

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7159**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL BARRIO MARCACOTO

Región Áncash  
Provincia Aija  
Distrito Aija



JUNIO  
2021

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

*Equipo de investigación:*

*Norma L. Sosa Senticala*

*Mauricio A. Núñez Peredo*

**Referencia bibliográfica**

*Sosa N. & Nuñez M. (2021). "Evaluación de peligros geológicos en el Barrio de Marcacoto, distrito y provincia de Aija, región Ancash", informe técnico N°A7159, Ingemmet, 33 pág.*

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	2
1.3. Aspectos generales.....	5
1.3.1. Ubicación.....	5
1.3.2. Accesibilidad.....	5
1.3.3. Clima e hidrografía.....	7
<b>2. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	8
2.1. Unidades litoestratigráficas.....	8
2.1.1. Formación Chicama (JsKi).....	8
2.1.2. Depósitos Cuaternarios.....	8
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	11
3.1. Pendientes del terreno.....	11
3.2. Unidades geomorfológicas.....	13
3.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	13
3.2.2. Geoformas de carácter tectónico depositacional y agradacional.....	14
<b>4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS</b> .....	17
4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa.....	17
4.2. Derrumbe en la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del Barrio Marcoto.....	17
4.2.1. Características visuales del evento.....	18
4.2.2. Factores condicionantes.....	19
4.2.3. Factores detonantes o desencadenantes.....	19
4.2.4. Daños por peligros geológicos.....	20
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	27
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	28
<b>ANEXO 1: GLOSARIO</b> .....	29



## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el Barrio de Marcacoto que pertenece a la jurisdicción del distrito y provincia de Aija, región Ancash. 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 temas de peligros geológicos en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona evaluada corresponden a rocas de origen sedimentario de la Formación Chicama, compuestas por limoarcillitas de grano fino de color blanquecino a gris pardusco, muy fisibles con intercalaciones de limoarcillitas de color gris oscuro a negro y areniscas de grano fino, dispuestas en estratos delgados. Se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas. Los movimientos en masa identificados en la zona, se desarrollaron principalmente en esta formación geológica.

Las geoformas identificadas corresponden a las de origen tectónico degradacional y erosional (montañas en rocas sedimentaria) y geoformas de carácter depositacional y agradacional principalmente originada por procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas anteriores y configuran geoformas de piedemonte (vertiente con depósito de deslizamiento, vertiente coluvio-deluvial y terrazas aluviales). Se considera que el principal factor condicionante que originan la ocurrencia de movimientos en masa, es la pendiente moderada del terreno (5° - 15°).

El principal proceso identificado en el sector corresponde al denominado movimiento en masa tipo derrumbe, evento que presenta actividad reciente. Este proceso generó la afectación de juegos recreativos ubicados en el patio de la I.E. I. N°265 Inmaculada Niña María.

Los asentamientos y agrietamientos que presenta la infraestructura educativa, son producto de la antigüedad de la construcción y la falta de drenaje pluvial.

Por las condiciones geológicas, mencionadas anteriormente, al sector de Huantay se considera como **peligro medio**, a la ocurrencia de derrumbes, que puede ser detonado por lluvias periódicas o extraordinarias, como también por movimientos sísmicos de gran magnitud.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones importantes que las autoridades competentes pongan en práctica, como es el uso de un sistema de riego tecnificado por parte de los agricultores y sus organizaciones. Estas recomendaciones se plantean con la finalidad de minimizar las ocurrencias y los daños que pueden ocasionar los procesos identificados.

## **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 de la Municipalidad Provincial de Aija, según Oficio N° 007-2021-MPA/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación del evento de tipo derrumbe, que afectó la Institución Educativa Inicial N° 265 Inmaculada Niña María del Barrio de Marcacoto.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a la ingeniera Norma Sosa Senticala y al geólogo Mauricio Núñez Peredo, para realizar la evaluación de peligros geológicos, en el sector previamente mencionado y la cual se realizó el 23 de marzo del presente año en coordinación con la directora de la I.E.I. N° 265 Inmaculada Niña María.

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), 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 Provincial de Aija y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### **1.1. Objetivos del estudio**

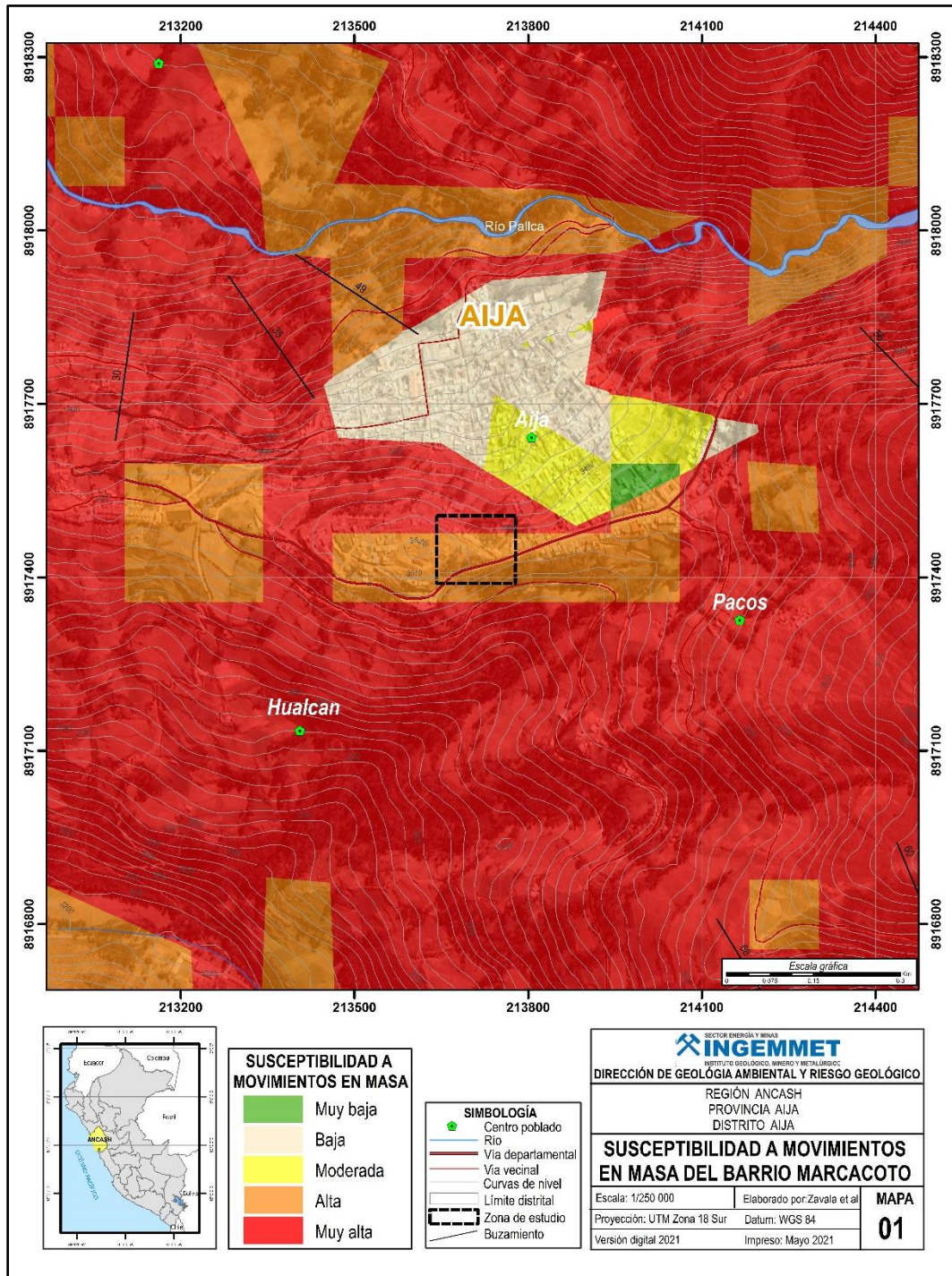
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que se presentan en el sector del Barrio Marcocoto, eventos que comprometen la seguridad física de población, vías de comunicación y sus medios de vida en la zona de influencia de los eventos.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) 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, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos geológicos en la región Ancash” (Zavala et al., 2009). Este contiene el inventario de peligros geológicos en la región Áncash, en el cual se registra un total de 2 129 ocurrencias. Así mismo, de acuerdo al mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000, se evidencia que el Barrio de Marcacoto y alrededores se encuentran en **zonas de susceptibilidad Alta**, (figura 1). Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.
- B) Boletín N° 76, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca” (Cobbing et al., 1995). En este boletín se describen las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio y alrededores; así como la dirección de estructuras principales e interpretaciones geológicas. Además, señala de manera regional las unidades geomorfológicas donde se ubica el Barrio de Marcacoto.
- C) Boletín N° 76, Serie A, Carta Geológica Nacional “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian, y Yanahuanca” (Cobbing et al., 1996). En este boletín se describen las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio y alrededores; así como la dirección de estructuras principales e interpretaciones geológicas.



**Figura 1:** Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa del sector del Barrio de Marcacoto y alrededores (Fuente: Zavala et al., 2009).

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

El Barrio de Marcacoto, políticamente pertenece al distrito y provincia de Aija, región Ancash (figura 2), se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S):

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de estudio.

N°	<b>UTM - WGS84 - Zona 19L</b>		<b>Geográficas</b>	
	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
1	213779.29	8917387.74	9°47'1.56"S	77°36'32.58"O
2	213640.06	8917387.74	9°47'1.52"S	77°36'37.14"O
3	213640.06	8917508.46	9°46'57.59"S	77°36'37.11"O
4	213779.29	8917508.46	9°46'57.62"S	77°36'32.55"O
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
C	213703.89	8917465.46	9°46'59.00"S	77°36'35.05"O

#### 1.3.2. Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio se realizó por vía terrestre desde la oficina central de Ingemmet (Lima), mediante la siguiente ruta, (cuadro 2):

**Cuadro 2.** Ruta de acceso.

<b>Ruta</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo estimado</b>
Lima – Barranca	Asfaltada	208	3 horas 30 min
Barranca – Recuay	Asfaltada	191	3 horas 26 min
Recuay – Aija	Afirmada	42.2	1 hora 34 min



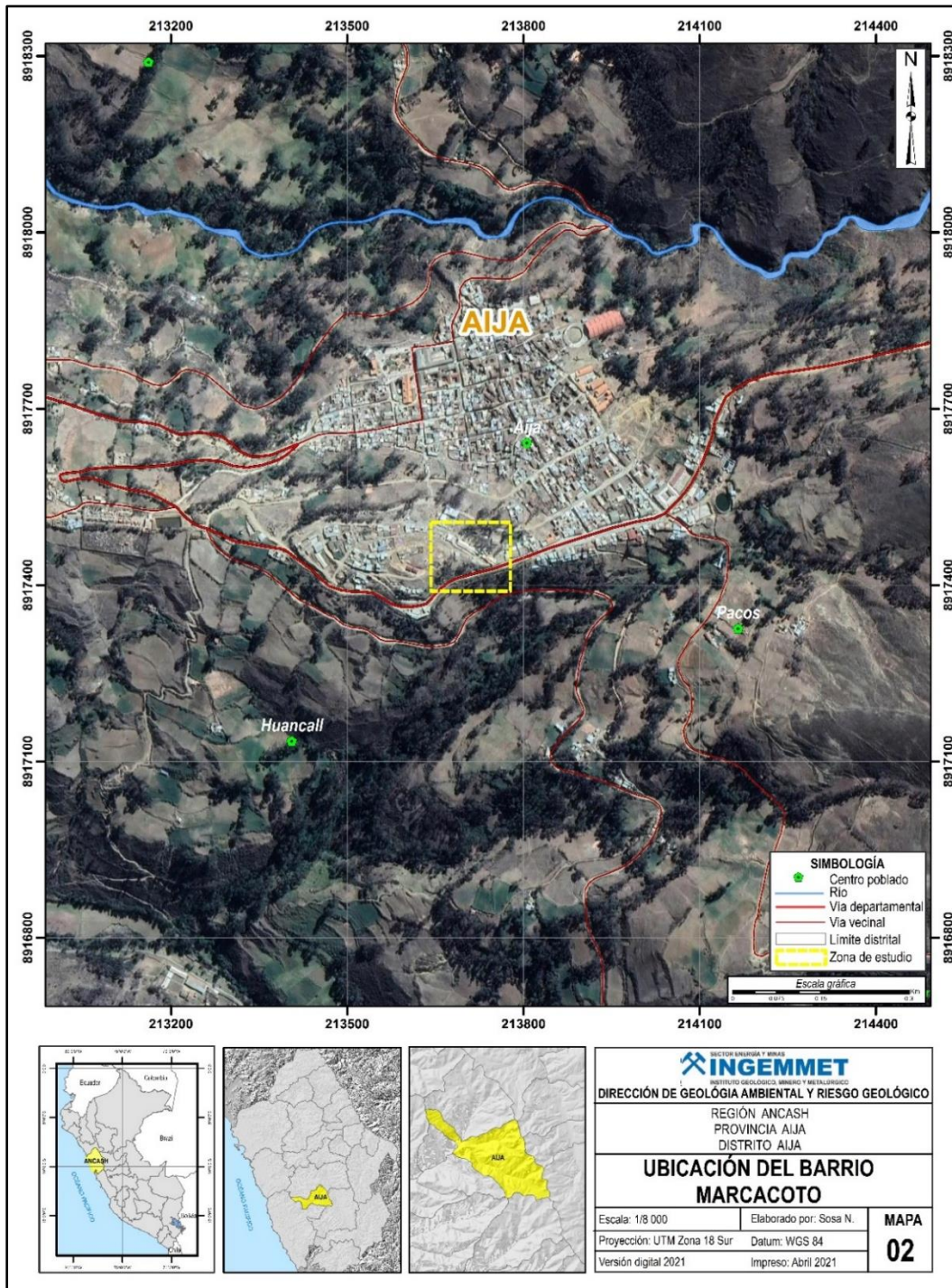


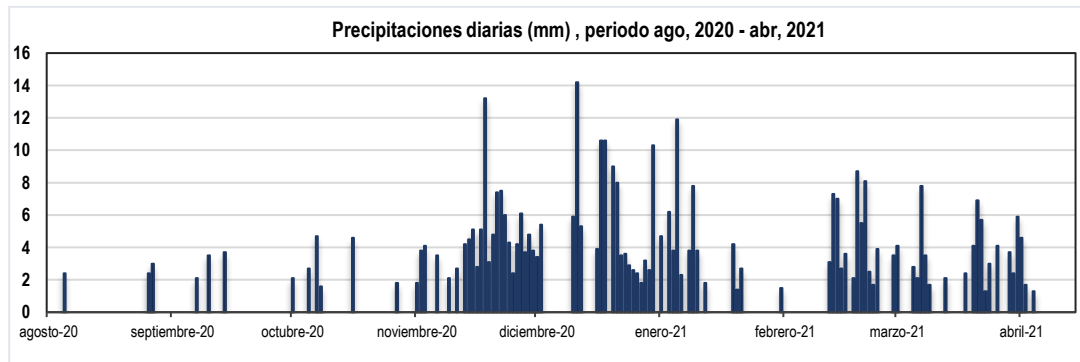
Figura 2. Mapa de ubicación del sector del Barrio Marcacoto. (Fuente: Elaboración propia).

### 1.3.3. Clima e hidrografía

El clima en el distrito de Aija es muy variado, caracterizado especialmente por tener un clima semifrío con temperaturas promedio de 1.9° en invierno y 17.1° en verano.

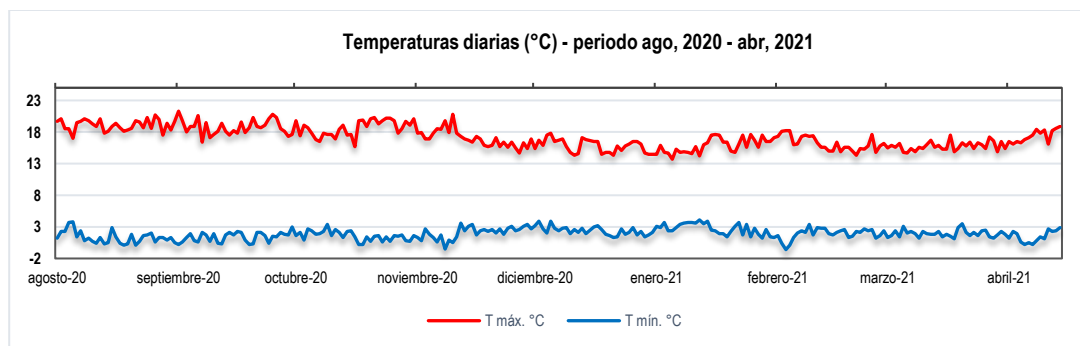
Por otro lado, y de forma más específica, según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2010), el sector de Huantay y alrededores está influenciada por un clima semifrío-semiseco, caracterizado por una deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia y de acuerdo a la fuente de datos hidrometeorológico de la Estación Aija (SENAMHI), la precipitación máxima registrada en el último periodo agosto, 2020 – abril, 2021 fue de 14.2 mm (figura 1). Así mismo, las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de noviembre a abril.



**Figura 3.** Precipitación diaria en mm, distribuidas a lo largo del último periodo: Ago,2020 – abr,2021, para el distrito de Aija. **Fuente:** Estación Aija, SENAMHI.

La temperatura anual oscila entre máxima de 21.3°C en verano y mínima de -0.6°C en invierno (figura 4). Presenta una humedad promedio de 72.8% durante casi todo el año (Fuente: Estación Aija, SENAMHI).



**Figura 4.** Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del último periodo: Ago,2020 – abr,2021, para el distrito de Aija. **Fuente:** Estación Aija, SENAMHI

La red hidrográfica en la zona evaluada, tiene como curso principal el río Huarmey formada por la unión de los ríos Aija, Cotaparaca y Malvas.

## **2. ASPECTOS GEOLÓGICOS**

La geología del área de estudio se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Huaraz, 20h-II, escala 1:50,000 (Navarro et al., 2010), así como la información contenida en el Boletín N° 76: “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian, y Yanahuanca” (Cobbing et al., 1996), publicados por Ingemmet.

De igual manera se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite y observaciones de campo.

### **2.1. Unidades litoestratigráficas**

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona evaluada y alrededores, son principalmente de origen sedimentario de la Formación Chicama, así como depósitos recientes coluviales y aluviales.

#### **2.1.1. Formación Chicama (JsKi)**

La Formación Chicama, consiste de limoarcillitas de grano fino de color blanquecino a gris pardusco, muy fisibles con intercalaciones de limoarcillitas de color gris oscuro a negro y areniscas de color gris pardusco de grano fino (figura 5), dispuestas en estratos delgados (78 cm aprox.). Se presume que sobreyace en discordancia sobre formaciones más antiguas. El contacto superior está en discordancia paralela con la Formación Oyón.

El substrato rocoso se encuentra muy fracturado, mostrándose astilloso con espaciamientos muy próximas entre sí (0.05 a 0.30 m) y aberturas algo abiertas (0.1-1.0 mm), lo que permitiría la filtración de agua proveniente de las lluvias. Además, estas rocas se encuentran altamente meteorizadas, es decir más de 50% esta desintegrada a suelo.

#### **2.1.2. Depósitos cuaternarios**

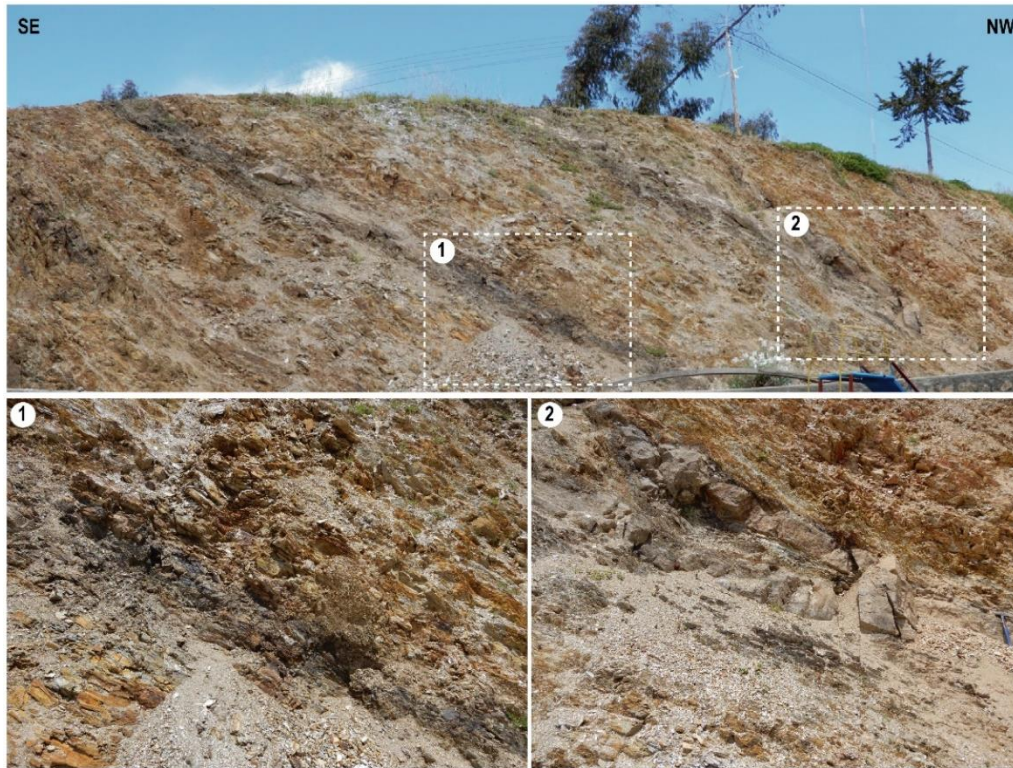
##### **Depósitos coluviales (Q-co):**

Son aquellos depósitos que se encuentran acumulados al pie de laderas, como material del escombro constituido por fragmentos rocosos angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea. Los depósitos de esta unidad carecen de relleno, son sueltos sin cohesión, conformando taludes de reposo poco estables (figura 6).

##### **Depósito aluvial (Q-al):**

Conformados por depósitos de gravas y arenas redondeados a subredondeados; transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias, formando parte de la llanura de inundación, así como de las terrazas fluviales; son de edad Cuaternario.





**Figura 5:** Vista con dirección al SO, donde se distingue un afloramiento de limoarcillitas de color gris pardusco muy fisibles con intercalaciones de limoarcillitas de color gris oscuro (1), con intercalaciones de areniscas gris pardusca, dispuestas en estratos delgados (2). El substrato rocoso se encuentra muy fracturado y altamente meteorizado.



**Figura 6.** Depósitos coluviales, constituido por fragmentos rocosos angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea. Carecen de relleno, sueltos y sin cohesión, se ubica en las coordenadas UTM 8917538 N, 213796 E, con una altitud de 3461 m s.n.m.



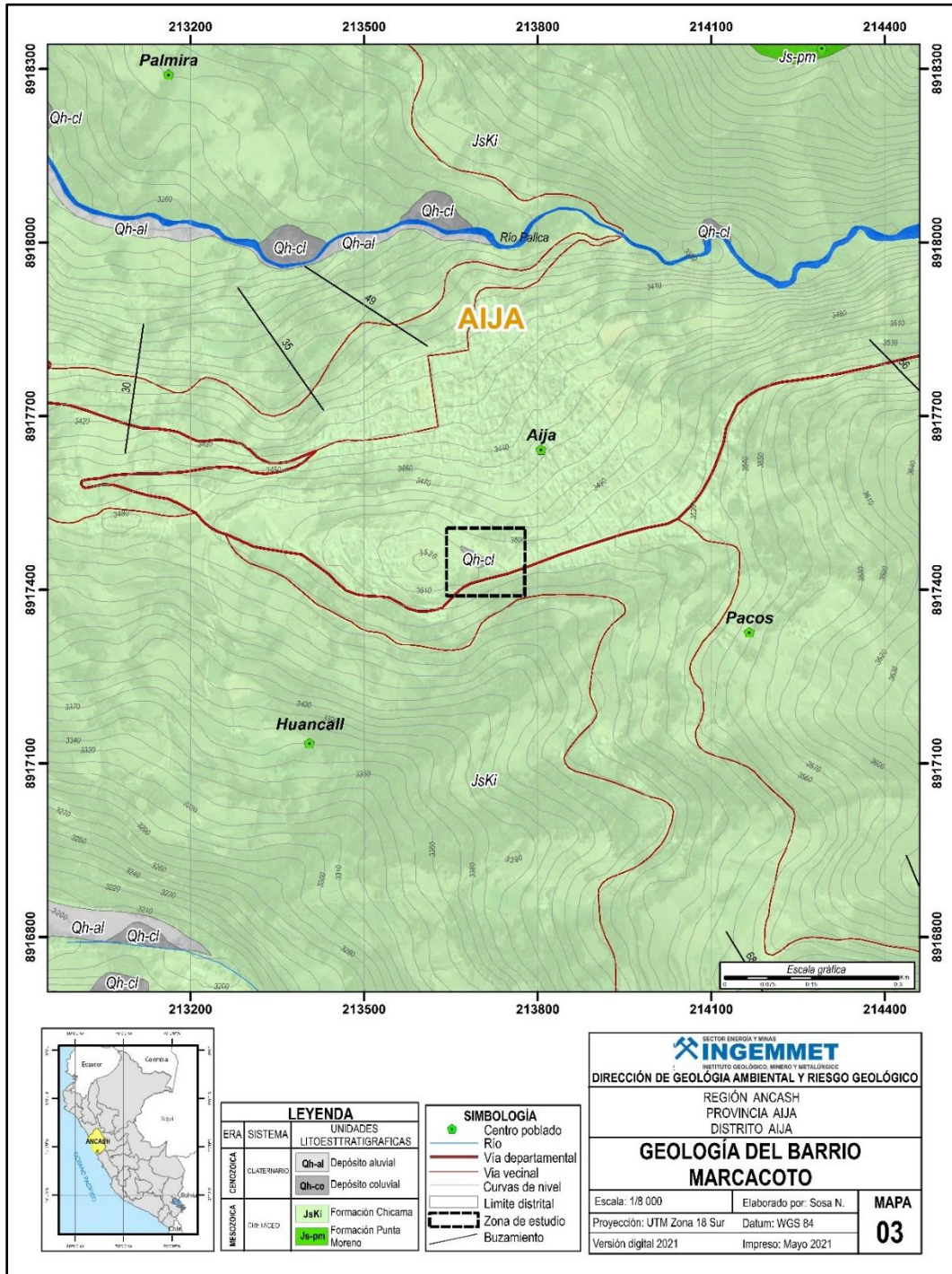


Figura 6. Mapa geológico del sector del Barrio de Marcacoto y alrededores. (Modificado de Navarro et al., 2010).

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

#### 3.1. Pendientes del terreno

La I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del barrio Marcoto y alrededores se encuentran en una ladera cuyos rangos de pendientes van desde la conformación de terrenos llanos (0°-1°), que pasan a inclinación suave (1°-5°) y de pendiente moderada (5°-15°), conformando una amplia depresión de dirección norte sur, originada por la erosión fluvial y la actividad geodinámica.

Se encuentra rodeado por terrenos de pendientes fuerte (15°-25°) a muy fuerte (25°-45°) a muy escarpados (>45°), que corresponde a montañas sedimentarias.

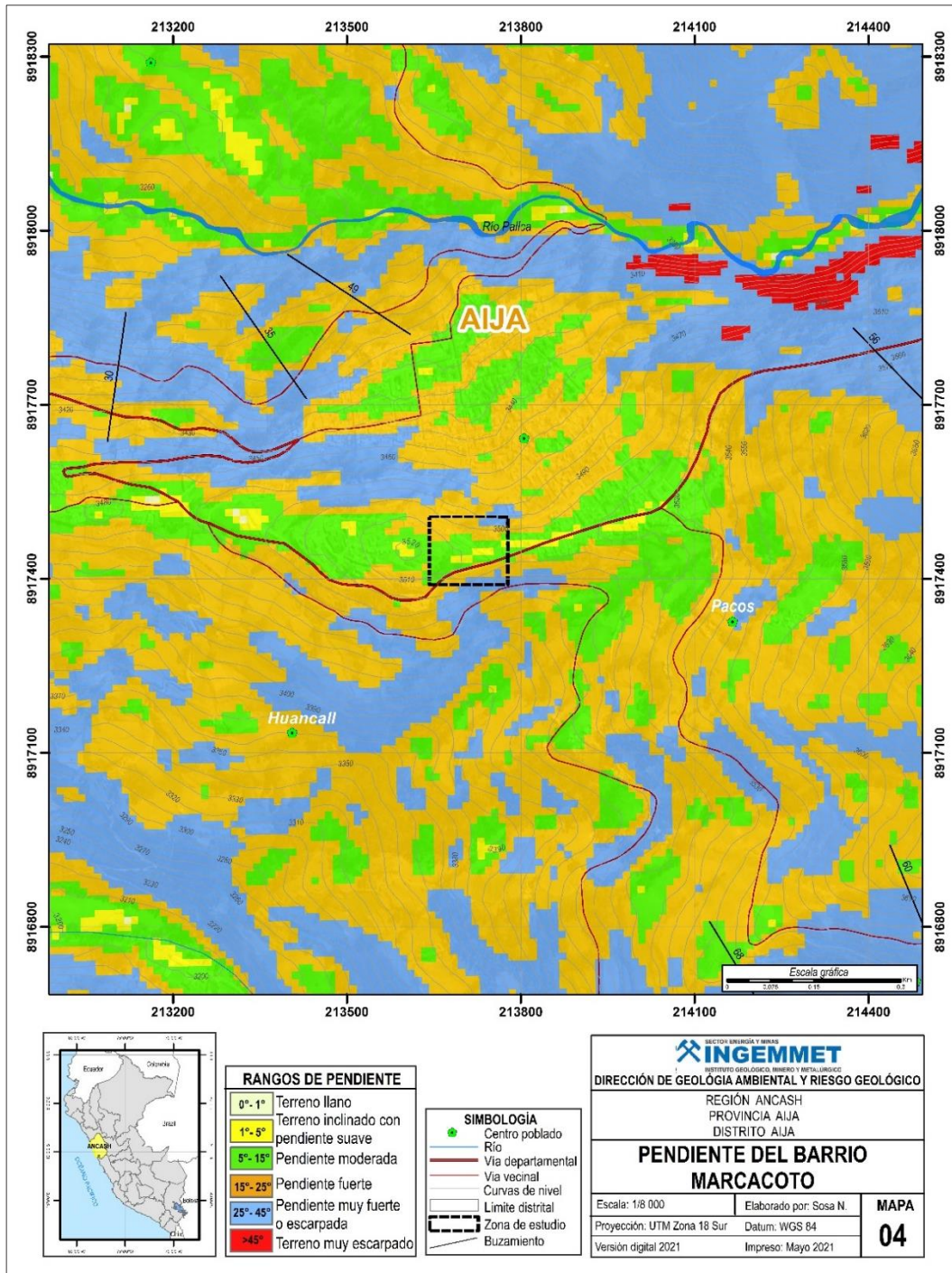
La pendiente del sector evaluado se encuentra en una ladera de pendiente moderada (5°-15°), (figura 7). Por la intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, cuyas características principales se describen en el siguiente cuadro 3.

**Cuadro 3.** Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano	Son terrenos llanos cubiertos por depósitos cuaternarios que se distribuyen principalmente a lo largo del fondo de valle, asociado a unidades como terrazas fluviales y aluviales.
1°a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de fondos de valles, planicies y cimas de lomadas de baja altura, también en terrazas aluviales y planicies.
5°a 15°	Moderado	Terrenos con moderada pendiente, se ubican principalmente al pie de las laderas de las montañas y colinas, a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes. En este rango se ubica la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del barrio Marcacoto y alrededores.
15°a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las colinas, lomadas y montañas.
25°a 45°	Muy fuerte	Se encuentran en laderas de montañas sedimentarios, en donde se asienta el distrito de Aija, así como terrazas aluviales, que forman acantilados y vertientes en los valles. En este rango de pendiente, generalmente se registran procesos de erosión en cárcava y en los cortes de taludes pueden ocurrir deslizamientos, derrumbes o caídas de rocas.
>45°	Muy escarpado	Ocupa áreas muy reducidas, distribuidas a lo largo de laderas, cumbres de colinas, montañas volcánicas, así como en quebradas donde existe erosión cárcava

Fuente: Ingemmet 2017.





**Figura 7.** Pendientes de la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del barrio Marcacoto y alrededores. (Elaboración propia).

## 3.2. 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. (Vilchez et al., 2019). Mantener un modelo de referencias.

En la zona evaluada y alrededores se han identificado las siguientes geoformas:

### 3.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes 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). Así en el área evaluada se tienen:

#### 3.2.1.1. Unidad de montañas

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual.

Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (RM-rs): estas montañas han sido levantadas por la actividad tectónica y su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia-escorrentía, los glaciares y el agua de subsuelo. En estas montañas el plegamiento de las rocas superficiales no conserva rasgos reconocibles de las estructuras originales, sin embargo, estas pueden presentar localmente laderas controladas por la estratificación de rocas sedimentarias.

La zona evaluada corresponde a montañas modeladas en rocas sedimentarias de la Formación Chicama, compuesto por limoarcillitas de color gris blanquecina a gris pardusca, de grano fino, muy fisibles con intercalaciones de areniscas de color gris pardusco de grano fino, (figura 8), la pendiente en estas subunidades es de moderada (5°-15°) a muy fuerte (25°-45°). Geodinámicamente se encuentra asociado a la ocurrencia de derrumbes, flujos y procesos de erosión de laderas.





**Figura 8.** Vista con dirección al este del poblado de Aija, donde se puede observar las montañas conformadas por la secuencia sedimentaria de la Formación Chicama.

### 3.2.2. Geformas de carácter tectónico depositacional y agradacional

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geformas anteriores. Se tienen las siguientes unidades y subunidades:

#### 3.2.2.1. Unidad de piedemonte

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arena, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos pueden ocupar grandes extensiones. Se identificó la siguiente subunidad:

Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd): Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales no consolidados a ligeramente consolidados, son depósitos de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles. Su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa, también se

incluye deslizamientos en procesos de formación cuya escarpa ya ha definido un cuerpo, que tienen avance lento.

Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd): Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial (acarreados y acumulados por efecto de la gravedad) y deluvial (acumulación de material al pie de laderas, depositados por flujos de agua que lavan materiales sueltos de las laderas). Se encuentra interestratificados y no es posible separarlos como unidades individuales, estos se acumulan al pie de laderas de montañas o acantilados de valles (figura 9). Se pueden asociar geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo movimientos complejos, reptación de suelos, avalancha de detritos y flujos de detritos.

Subunidad de terraza aluvial (T-al): Corresponden a terrenos ubicados encima del cauce del río Pallca, es común que se produzcan en sus márgenes activas erosión fluvial y socavamiento en sus taludes (figura 9). Está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), transportados por la corriente del río Pallca. Se pueden asociar geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo movimientos complejos, reptación de suelos, avalancha de detritos y flujos de detritos.



**Figura 9.** Vista con dirección hacia el norte, donde se observa terrazas aluviales en las márgenes del río Pallca; así mismo se observó vertiente de depósitos coluvio-deluviales.



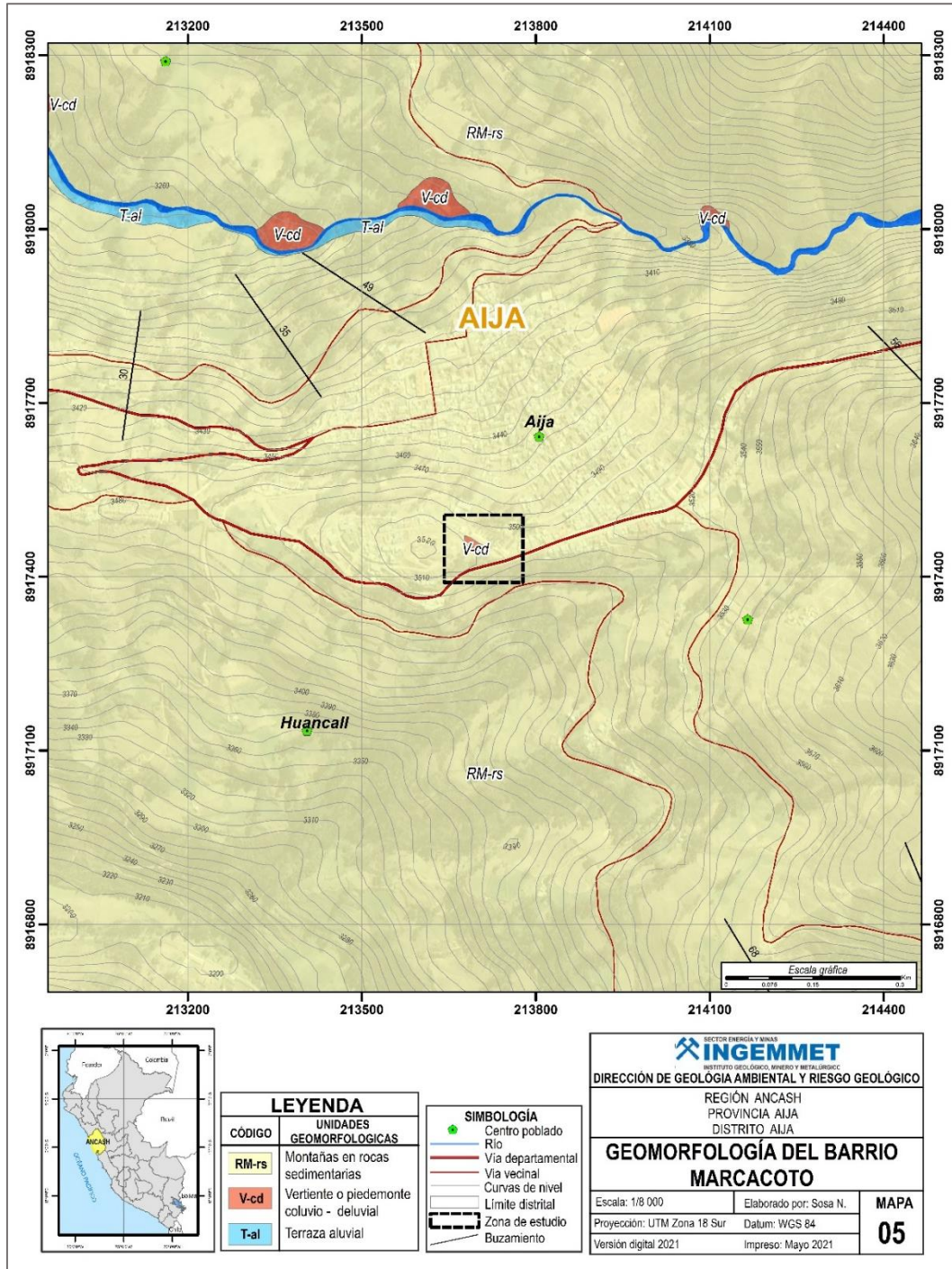


Figura 12. Geomorfología del Barrio de Marcacoto. (Fuente: Elaboración propia).

## 4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en el sector evaluado corresponden a los movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbe y erosión de laderas. (PMA: GCA, 2007). Estos procesos son resultado del proceso de modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en la Cordillera de los Andes por cursos de agua, 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.

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 “**desencadenate**” de estos eventos las lluvias periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.

Los peligros geológicos identificados en la zona inspeccionada y sus alrededores corresponden a los subtipos agrupados en la clase de movimientos en masa.

### 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 cambiando el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

Para la caracterización de los eventos geodinámico, se realizó en base a la información obtenida de 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 de terreno. En la zona de estudio se han identificado y caracterizado los siguientes peligros geológicos:

### 4.2. Derrumbe en la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del Barrio Marcoto

El evento ocurrido corresponde a un derrumbe ubicado a solo dos metros de la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María (figura 13), ubicado en la Av. Pedro Pablo Atusparia del Barrio Marcacoto. Es preciso indicar, que esta institución tiene 35 años de antigüedad y sus ambientes están construidos de material de adobe.

Este evento afectó los juegos recreativos de la institución, es por ello que, a consecuencia de esta afectación, en el año 2017, con presupuesto del Niño Costero, instalaron un muro de contención de concreto para evitar su reactivación (figura 14).



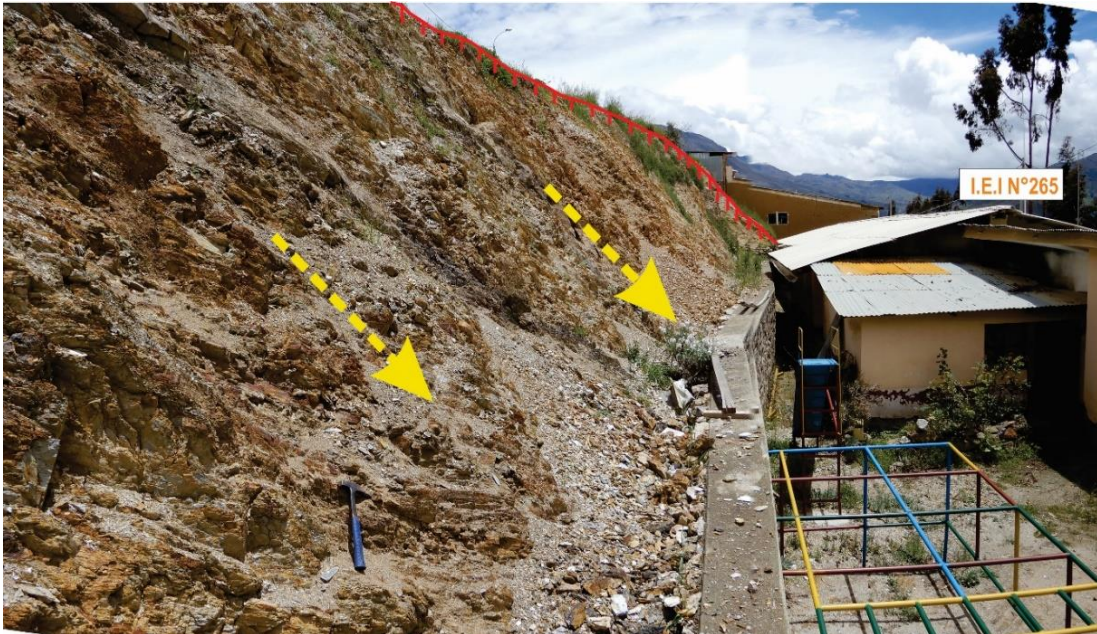
#### 4.2.1. Características visuales del evento

El derrumbe ocurrido en la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del Barrio Marcacoto, presenta las siguientes características y dimensiones:

- Arranque: Talud rocoso fracturado
- Zona de arranque: Ladera
- Tipo de rotura: Vuelco/mixto
- Derrumbe generado por corte de talud
- Forma de zona de arranque: Irregular, discontinuo
- Dimensiones del depósito:
  - o Longitud de arranque: 43 m
  - o Altura de arranque: 5 m
- Pendiente del talud: Entre 13° y 15°
- Efecto principal: Afectación a los juegos recreacionales de la institución.
- Material depositado en el patio de la institución, el cual fue removido hace dos años.



**Figura 13.** Vista con dirección al sur desde la plaza central del distrito, donde se ha delimitado con línea roja la escarpa del derrumbe, ubicado a solo 2 metros de la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María.



**Figura 14.** Vista donde se observa el derrumbe que afecto parte de los juegos de la institución educativa, actualmente cuenta con un muro de contención (concreto).

#### 4.2.2. Factores condicionantes

- Ladera con pendiente pronunciada, de fuerte ( $15^{\circ}$  a  $25^{\circ}$ ) a muy fuerte ( $25^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ). Esto permite que la masa inestable que se encuentra en la ladera tienda a desplazarse cuesta abajo.
- Configuración geomorfológica del área (montaña en roca sedimentaria).
- Litología conformada por limoarcillitas de grano fino, muy fisibles con intercalaciones de areniscas de grano fino, dispuestas en estratos delgados, las cuales se encuentran muy fracturadas, ello favorece la infiltración de aguas que aceleran la meteorización de la roca.
- El substrato rocoso se encuentra altamente meteorizado.
- Filtraciones de agua al subsuelo.

#### 4.2.3. Factores detonantes o desencadenantes

- Lluvias intensas y/o extraordinarias entre los meses de noviembre a marzo, saturan los terrenos y los desestabilizan. En los depósitos, al saturarse genera un aumento de peso.
- Movimientos sísmicos de gran magnitud que generen o activen los movimientos en masa.
- Voladura de rocas por trabajos mineros (explosiones).

#### 4.2.4. Daños por peligros geológicos

El evento de derrumbes ocurrido en la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del Barrio Marcacoto, afectó los juegos recreativos de la I.E. I. N°265 Inmaculada Niña María. Así mismo, podría afectar cuatro ambientes de la Institución.

Los asentamientos y agrietamientos que presenta la infraestructura educativa, son producto de la antigüedad de la construcción y la falta de drenaje pluvial.

En el cuadro 4, se detallan los ambientes:

**Cuadro 4.** Ubicación de los ambientes afectadas.

PUNTOS DE CONTROL	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM		
		Norte	Este	Altitud
173	Ambiente utilizado para la preparación de alimentos	8917454	213724	3495 m s.n.m
174	Canal sin revestimiento	8917453	213725	
175	Servicios higiénicos de niños	8917459	213721	
176	Servicios higiénicos de niñas	8917458	213726	
177	Ambiente deshabitado, medidas de seguridad	8917464	213714	
178	Ambiente utilizado para el dictado de clases	8917465	213697	
179	Vereda del centro educativos	8917475	213697	
180	Ambiente utilizado para el dictado de clases	8917469	213697	

El primer ambiente que pudo ser verificado era utilizado para la preparación de alimentos para los estudiantes, en el cual se observó la presencia de agrietamientos en las paredes y piso (figura 15), estas tienen aberturas de 0.02 cm en las paredes y 0.03 cm en el piso, además presentan profundidades similares. Del mismo modo, el techo presenta agrietamientos con longitudes de hasta 1.5 m (figura 16). Estas características generaron la preocupación de la directora, quien decidió deshabitar dicho ambiente como medida de seguridad y en la actualidad está siendo utilizada únicamente como depósito.



De la misma forma, los servicios higiénicos de los niños y niñas presentan características similares.

El segundo ambiente verificado presenta características similares, con agrietamientos en el piso y en el techo con aberturas de hasta 0.03 cm, profundidades de 0.02 cm y longitudes de hasta 1.20 m. Actualmente este ambiente, también se encuentra deshabitado por medida de seguridad, según indica la directora de dicha institución educativa (figura 17).

El último ambiente fue construido en el año 1990, la misma que cuenta con losetas en el piso (instalado el año 2018), donde se observó que algunas de estas, presentan rajaduras y a simple vista se observa un ligero desnivel del piso, por mala instalación de las losetas (figura 18).



**Figura 15.** Se aprecia agrietamientos en la pared y piso del ambiente que era utilizado para la preparación de alimentos del alumnado de dicha institución, hoy deshabitado.





**Figura 16.** El primer ambiente presenta agrietamientos menores a 0.02 cm, con profundidades similares y longitudes de hasta 1m, en las paredes y pisos.



**Figura 17.** Ambiente deshabitado por medida de seguridad, debido a las presencias de agrietamientos en el piso y techo.



**Figura 18.** En el tercer ambiente, aquí se pudo evidenciar que la loseta instalada hace dos años, ya presenta agrietamiento en el piso, también se observó que la loseta presenta un desnivel.

Por último, se pudo observar que la institución educativa, no cuenta con un drenaje pluvial adecuado, lo que hace que el terreno se sature.



**Figura 19.** Es importante mencionar que la pared de la institución presenta humedad, esto se debe a que el techo, no cuenta con canaleta de drenaje por donde discorra el agua de las lluvias, por consiguiente, se está generando empozamiento principalmente en temporadas de lluvias. Se recomienda la instalación de un canal.



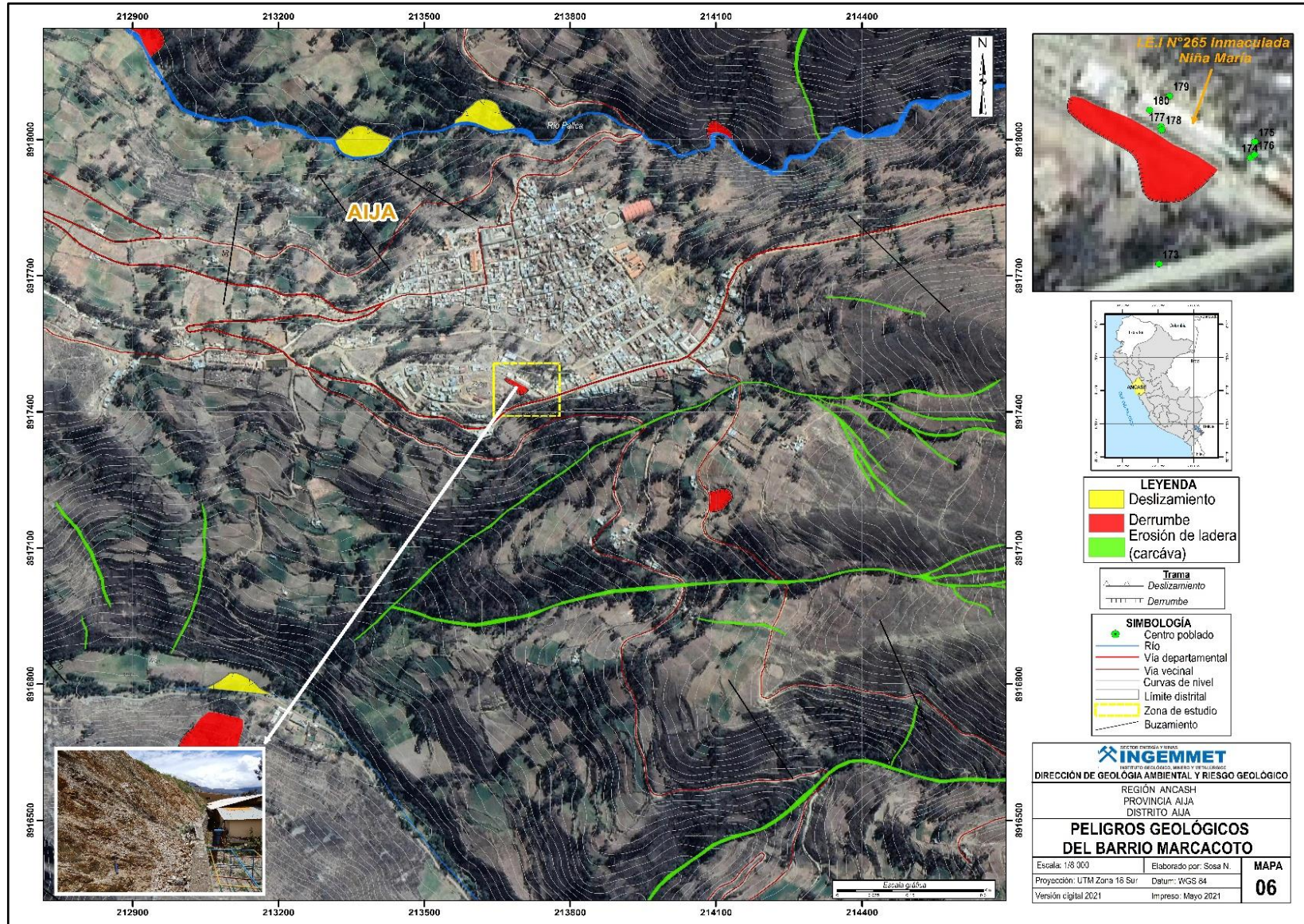


Figura 20. Mapa de peligros geológicos de la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del barrio Marcacoto y alrededores (Elaboración propia).

## 5. CONCLUSIONES

- 1) En la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del barrio Marcacoto y alrededores se identificaron peligros geológicos por movimientos en masa (derrumbe) así como erosión de laderas.
- 2) El derrumbe identificado en la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del barrio Marcacoto, tiene un arranque con una longitud de 43 m y altura de 5 m, existe una distancia < 2 m entre la institución y la ladera.
- 3) El derrumbe afectó a los juegos recreativos ubicados en el patio de la I.E. I. N°265 Inmaculada Niña María. Este proceso actualmente podría afectar cuatro ambientes más de la Institución.
- 4) Los asentamientos y agrietamientos que presenta la infraestructura educativa, son producto de la antigüedad de la construcción (35 años) y la falta de drenaje pluvial.
- 5) Litológicamente la zona de estudio se asienta sobre la Formación Chicama, compuesto de limoarcillitas de grano fino, muy fisibles con intercalaciones de limoarcillitas de grano fino, dispuestas en estratos delgados, geomecánicamente se encuentran muy fracturadas (astillosas). con espaciado muy próximas entre sí y presentan aberturas algo abiertas, lo que permitirá la filtración de agua proveniente de las lluvias. Además, estas rocas se encuentran altamente meteorizadas, es decir más de 50% esta desintegrada a suelo.
- 6) Geomorfológicamente la zona de estudio se encuentra sobre montañas en roca sedimentaria, reducido por procesos erosionales originado por movimientos en masa recientes. Así mismo, se encuentran terrenos de pendiente moderada (5°-15°). La pendiente es un factor condicionante ante la ocurrencia de movimientos en masa.
- 7) Se considera como factor detonante del derrumbe, las lluvias periódicas y/o extraordinarias, así como movimientos sísmicos de gran magnitud que generen o activen derrumbes.
- 8) Por las condiciones geológicas, mencionadas anteriormente, a la I.E.I. N°265 Inmaculada Niña María del barrio Marcacoto se considera como **peligro moderado**, a la ocurrencia de derrumbes, y se consideraría a este punto como **zona crítica**.



## 6. RECOMENDACIONES

- 1) Realizar el sellado de las grietas, para evitar la filtración de agua.
- 2) Realizar un monitoreo continuo y progresivo de las zonas donde presentan agrietamientos, que permitan tener un registró de su desarrollo, lo mismo que servirá para dar alertas ante movimientos rápidos.
- 3) Instalar zanjas de drenaje (impermeabilizadas) sobre la cabecera del derrumbe, con la finalidad de colectar las aguas de las lluvias y drenarlas hacia el canal revestido, evitando que se infiltren en las aberturas. El sistema de drenaje debe estar constituido por tuberías de PVC o mangueras.
- 4) Realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos por movimientos en masa y gestión del riesgo de desastres, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de este tipo de eventos, que pueden afectar la seguridad física.
- 5) Revisar la estructura del muro de contención instalado el 2017, con la finalidad de descartar movimiento.

  
**Norma Luz Sosa Senticala**  
Especialista en peligros geológicos  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

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



## 7. BIBLIOGRAFÍA

Cobbing, J., Sanchez, A., Martínez, W., Zárate, H. (1996). "Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca". INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional.

Navarro, P., Rodriguez, F., Pajuelo, D., Chavez, L., (2010). Mapa Geológico del Cuadrangulo de Haraz (20-h) Hoja 20-h-II. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional.

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.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2020) – SENAMHI. (consulta: 03 de enero 2020). <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>.

Villota, H. (2005) – Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. 2. Ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

Zavala, B.; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G. & Barrantes, R. (2009). Riesgos geológicos en la región Áncash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica, 38, 280p.

## ANEXO 1: GLOSARIO

**Peligros geológicos:** Son fenómenos que podrían ocasionar pérdida de vida o daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental.

**Susceptibilidad:** Es el grado de propensión que tiene una zona a que en ella se genere o resulte afectada por un movimiento en masa debido a sus condiciones intrínsecas, las cuales pueden ser la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de fuerza, las condiciones de drenaje superficial y subsuperficial, la cobertura del terreno y la trayectoria de la masa en movimiento, (UNDRO,1979).

**Derrumbe:** Son fenómenos asociados a la inestabilidad de las laderas de los cerros, consisten en el desprendimiento y caída repentina de una masa de suelo o rocas o ambos, que pueden rodar o caer directamente en forma vertical con ayuda de la gravedad, (figura 1). Son producidos o reactivados por sismos, erosión (socavamiento de la base en riberas fluviales o acantilados rocosos), efecto de la lluvia (saturación de suelos incoherentes) y la actividad humana (acción antrópica: cortes de carreteras o áreas agrícolas). Estos movimientos tienen velocidades muy rápidas a extremadamente rápidas (Vilchez, 2019).

**Agrietamiento:** Aparición o formación de grietas en una superficie, conocido también como craqueo, escupidura, quebrantadura, rotura.

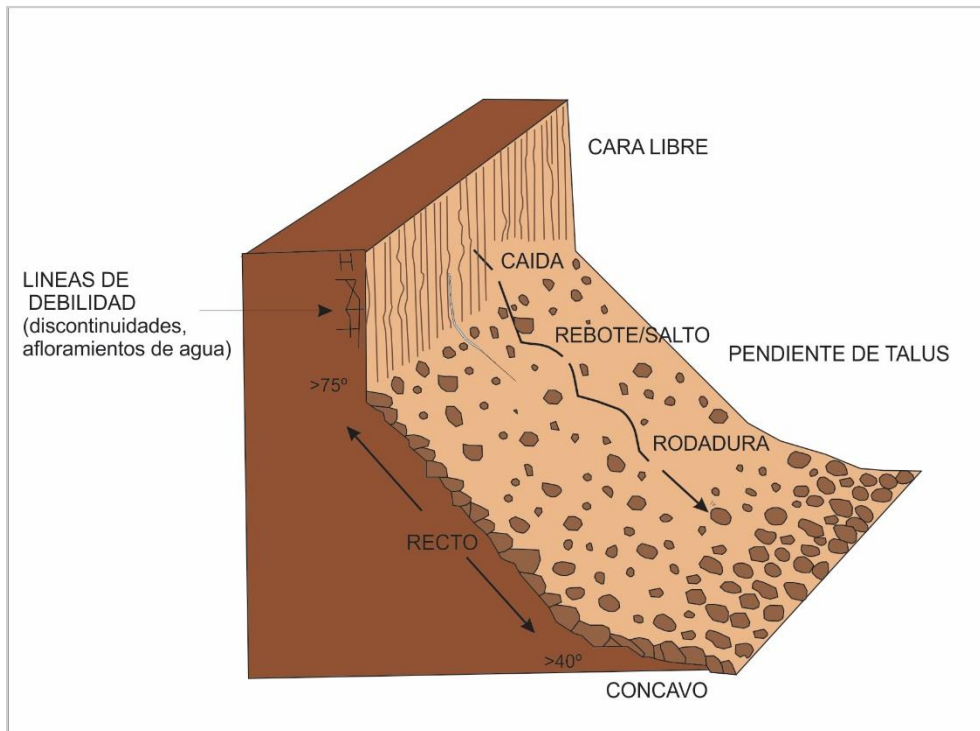


Figura 1. Esquema derrumbe.

**Erosión de laderas:** Este tipo de eventos son considerados predecesoras en muchos casos a la ocurrencia de grandes eventos de movimientos en masa. La erosión de los suelos es producto de la remoción del material superficial por acción del agua o viento. El proceso se presenta gracias a la presencia de agua en forma de precipitación pluvial (lluvias) y escorrentías (escurrimiento), que entra en contacto con el suelo (figura 2).

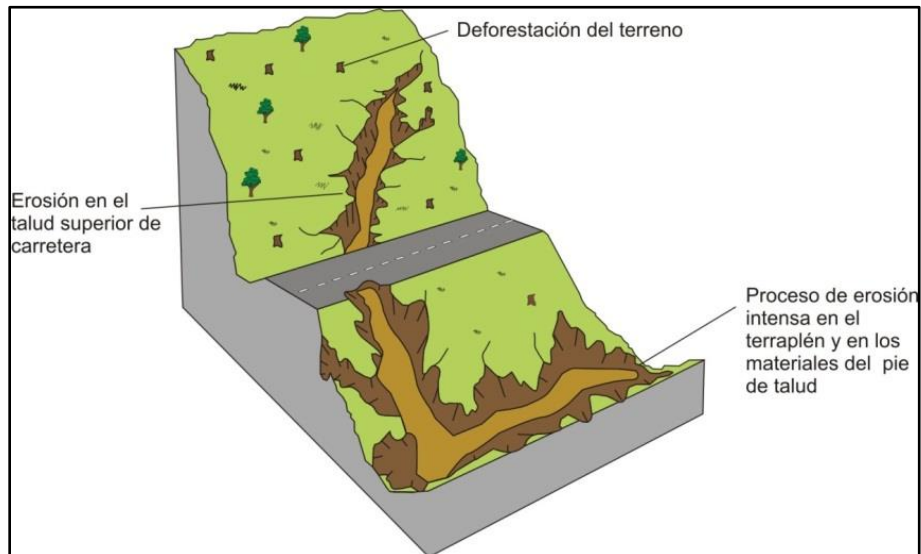


Figura 2. Esquema de erosión de laderas en cárcavas.

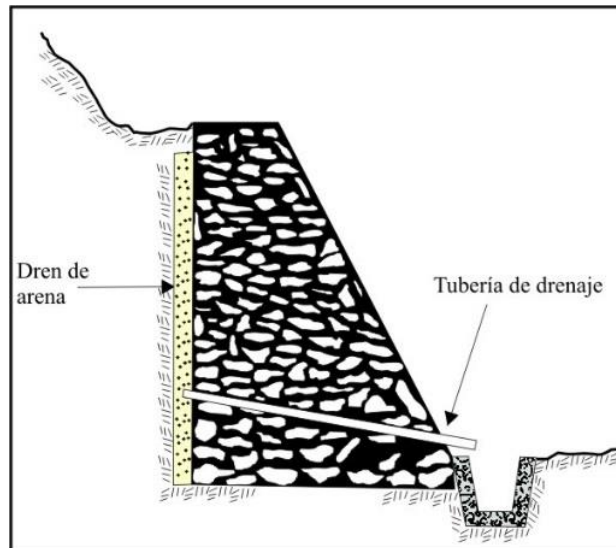
## ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

**Muros de gravedad.** Son los muros más antiguos, conforman elementos pasivos en los que el peso propio es la acción estabilizadora fundamental (figuras 3, 4 y 5). Se construyen de hormigón en masa, pero también existen de ladrillo o mampostería y se emplean para prevenir o detener deslizamientos de pequeño tamaño. Sus grandes ventajas son su facilidad constructiva y bajo costo.

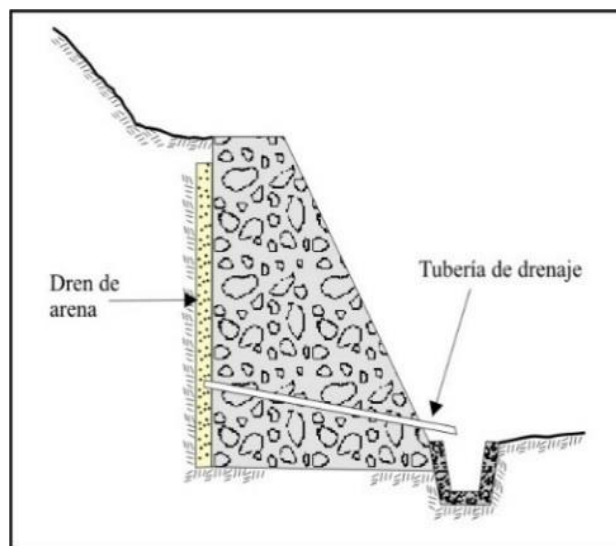


Figura 3. Muros de gravedad de piedra seca.





**Figura 4.** Muros de gravedad de piedra argamasada (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000).



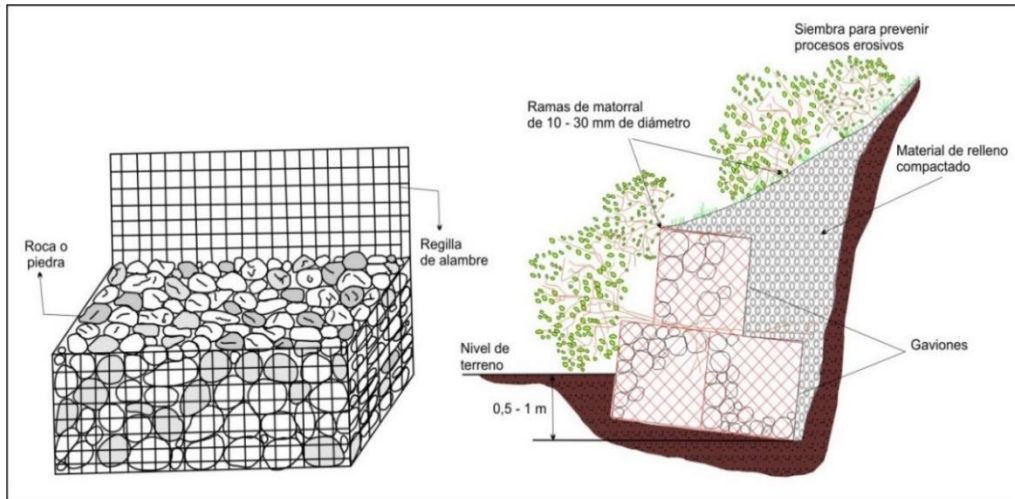
**Figura 5.** Muros de gravedad de concreto ciclópeo (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000)

**Muros de gaviones.** Los gaviones son elementos con forma de prisma rectangular que consisten en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable (caliza, andesita, granitos, etc.), retenido por una malla de alambre metálico galvanizado (figura 6).

Los muros de gaviones trabajan fundamentalmente por gravedad. Generalmente se colocan en alturas bajas, aunque algunas veces se colocan en alturas medianas (hasta 25 m de alto y 10 m de ancho) y funcionan satisfactoriamente. La relación entre la altura del muro y el ancho de la base del mismo es muy variable, y suele estar comprendida entre 1.7 y 2.4. Las ventajas que presenta son estas:

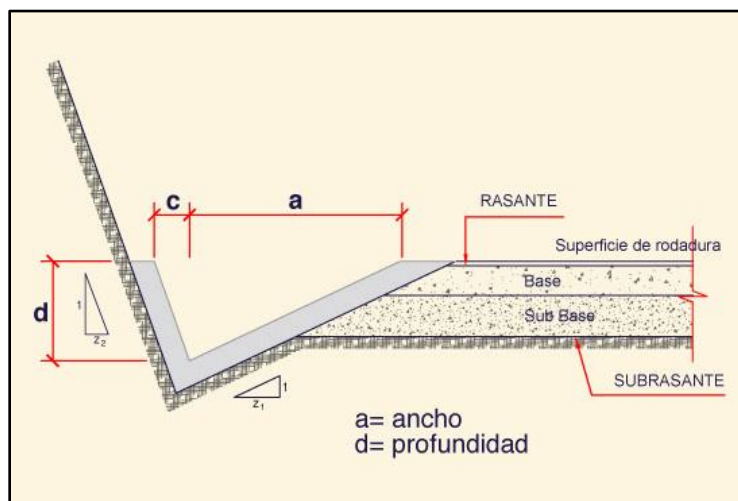
- Instalación rápida y sencilla.

- Estructuras flexibles que admiten asentamientos diferenciales del terreno.
- Sin problemas de drenaje ya que son muy permeables.
- Los empujes sobre el muro y su estabilidad al vuelco y deslizamiento se calculan de igual forma que en el caso de un muro de gravedad.



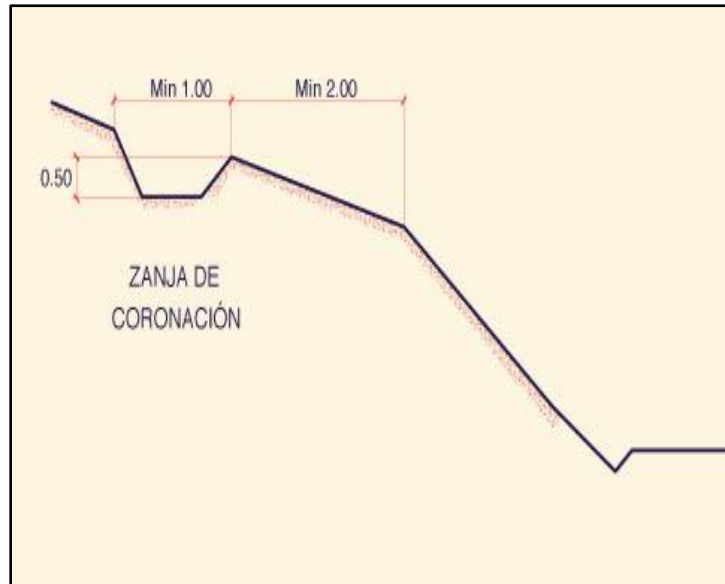
**Figura 6.** Muro de gavión.

**Cunetas:** Se proyectan para todos los tramos ubicados al pie de los taludes de corte, y/o en los lugares donde se esperen flujos considerables de agua que puedan interferir con la transitabilidad de la carretera. La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, o rectangular; en la práctica, la cuneta triangular es la más usada. El ancho  $a$  se mide desde el borde de la cuneta adyacente a la plataforma, hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad  $d$  se mide verticalmente desde el nivel del borde de la rasante hasta el fondo o vértice de la cuneta triangular (figura 7)

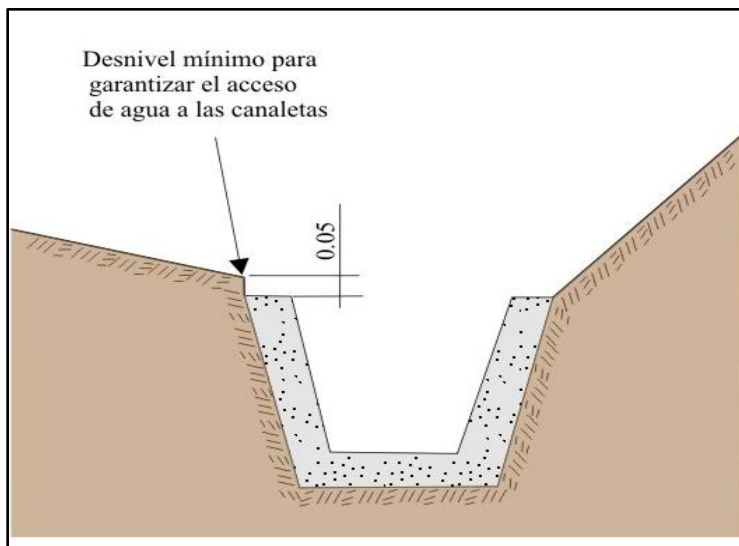


**Figura 7.** Sección típica de una cuneta triangular.

**Zanja de coronación:** Una zanja de coronación (o cuneta de coronación) se construye en la parte superior de un talud de corte, con el objeto de colectar las aguas que bajan por las pendientes naturales y conducir las hacia el área de descarga más próxima del sistema general de drenaje, evitando de este modo la erosión del terreno, particularmente en zonas con pendiente pronunciada (figura 8 y 9).



**Figura 8.** Zanja de coronación



**Figura 9.** Desnivel mínimo para los canales de coronación.