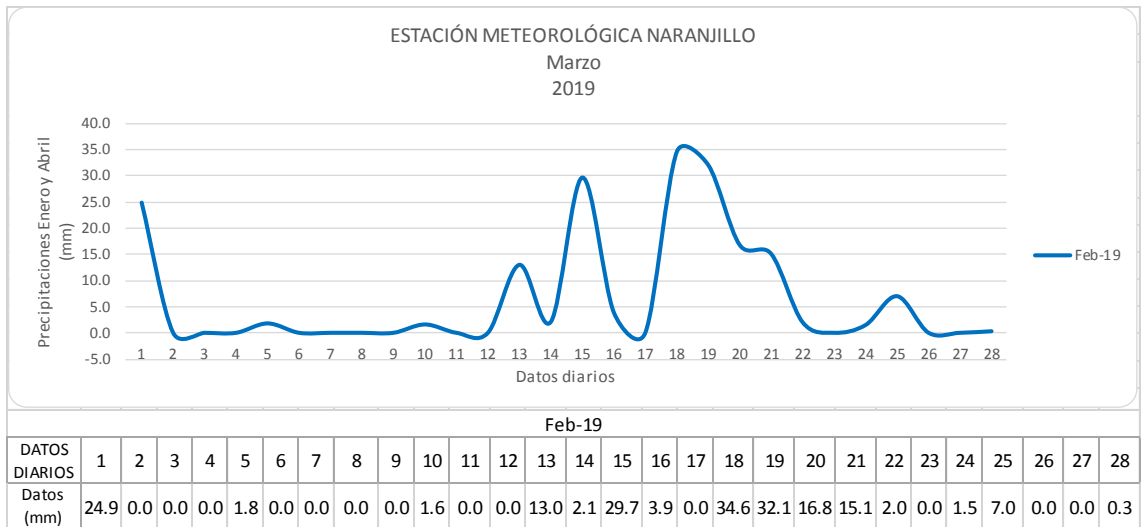
| Estación: NARANJITO |                          |             |                |            |           |
|---------------------|--------------------------|-------------|----------------|------------|-----------|
| Departamento :      | AMAZONAS                 | Provincia : | UTCUBAMBA      | Distrito : | JAMALCA   |
| Latitud :           | 5°49'10.85" S            | Longitud :  | 78°16'33.54" W | Altitud :  | 500 msnm. |
| Tipo :              | Automatica - Hidrológica |             | Codigo :       | 220907     |           |



**Gráfico 02.** Precipitaciones registradas por la estación Naranjillo en el mes de febrero.

En el mes de febrero el acumulado de precipitaciones llegó a 107 mm, sólo la última semana del mes llovió el 50% del total mensual con 67.3 mm, siendo el pico más alto el 25 de febrero con 24.1 mm.

En marzo del 2019, se registró un acumulado mensual de 186 mm, los deslizamientos en la zona de evaluación se incrementaron a mediado de mes (gráfico 03).



**Gráfico 03.** Precipitaciones registradas durante el mes de marzo del 2017.

#### 4.6. Daños Por Peligros Geológicos

En la zona de evaluación se han producido los siguientes daños:

##### 4.6.1. Acequia El Huingo

Los deslizamientos destruyeron en total 340 m lineales del canal de riego El Huingo que irriga aproximadamente 50 ha de cultivos de arroz. Las medidas tomadas para evitar la pérdida de agua fue el entubamiento de la acequia que posteriormente, también fue afectado (fotografías 04 y 05)



**Fotografía 04.** Tuberías de PVC destruidas por los movimientos de la ladera.



**Fotografía 05.** Tramo de 50 m de tubería con empalmes críticos.

## 5. CONCLUSIONES

- a) Las unidades litoestratigráficas que afloran al norte y hacia la parte alta del caserío El Huingo están conformadas por lutitas, limolitas, calizas, areniscas y margas correspondientes a las Formaciones Chúlec, El Triunfo y Sambimera. Estos afloramientos por posición estratigráfica y geográfica habrían sido la roca fuente de los materiales de naturaleza arcillosa que conforman la cobertura Cuaternaria de la zona evaluada. En las inmediaciones del área urbana del Huingo afloran lutitas y limolitas con intercalaciones de calizas, litologías afectadas por meteorización que en presencia de lluvias son susceptibles a movimientos en masa.
- b) El caserío El Huingo se ubica sobre un abanico de piedemonte con pendientes suavemente inclinadas que se emplazan con dirección suroeste hacia la quebrada El Huingo, sobre estos relieves se desarrollan actividades agrícolas. Al norte y noreste se encuentran las colinas y lomadas estructurales con pendientes moderadas a muy escarpadas donde se desarrollan deslizamientos y procesos de erosión de laderas.
- c) El área urbana del Huingo es afectada por deslizamientos antiguos y recientes con procesos geodinámicos registrados desde el año 2009. En el mes de febrero del 2017 durante el fenómeno El Niño y en la temporada de lluvias del 2019 hubo procesos de reactivación.  
Los deslizamientos son condicionados por litologías poco competentes que en presencia de lluvias intensas se sobresaturan y pierden estabilidad, las acequias no revestidas filtran agua al subsuelo incrementando la inestabilidad.  
Los deslizamientos recientes, afectaron 340 m de la acequia El Huingo dejando sin abastecimiento de agua a cultivos de arroz ubicados en la parte baja del caserío. Además, la vía afirmada El Huingo hacia el caserío San Francisco es interrumpida constante en temporada de lluvias.
- d) De acuerdo a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas actuales se determina que, el caserío El Huingo tiene un “Peligro Muy Alto” por deslizamientos y procesos de erosión de laderas que afectan relieves próximos a los escarpes; el peligro a nuevos procesos de reactivación son inminente ante la presencia de lluvias extraordinarias.

## 6. RECOMENDACIONES

- A) Realizar el monitoreo de los deslizamientos y las cárcavas por futuras reactivaciones que puedan producir daños a viviendas y vías de acceso. El monitoreo se puede realizar a través de estacas y cercos que delimiten las zonas deslizadas y susceptibles para estimar los desplazamientos en temporada de lluvias.
- B) Tomar en cuenta los peligros geológicos y geoformas susceptibles a deslizamientos para zonificar y ordenar la expansión urbana del caserío El Huingo, con el objetivo de disminuir el crecimiento indiscriminado y no planificado de la población, lo que representaría su exposición en zonas de alto peligro.
- C) Prohibir la construcción de infraestructura o viviendas en las zonas definidas y delimitadas como susceptibles a la ocurrencia de nuevos deslizamientos, ya que están clasificadas como zonas de alto peligro por ocurrencia de procesos de remoción en masa.
- D) Construir las medidas de mitigación estructural en las infraestructuras señaladas como: banquetas en el deslizamiento DR-01, para disminuir las pendientes escarpadas a través de la modificación controlada de los taludes o laderas inestables. Para los deslizamientos DAN-02 el drenaje impermeabilizado en la cabecera de los escarpes.
- E) Realizar el manejo de la escorrentía superficial con el objetivo de conducir adecuadamente el agua proveniente de la parte alta, impermeabilizar el mayor porcentaje de superficie y el canal Huingo para evitar infiltraciones al subsuelo.
- F) Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura, migración a nuevas técnicas de irrigación y tipos de cultivos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Chacaltana, C; Valdivia, W; Peña, D. & Rodríguez, R. (2011). Geología de los cuadrángulos de Aramango (11-g) y Bagua (12-g). INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 142, 125 p., 8 mapas.

Manual para Terraplenes de Carretera en Japón (2004). Instituto de Investigación de Trabajos Públicos Japón.

Medina, A. & Dueñas, B. (2007). Informe de zonas críticas de la Región Amazonas.

Medina, L.; Vílchez, M.; Dueñas, SH. (2009). Riesgo geológico en la Región Amazonas. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 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.

Valderrama, L. Montenegro, E. y Galindo, J. (1964). Reconocimiento Forestal del Departamento de Cundinamarca. Departamento Agrológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 86 p.

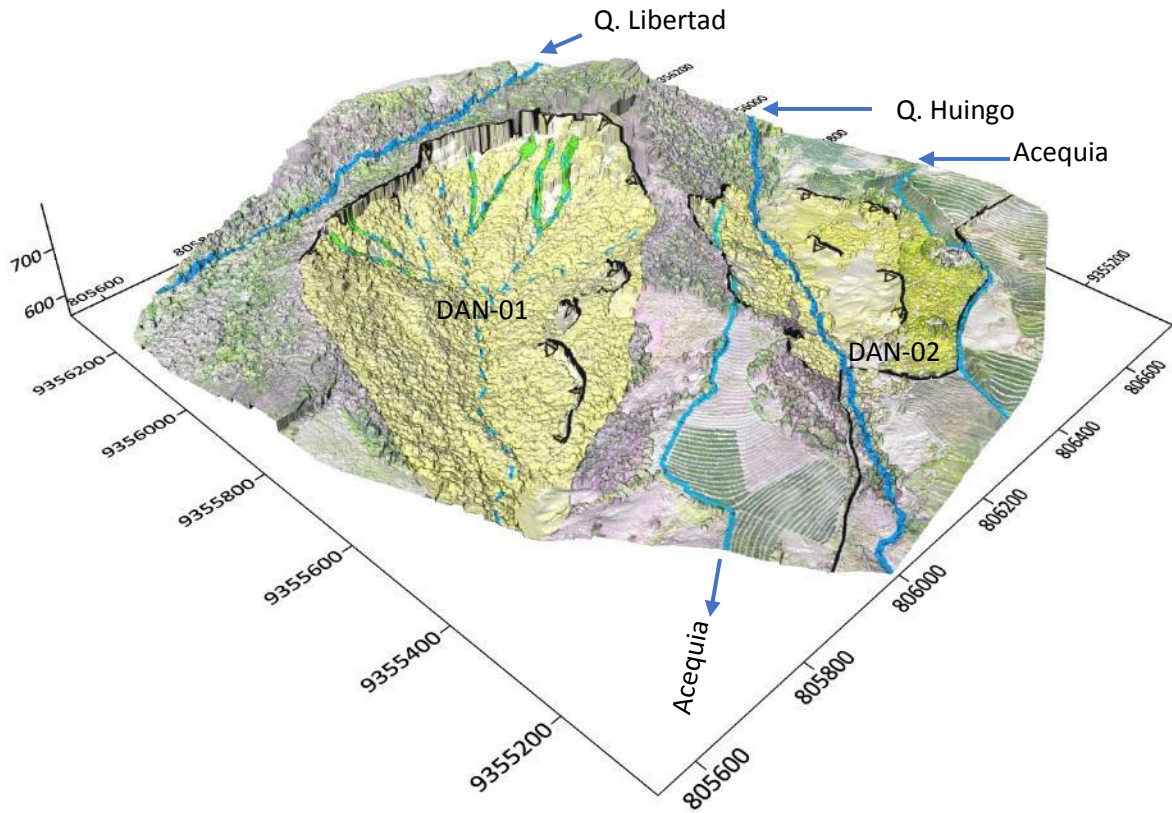
Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazi.

Vicente, M. (2009). Origen, evolución y dinámica actual de cárcavas del piedemonte norte del Guadarrama. Métodos de estudio y criterios para su gestión con bases ecológicas. Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA9). Vicente, F.; Sanz, M.A.; Lucía, A.; Martín-Duque, J.F. (2009). Evolución geomorfológica en tiempos históricos recientes de cárcavas del borde del piedemonte norte del Guadarrama (Segovia, España): Estudio a partir de fuentes documentales. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Geol., 103(1-4): 49-64.

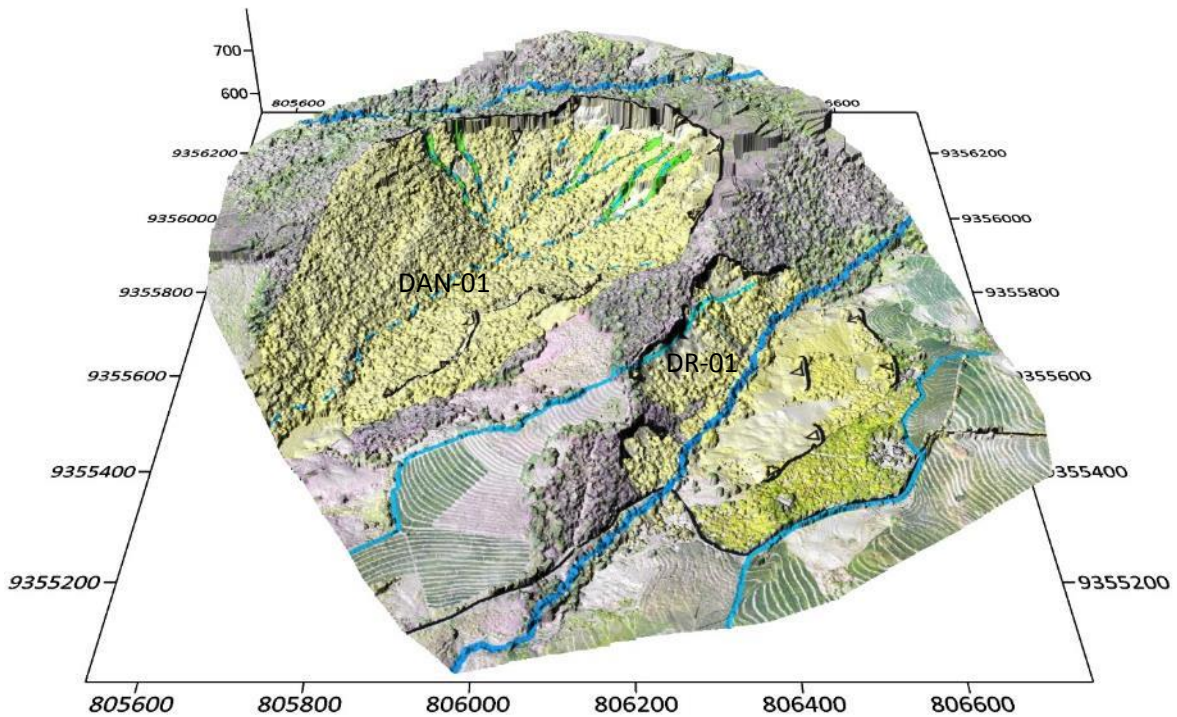
Vílchez, M. & Ochoa, M. (2019). Estudio de zonas críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico – INGEMMET.

WP/WLI (1990). A suggested method for reporting a landslide: Bulletin of the International Association of engineering Geology, no. 41, p. 5-12.

### ANEXO 1: MAPAS Y PERFILES



**Figura 18.** Vista de los deslizamientos que afectan al caserío Huingo.



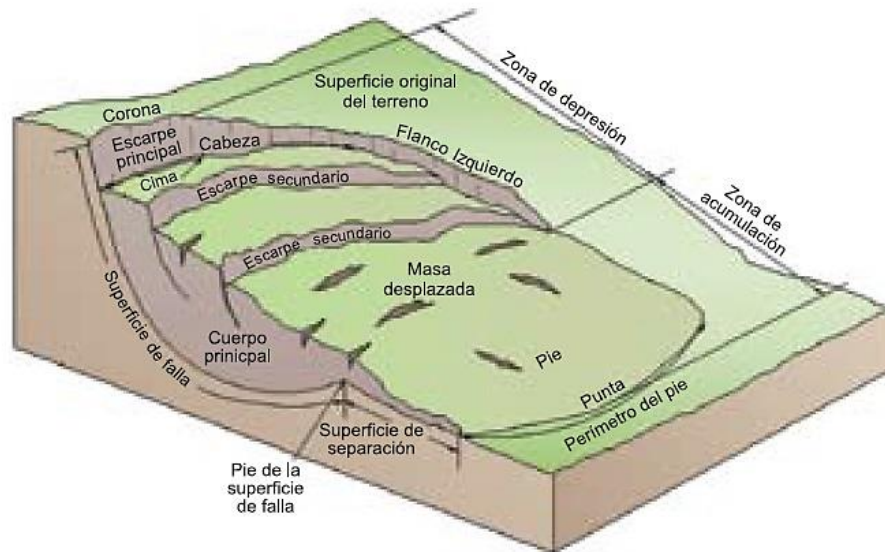
**Figura 19.** Deslizamientos antiguos y recientes en el caserío El Huingo.



## ANEXO 2: GLOSARIO

### 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 19).



**Figura 19.** Diagrama de bloque de un deslizamiento (WP/WLI, 1990).

### Erosión de laderas (cárcavas)

Las incisiones que constituyen las cárcavas, se ven potenciadas por avenidas violentas y discontinuas, lluvias intensas o continuas sobre terrenos desnudos o por la concentración de flujos superficiales fomentados por obras de drenaje de caminos o carreteras.

En general, los cursos de agua fluctúan hacia un punto de equilibrio, de forma que, si el caudal se incrementa, el canal se ensanchará, profundizará o incrementará su pendiente hasta conseguirlo, y sólo podrá recuperar su estado original si las alteraciones son leves; pero si la cárcava comienza, será necesario un esfuerzo de mayor magnitud para conseguir volver a esa situación inicial. En la denominada erosión por cárcavas, el escurrimiento superficial es grande y con elevada energía erosiva, de forma que se concentra dando lugar a surcos o cárcavas que pueden alcanzar decenas de metros, tanto en dimensión longitudinal como altitudinal.

La FAO (1967) describe el crecimiento de las cárcavas como el resultado de la combinación de diferentes procesos, los cuales pueden actuar de manera aislada. Estos procesos comprenden:

- Erosión en el fondo o en los lados de la cárcava por la corriente de agua y materiales abrasivos (fragmentos de roca o partículas de suelo).
- Erosión por el agua de escorrentía que se precipita en la cabecera de la cárcava y que ocasiona la regresión progresiva de ésta.

- Derrumbes en ambos lados de la cárcava por erosión de las aguas de escorrentía.

Las cárcavas inicialmente tienen una sección transversal en forma de “V” pero al presentarse un material más resistente a la erosión o interceptar el nivel freático, se extienden lateralmente, tomando una forma en “U” (figura 20).

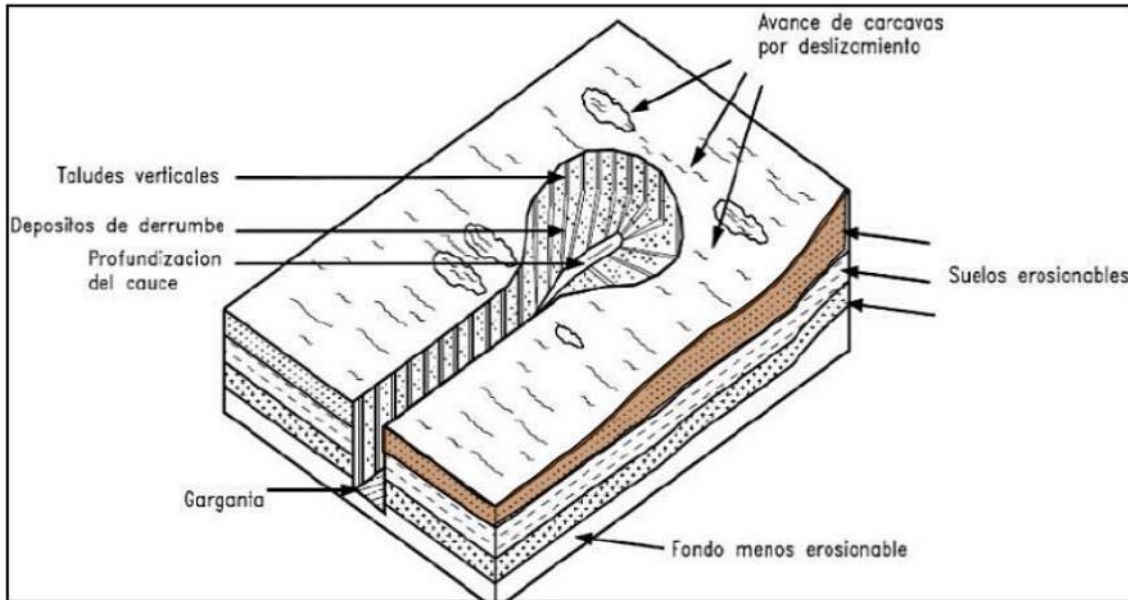


Figura 20. Esquema general de una cárcava. Tomado de Suárez (1998).

### ANEXO 3: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

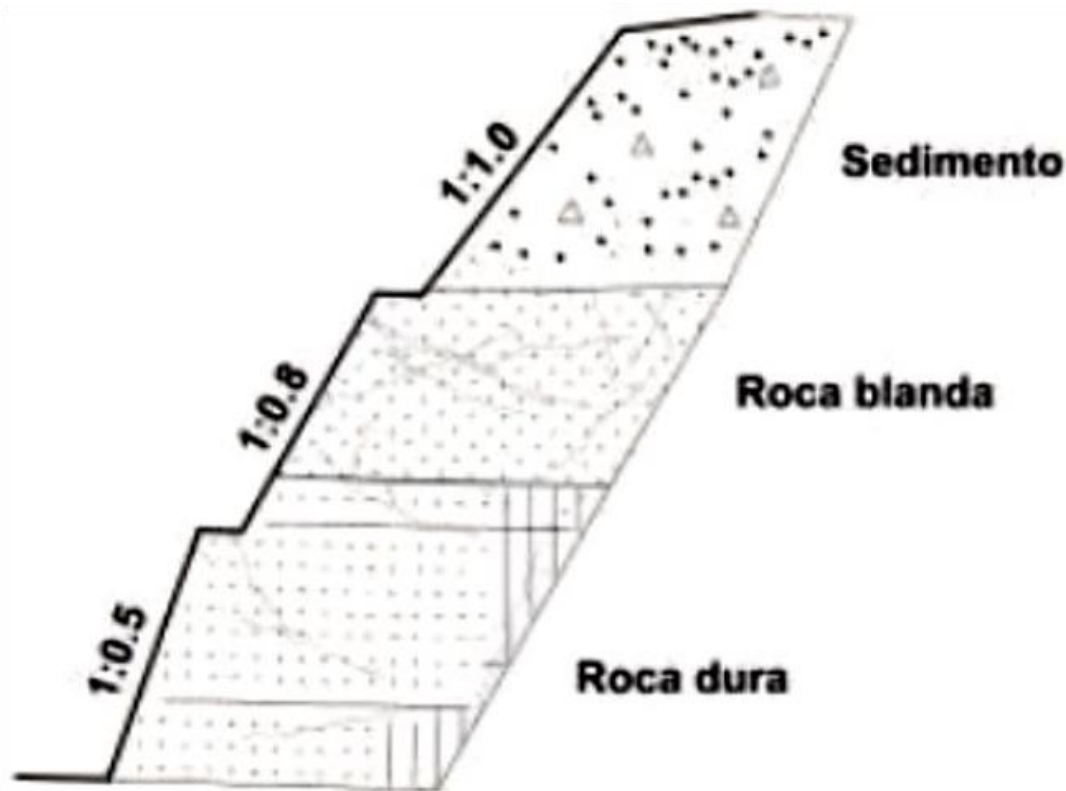
#### Banquetas

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 banqueta 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 banqueta para drenar el agua hacia afuera del talud. La banqueta también puede usarse como acera para inspección o como andamio para reparación.

Por lo tanto, las banquetas 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 21).

En los taludes de corte, normalmente se diseñan banquetas de 1 a 2 m de ancho cada 5 a 10 m de altura, dependiendo del suelo, litología, escala de talud.

Una banqueta más ancha se recomienda cuando el talud es largo y grande o donde se instalarán vallas de protección de caída de rocas.



**Figura 21.** Condiciones de terreno y forma de taludes (JICA, 2004).

#### **Medidas estructurales para control de cárcavas**

Las cárcavas son el resultado de la erosión superficial, precedida por la erosión en forma de salpicadura, laminar y en surcos; al aumentar el volumen de escorrentía o su velocidad. En muchos casos estas formas de erosión alcanzan estados de gran avance y desarrollo, de difícil control posterior.

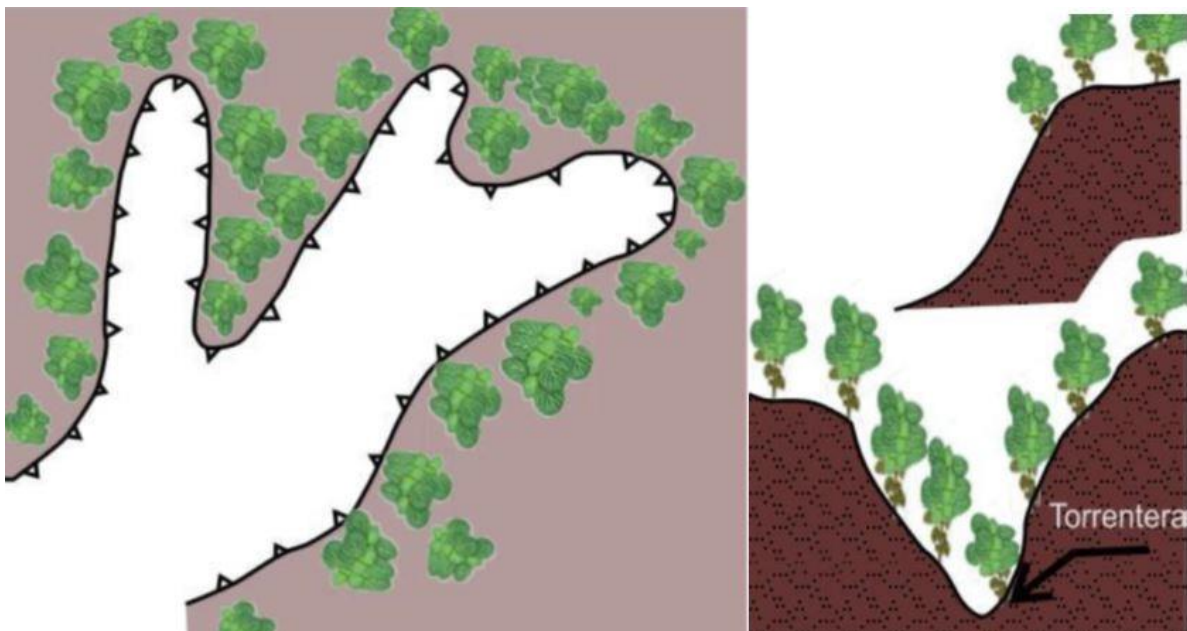
Considerando las condiciones geomorfológicas-geológicas y los peligros geológicos evaluados se debe llevar un manejo adecuado de conservación de suelos cuyos 3 principios fundamentales son:

- Reducir la velocidad de la escorrentía que define la energía con la cual se transportan y emplazan los materiales.
- Favorecer la infiltración del agua.
- Crear cobertura vegetal.

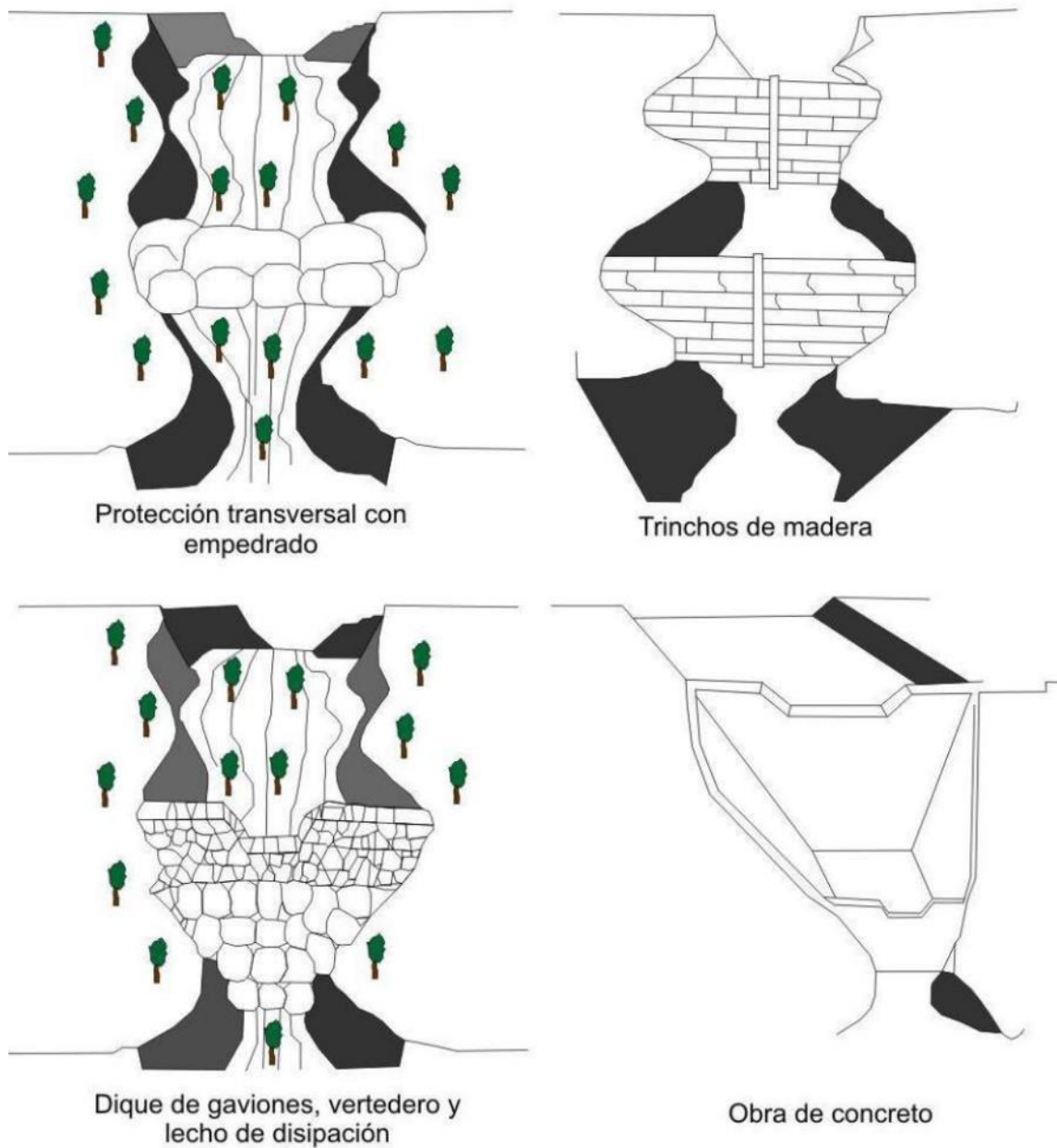
Las medidas de prevención y mitigación, son las siguientes:

- Mejorar el sistema de drenaje de aguas pluviales de la zona urbana de La Florida, evacuando sus aguas hacia otras quebradas.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella (figura 22), y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.
- Promover el desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales construidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (figuras 23, 24 y 25).

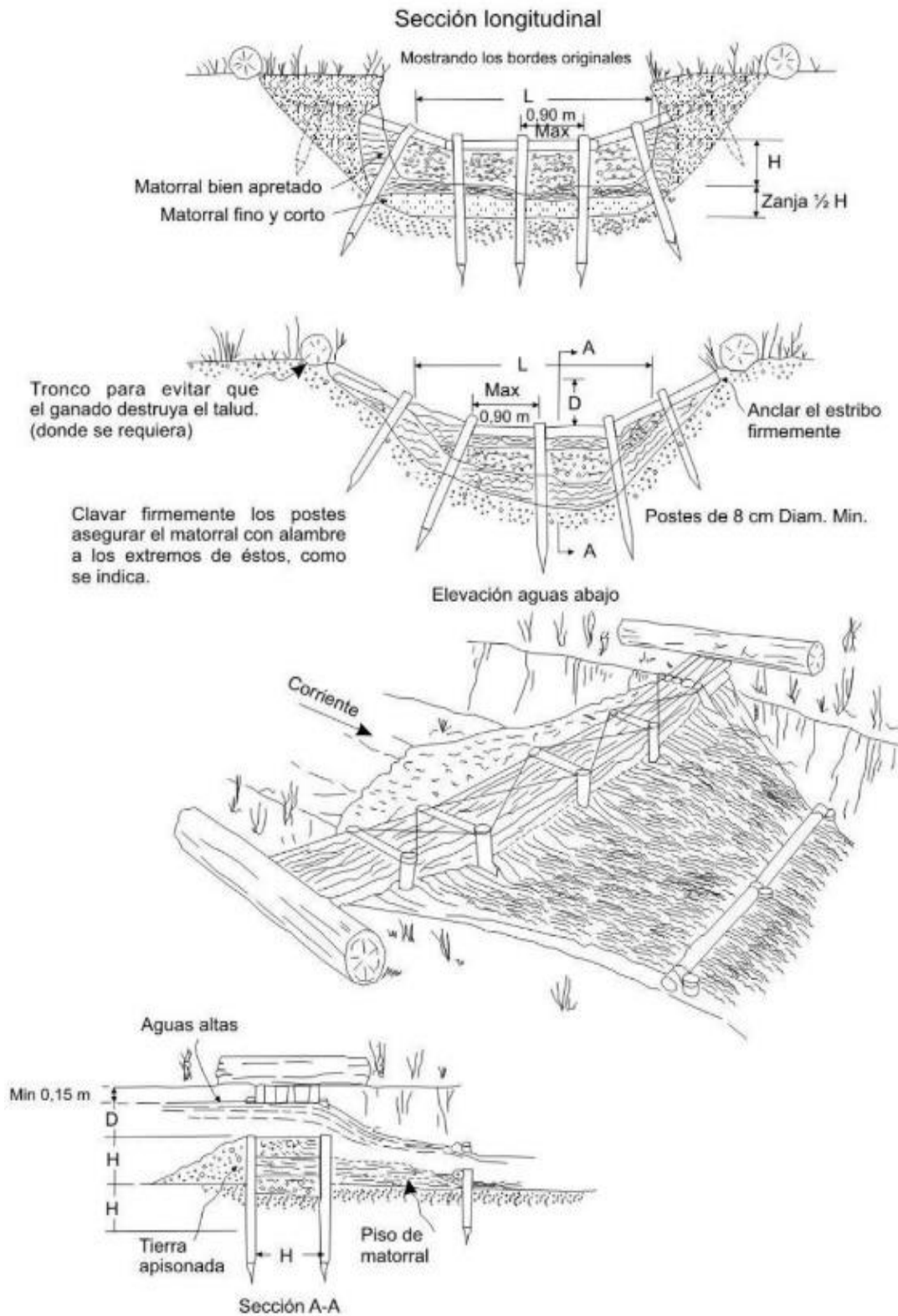
- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos. Lo recomendable es evitar todo tipo de cultivo en las laderas.
- En las partes altas se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno para evitar el impacto directo de la lluvia sobre el terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida del terreno; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Realizar un monitoreo diario del movimiento de los deslizamientos y ocurrencia de derrumbes, con el fin de estar prevenidos.



**Figura 22.** Vista en planta y perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.



**Figura 23.** Obras hidráulicas transversales para el control de erosión en cárcavas.



**Figura 24.** Presa de matorral tipo doble hilera de postes.

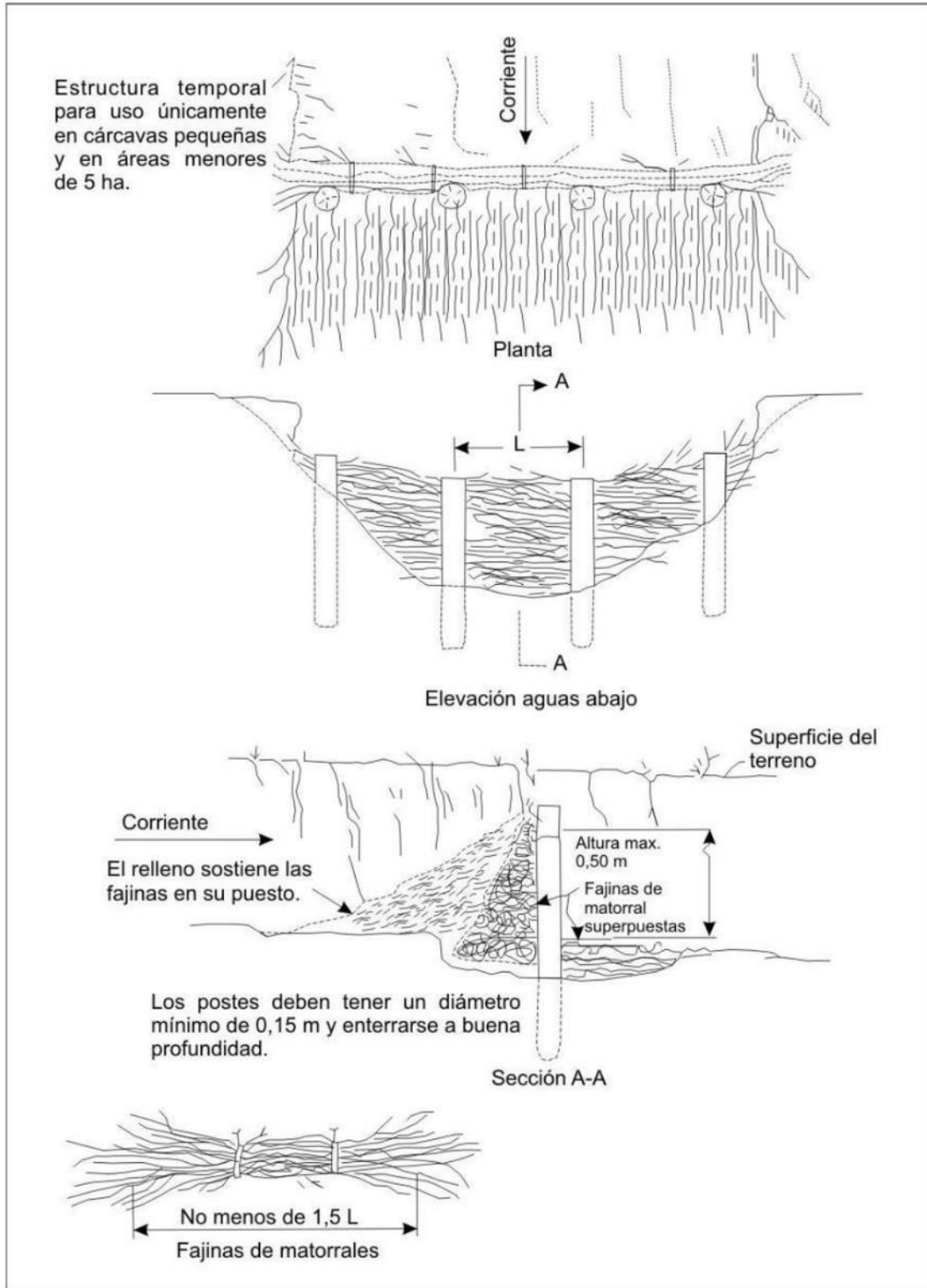


Figura 25. Presas de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).