

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7144

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES DE SHANUCO Y PACCHAC PACHA

Región Áncash
Provincia Carhuaz
Distrito Amashca



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 los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha", distrito Amashca, provincia Carhuaz, departamento Ancash", informe técnico N°A7144, Ingemmet, 38 pág.

INDICE

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Objetivos del estudio	4
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	5
1.3. Aspectos generales	7
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Accesibilidad	7
1.3.3. Clima e hidrografía	9
1.3.4. Vegetación	9
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	10
2.1. Unidades litoestratigráficas.....	10
2.1.1. Formación Chimu (Ki-chi)	10
2.1.2. Formación Santa (Ki-s)	10
2.1.3. Depósitos cuaternarios	12
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	15
3.1. Pendientes del terreno	15
3.2. Unidades geomorfológicas	17
3.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	17
3.2.2. Geoformas de carácter tectónico depositacional y agradacional	18
4. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS	22
4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	22
4.2. Deslizamiento en el sector de Shanuco y Paccha Pacha	22
4.2.1. Características visuales del evento.....	23
4.2.2. Factores condicionantes.....	28
4.2.3. Factores detonantes o desencadenantes	28
4.2.4. Daños por peligros geológicos.....	29
5. CONCLUSIONES	31
6. RECOMENDACIONES	32
7. BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXO 1: GLOSARIO	34
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	36

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha que pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Amashca, provincia Carhuaz, 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 de actualización, confiable, oportuna y accesible en geología 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 Santa, compuesta por calizas y limoarcillitas altamente meteorizadas, muy facturadas y abiertas (milimétrico). Los movimientos en masa identificados en la zona, se desarrollaron principalmente en material coluvio-deluvial.

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 coluvio-deluvial). Se considera que el principal factor condicionante que originan la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa, es la pendiente del terreno que va de fuerte (15° - 25°) a muy fuerte (25° - 45°).

El principal proceso identificado en los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha corresponde al denominado movimiento en masa de tipo deslizamiento rotacional, evento que presenta una actividad geodinámica reciente. Este proceso afectó tuberías de riego tecnificado; cultivos de palta, maíz, tuna y melocotón. Así mismo presenta bloques colgados de 1 a 1.5 m que podría afectar viviendas asentadas al pie del evento.

Por las condiciones geológicas de los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha (geología, geomorfología y pendiente) se considera como peligro **Alto**, a la ocurrencia de deslizamiento, que pueden ser desencadenados en la temporada de lluvias, movimientos sísmicos y el factor antrópico.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones que se consideran importante 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.

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 Distrital de Amashca, según Oficio N° 002-2021-MDA/V.M.G.C./J.D.C., es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación del evento de tipo deslizamiento ocurrido el día viernes, 29 de enero de 2021 que afectó tuberías de riego tecnificado, así como cultivos de palta, maíz, tuna y melocotón

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a la ingeniera Norma Sosa Senticala y el Geol. Mauricio Núñez Peredo, para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el sector mencionado. Esta labor se efectuó el día 4 de febrero del presente año, para ello se realizaron coordinaciones con representantes del área de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Amashca.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías terrestres y aéreas), 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 Amashca, 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 presentan en los sectores Shanuco y Paccha Pacha, eventos que pueden comprometer la seguridad física de personas, obras de infraestructura y vías de comunicación.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de los fenómenos por movimientos en masa.
- c) Plantear 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” (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 los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha se encuentran en **zonas de susceptibilidad Moderada**, (figura 1). Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno), y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.
- B) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h) Escala 1: 100 000 (De la Cruz, J. 2003). Este estudio fue realizado dentro del Proyecto de Revisión y Actualización de la Carta Geológica Nacional, el cual contempla la descripción actualizada de la Formación Chimú del Grupo Goyllarisquizga, en forma detallada.
- C) Boletín N° 60, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari” (1995). En este boletín se muestran las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores que corresponde principalmente a rocas sedimentarias de la Formación Chimú del Grupo Goyllarisquizga.

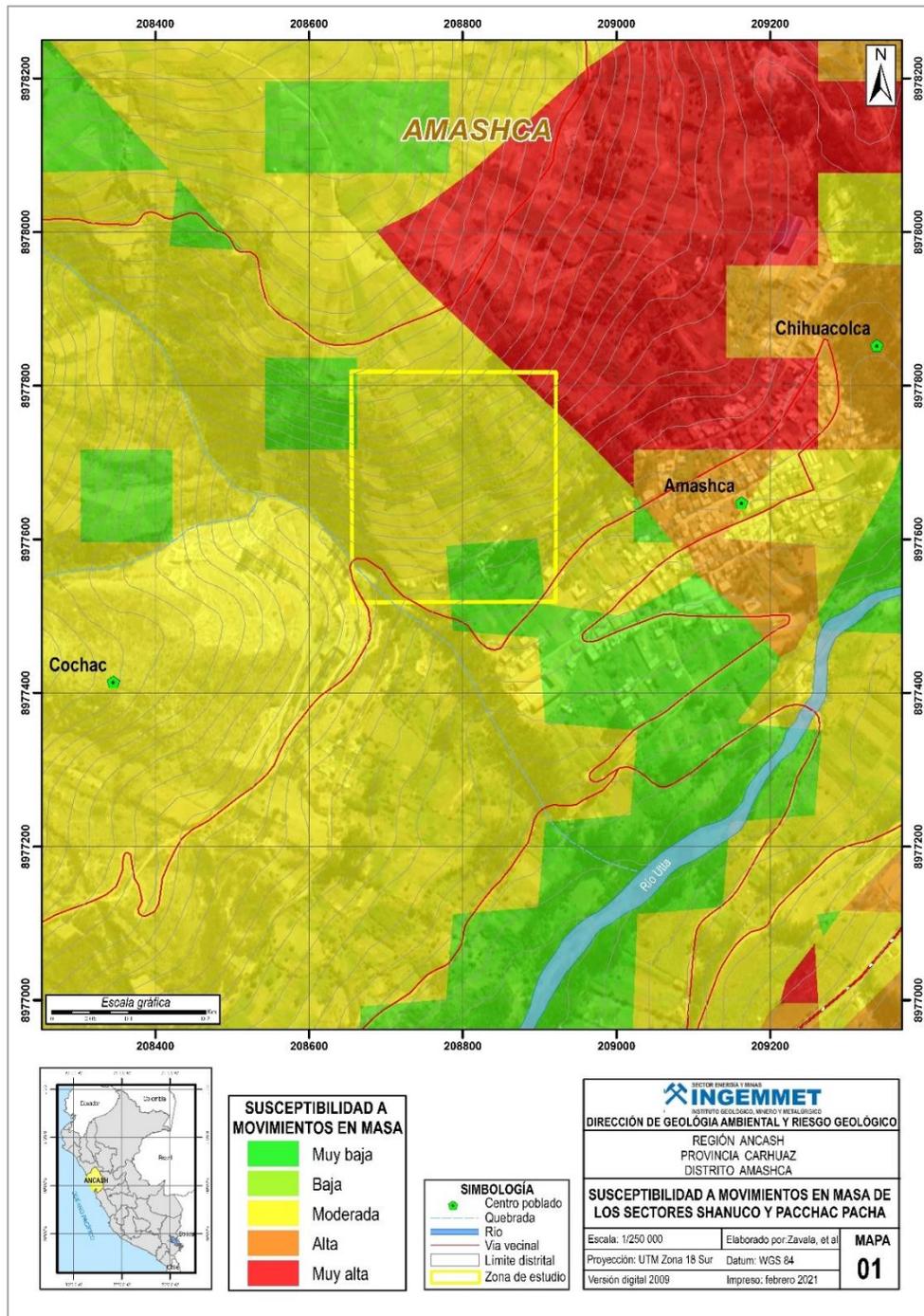


Figura 1: Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa de los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha y alrededores (Zabala et al, 2009).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada corresponde a los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha que pertenece al distrito de Amashca, provincia de Carhuaz región Ancash (figura 2), ubicado en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S):

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 19L		Geográficas	
	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
1	208923.21	8977817.54	-9.23	-77.64
2	208923.21	8977516.05	-9.24	-77.65
3	208654.52	8977516.05	-9.24	-77.65
4	208654.52	8977817.54	-9.23	-77.64
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	208736.56	8977617.95	-9.24	-77.65

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población del distrito de Amashca es de 713 habitantes, de los cuales 343 son hombres y 370 mujeres.

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. Rutas y accesos a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
<i>Lima – Barranca</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>208</i>	<i>3 horas 30 min</i>
<i>Barranca - Huaraz</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>217</i>	<i>4 horas 30 min</i>
<i>Huaraz – Carhuaz</i>	<i>Asfaltada</i>	<i>33.5</i>	<i>50 min</i>
<i>Carhuaz – Amashca (Shanuco y Pacchac Pacha)</i>	<i>Asfaltada/Afirmada</i>	<i>8.1</i>	<i>20 min</i>

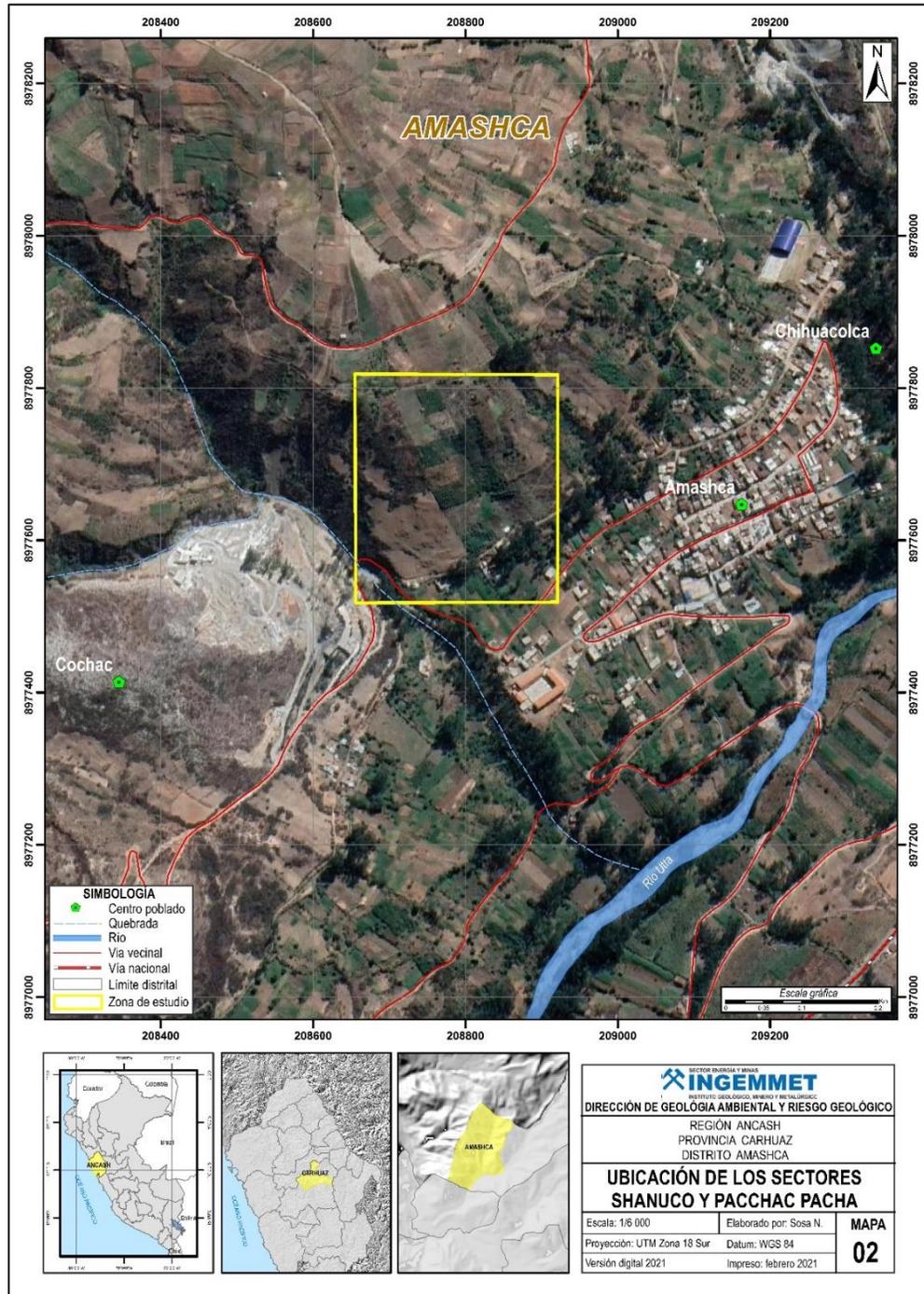


Figura 2. Mapa de ubicación de los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha.

1.3.3. Clima e hidrografía

El clima en el distrito de Amashca es muy variado, caracterizado especialmente por tener un clima templado y seco en la época de estiaje y tornándose relativamente caluroso y húmedo en las temporadas de lluvia.

Por otro lado, y de forma más específica, según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2010), los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha están influenciados por un clima semicálido-semiseco, caracterizado por una deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.

La precipitación pluvial es variable y está vinculada estrechamente a la altitud. La precipitación media anual registrada en la estación pluviométrica de Yungay en los últimos 10 años es de 731.01 mm. Así mismo, las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a marzo, (Regalado, 2019), (figura 3).

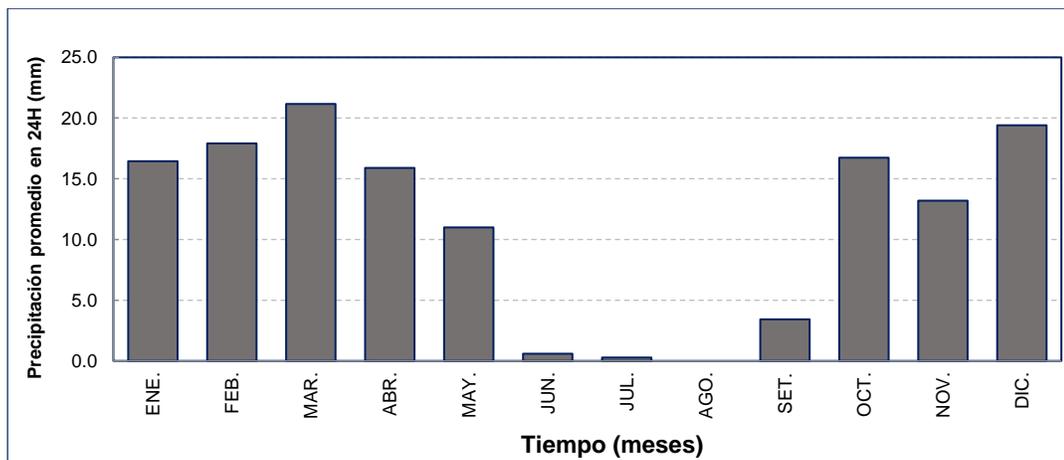


Figura 3. Precipitaciones diarias promedio, distribuidas a lo largo del año para la estación Yungay. Fuente: SENAMHI.

La red hidrográfica en la zona evaluada, tiene como curso principal el río Santa formada por la unión de las quebradas Utta, Tingua Urán, Tacshacun, Santo Toribio entre otros.

El río Santa tiene una longitud de 347m en la vertiente Pacífico, recibe el aporte de 23 ríos de la Cordillera Blanca, que tiene su origen glaciar y desembocan en el Océano Pacífico.

1.3.4. Vegetación

La cobertura vegetal de los terrenos afectados, son utilizados en su mayoría para cultivos de melocotón, naranja, tuna, pacay y manzana, en donde se hacen prácticas de riego por inundación.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Carhuaz, 19h-I, escala 1:50,000 (Navarro et al, 2010), así como la información contenida en el Boletín N° 60: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari” (Wilson et al, 1995) y la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h) Escala 1: 100 000” (De la Cruz, & Chacaltana, 2003); publicados por Ingemmet.

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

2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona inspeccionada son rocas de origen sedimentario y depósitos cuaternarios, que se generaron desde el Cretáceo inferior hasta la actualidad. Localmente se identificó la Formación Santa del Grupo Goyllarisquiszga, así como depósitos coluviales y aluviales.

2.1.1. Formación Chimu (Ki-chi)

Esta unidad está conformada por centenas de metros de cuarcitas, areniscas y arcillitas, sobreyace a la Formación Oyón e infrayace a la Formación Santa, con ligera discordancia. Esencialmente comprende dos miembros, el inferior, consiste en cuarcitas y areniscas con intercalaciones de arcillitas, con presencia de mantos de carbón; el miembro superior, está compuesto de capas macizas de cuarcitas blancas-grisáceas, con escasas capas de arcillitas.

2.1.2. Formación Santa (Ki-s)

Unidad constituida por calizas y arcillitas calcáreas que sobreyacen a la Formación Chimú e infrayacen a la Formación Carhuaz. Litológicamente consiste de arcillitas color gris oscuras a marrones por meteorización con nódulos de material calcáreo y calizas oolíticas arenosas en capas medianas a gruesas.

Los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha presentan afloramientos de limoarcillitas las cuales se encuentran altamente meteorizadas (fotografía 1). Así mismo estas rocas se encuentran muy facturadas, con espaciamiento entre 0.30 a 0.05 m y aberturas algo abiertas (0.1-1.0 mm), lo que permitiría la filtración de agua proveniente de las lluvias, (fotografía 2).



Fotografía 1. Afloramiento de arcillitas altamente meteorizada de coloración gris oscura a marrones.



Fotografía 2. Afloramiento de arcillitas muy fracturada con desplazamiento milimétrico de coloración gris oscura.

2.1.3. Depósitos cuaternarios

Depósitos coluviales (Q-cl)

Estos depósitos están inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos de tamaños variables y de naturaleza litológica homogénea. Presentan nula o poca compactación y acumulados al pie de taludes escarpados (figura 4). Dentro de esta caracterización geológica se considera a los depósitos de deslizamientos y/o derrumbes, como el que se encuentra en la margen izquierda de la quebrada s/n.



Figura 4. Vista con dirección noreste, donde se observa material de depósito coluvial.

Deposito coluvio deluvial (Q-cd)

Son aquellos depósitos que se encuentran acumulados al pie de las laderas prominentes, como material del escombro constituido por bloques de gravas, guijarros con clastos subangulosos a angulosos y matriz areno-limosa que han sufrido transporte. Los depósitos de esta unidad son conformados por depósitos de movimientos en masa antiguos, como deslizamientos, avalanchas y derrumbe (fotografía 5).

Sobre esta unidad se desarrollaron los deslizamientos recientes.



Figura 5. Depósitos coluvio deluvial formado por fragmentos de roca angulosos de tamaño variable envueltos en una matriz limoarcilloso.

Depósito fluvial (Q-fl):

Conformados por gravas y arenas mal seleccionadas en matriz arenolimoso. Se le puede apreciar en el curso principal del río Uta, formando parte de la llanura de inundación, así como de las terrazas fluviales; son del Cuaternario.

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.

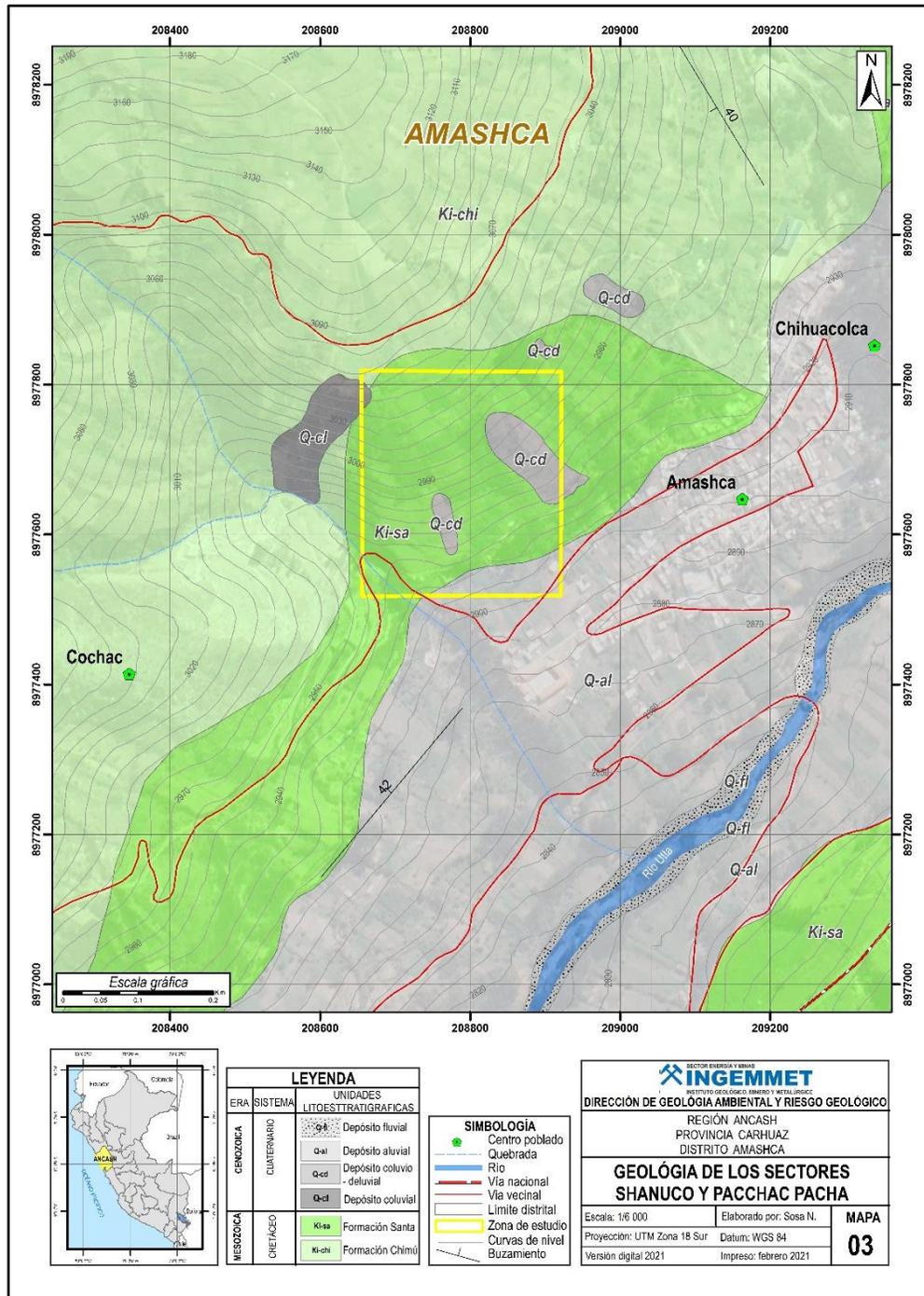


Figura 6. Mapa geológico de la zona de estudio. (Modificado de Navarro et al, 2010)

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

La pendiente, es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002), es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, como factor condicionante.

Los sectores de Shanuco, Paccha Pacha y alrededores se encuentran en una ladera cuyos rangos de pendientes van desde fuerte (15° a 25°) a muy fuerte (25° a 45°). Este rango de pendientes es el resultado de una 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
<1°	Llano	Comprende terrenos planos de las zonas de altiplanicie, extremos más distales de abanicos aluviales y torrenciales, bofedales, terrazas, llanuras de inundación fondos de valle y lagunas.
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	Laderas con inclinaciones entre 5° y 15° se consideran con susceptibilidad moderada a los movimientos en masa de tipo reptación de suelos, flujos de detritos.
15°a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen principalmente en los bordes de abanicos aluviales, conos, piedemontes proluviales-aluviales y planicies.
25°a 45°	Muy fuerte	Se encuentran en laderas de colinas y montañas sedimentarias, ubicadas al noroeste del poblado (Amashca), así como terrazas aluviales, que forman acantilados, vertientes de los valles.
>45°	Muy escarpado	Distribución a lo largo de laderas, cumbres de colinas y montañas sedimentarias, así como acantilados al río Utta.

Fuente: Ingemmet, 2004.

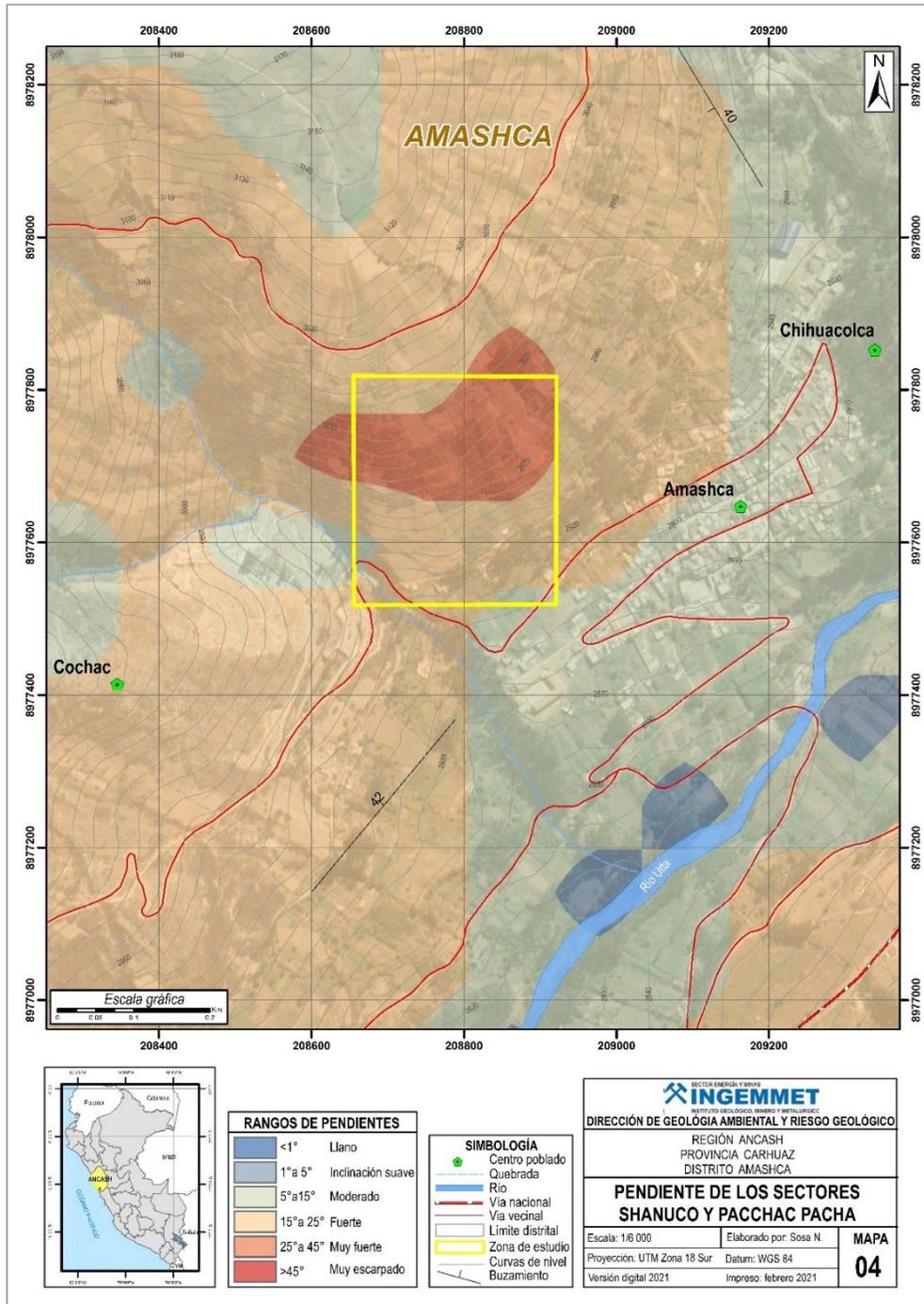


Figura 7. Pendientes de los sectores de sectores de Shanuco, Paccha Pacha y alrededores.
 (Fuente: Elaboración propia).

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 la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vilchez, M., et al, 2019).

3.2.1. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Las geformas 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

Se consideran dentro de esta unidad a las geformas que alcanzan alturas mayores a los 300m 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.

Sub Unidad 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, con fuerte incidencia de la gravedad. 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, sin que lleguen a constituir cadenas montañosas.

La zona evaluada corresponde a montañas en afloramiento de rocas sedimentarias de tipo areniscas grises con niveles de lutitas de la Formación Santa, (figura 8). 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

El patrón de drenaje es paralelo a subdendrítico, con valles profundos en forma de V, sus laderas varían en pendiente desde fuerte (15°) a muy escarpado (>45°). Geodinámicamente asociados a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento, flujo de detritos y derrumbes.

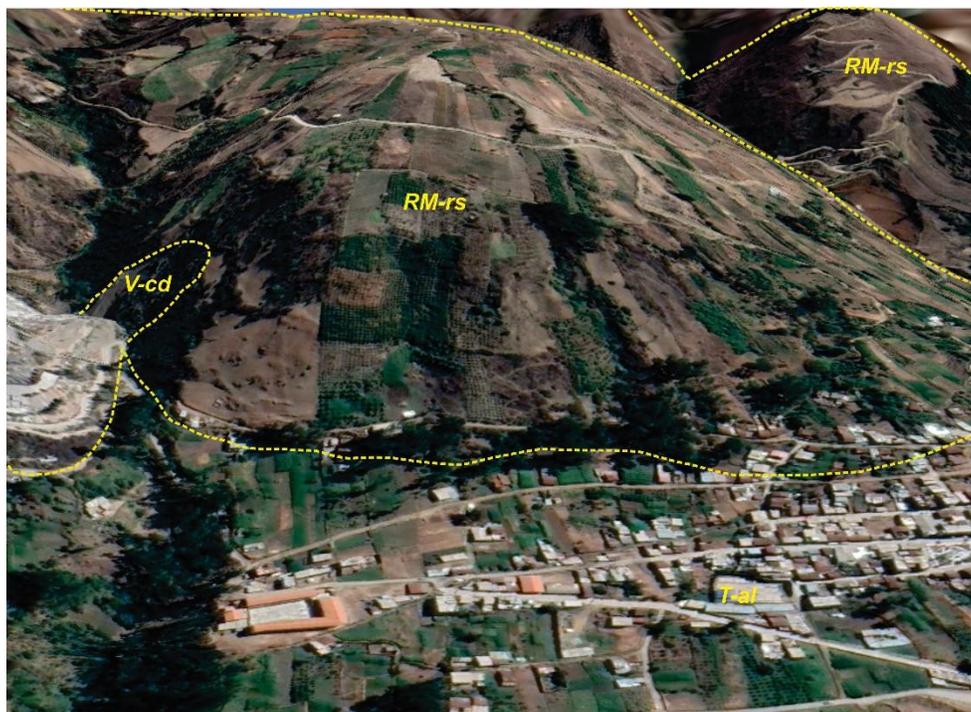


Figura 8. Vista con dirección al noreste donde se observa montañas en roca sedimentaria (RM-rs) conformadas por la Formación Santa; y en la parte baja, terraza aluvial (T-al).

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:

a) 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 encuentran 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.



Figura 9. Vista con dirección oeste, donde se observa ventiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd), esta se encuentra en las coordenadas UTM 8977745 N, 208590 E, con una altitud de 2998 m s.n.m).

b) Sub Unidad de Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno que se encuentren dispuestas a los costados de las llanuras de inundaciones o del lecho principal del río Uta, a mayor altura, presentan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas (figura 10).

c) Sub Unidad de Terraza fluvial (T-fl):

Se caracteriza por presentarse dentro del curso de los ríos, sobre todo tienen su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.) que son transportados por la corriente del río Uta a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos.

d) Cauce del río (Río):

Dentro de esta unidad se reúne los cuerpos de agua de origen natural (ríos), los cuales tienen dimensiones representables a la escala de trabajo, así también se consideran dentro de esta unidad las terrazas aluviales que se encuentran próximas a estos cauces.



Figura 10. Vista al oeste, donde se observa terrazas aluviales y fluviales, en ambas márgenes del río Utta.

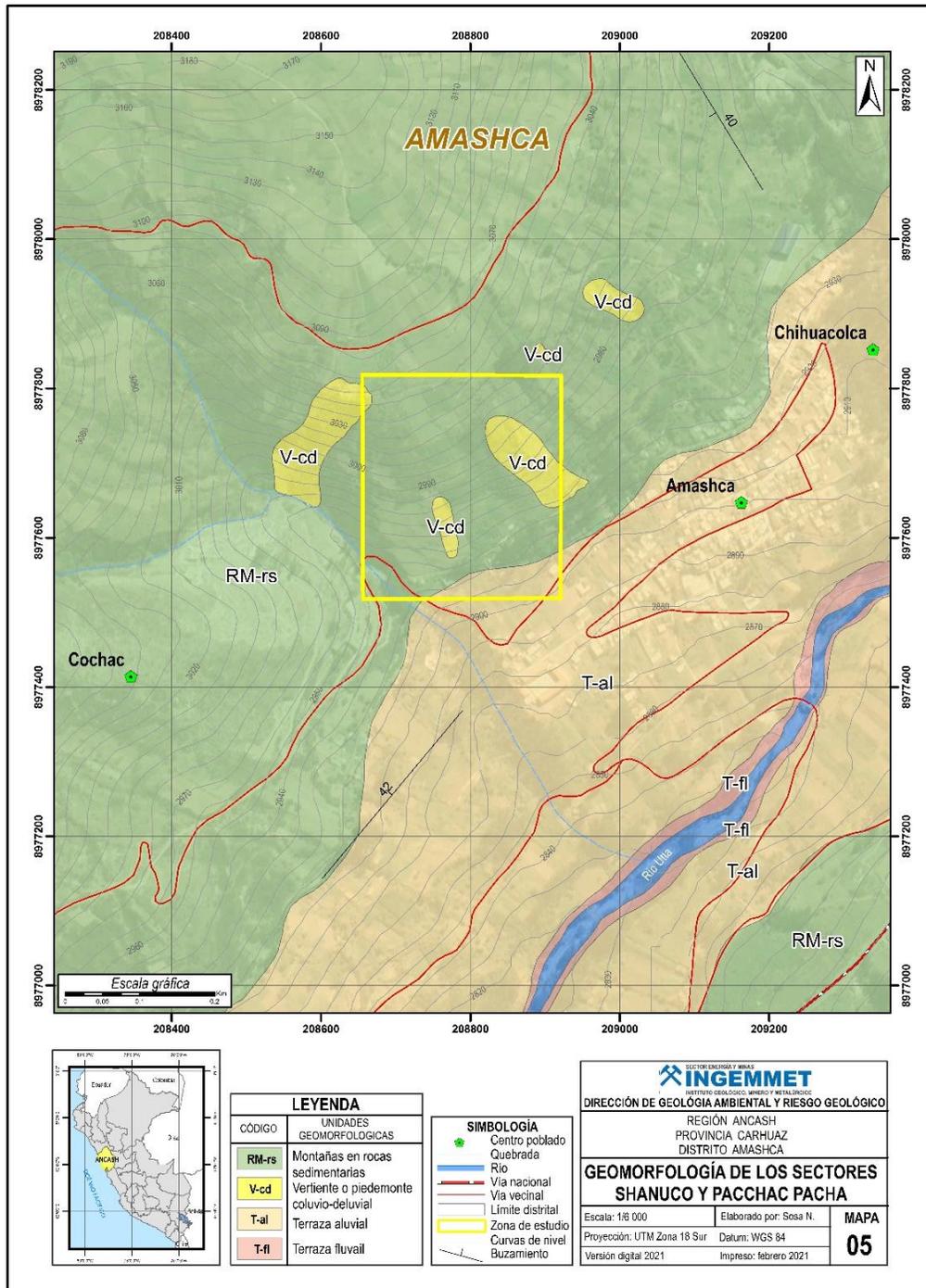


Figura 11. Mapa geomorfológico de los sectores de Shanuco y Paccha Pacha. Fuente: Elaboración propia.

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 precipitaciones pluviales 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 y del levantamiento fotogramétrico con dron, de donde se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.15 y 0.08 cm por pixel, respectivamente. Esta información se complementó con el análisis de imágenes de satélite.

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

4.2. Deslizamiento en el sector de Shanuco y Paccha Pacha

Según información de los pobladores y autoridades de la zona, el 29 de enero del presente año, en los sectores de Shanuco y Paccha Pacha, el evento se ubica a una distancia de 350 m desde la municipalidad distrital de Amashca, entre las coordenadas UTM 8977636N, 208752E y a una altitud de 2988 m s.n. m. se inició un deslizamiento rotacional.

En los trabajos de campo se apreciaron que el terreno presenta escarpes, agrietamientos, cambios morfológicos y materiales desplazados. En las imágenes satelitales de los años 2019 y 2021, se ve cambios en la superficie del terreno, lo que indica la presencia de un movimiento en masa.

4.2.1. Características visuales del evento

El deslizamiento de los sectores de Shanuco y Paccha Pacha, presenta las siguientes características y dimensiones:

- Es reciente
- Tipo rotacional.
- Escarpe principal de forma semicircular y de actividad reciente.
- La longitud de la escarpa principal es de 17 m, con salto de 1.6 m. se ubica en la parte intermedia de la ladera (figura 12).
- Superficie de rotura irregular y alargada.
- La distancia entre la escarpa y el pie del deslizamiento es 80m.
- La superficie del deslizamiento es rotacional.
- El deslizamiento comprende un área de 1694.89 m² aproximadamente.
- Dentro del área que comprende el cuerpo del deslizamiento se observaron múltiples agrietamientos longitudinales y transversales, descritos a continuación:
 - El agrietamiento más representativo es longitudinal y continuo, con longitud hasta de 22 m; sin embargo, en algunos casos se observaron agrietamientos de forma discontinua y poco separadas (figura 13), con aberturas de 0.05 a 0.17 m; todas siguiendo una orientación preferente de noroeste-sureste.
 - Así mismo, se observó agrietamientos transversales con longitudes de hasta 1.7 m, con aberturas que varían de 0.10 a 0.70 cm y saltos entre 0.10 a 1.60 m (figuras 14 y 15). Estos agrietamientos comprometen cultivos de melocotones, tunas y paltas, ubicadas cerca de la zona del deslizamiento.
- El deslizamiento produjo el empuje o desplazamiento vertical de bloques de roca de caliza de 1 a 1.5 m de altura (figura 16). Actualmente estos bloques se encuentran sueltos, que pueden ser removidos.

Se realizó una comparación entre dos imágenes del área de estudio, antes y después del deslizamiento (figura 17), Correspondiente al año 2019 y 2021 (04 de febrero), post-evento tomada con el dron.

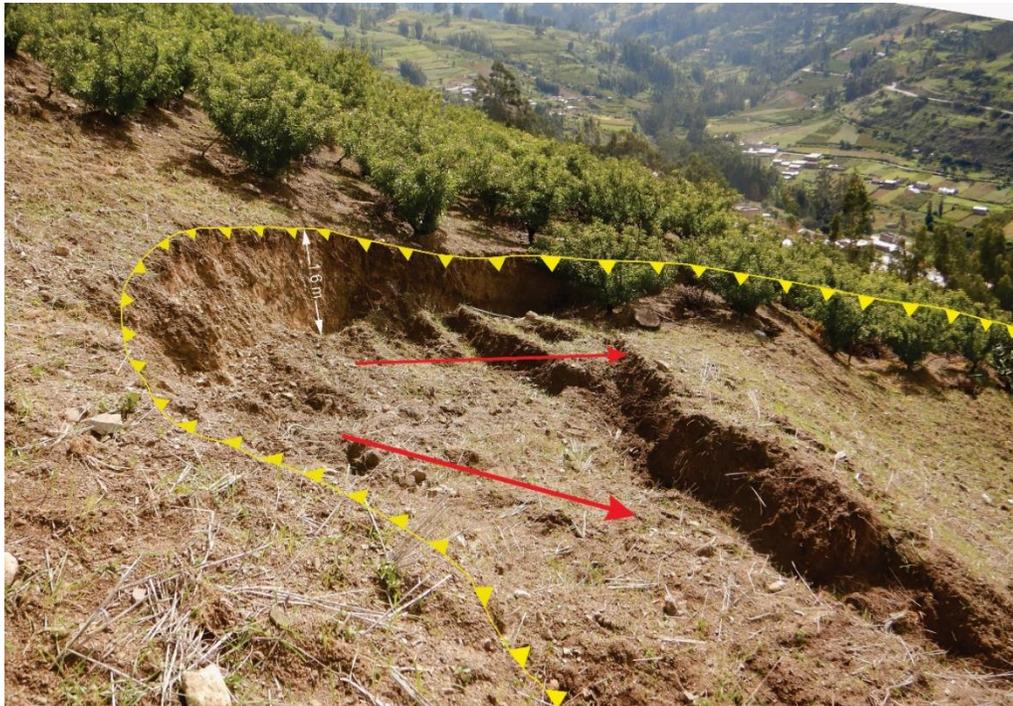


Figura 12. Vista con dirección al noreste, donde se observa la escarpa principal del deslizamiento de 17 m de longitud y salto de 1.6 m.



Figura 13. Agrietamientos longitudinales discontinuos, con aberturas de 0.05 a 0.17 m (flechas naranjas) y agrietamientos transversales con saltos de 0.60m aproximadamente.



Figura 14. Agrietamientos transversales de hasta 1.7 m con salto de 0.10 a 0.20 cm, con aberturas de 0.10 cm. Ubicado en las coordenadas UTM 8977640 N, 208774 E, con altitud de 2952 m s.n.m.



Figura 15. Vista con dirección a noroeste, donde se observa agrietamientos transversales con saltos de hasta 0.85 m. Cabe resaltar que el suelo se encontraba húmedo debido a la afectación de tuberías de riego.

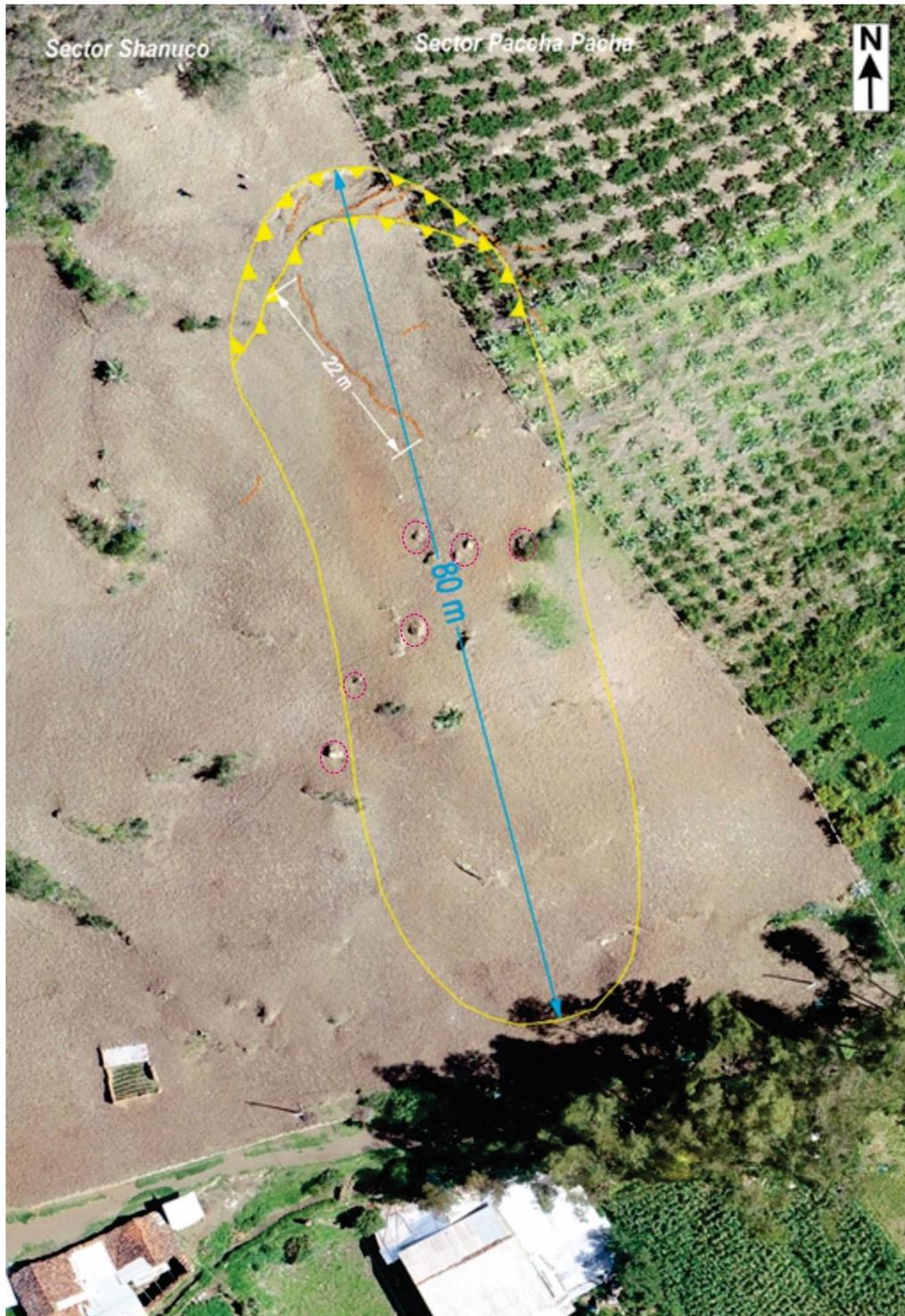


Figura 16. Vista general del deslizamiento rotacional, ubicado entre los sectores de Shanuco y Paccha Pacha; en donde se puede visualizar el desnivel entre la escarpa y pie de 80 m; así como los agrietamientos transversales y longitudinales descritas anteriormente. Así mismo, en el cuerpo del deslizamiento existen bloques colgados de calizas de 1 a 1.5 m producto del deslizamiento.

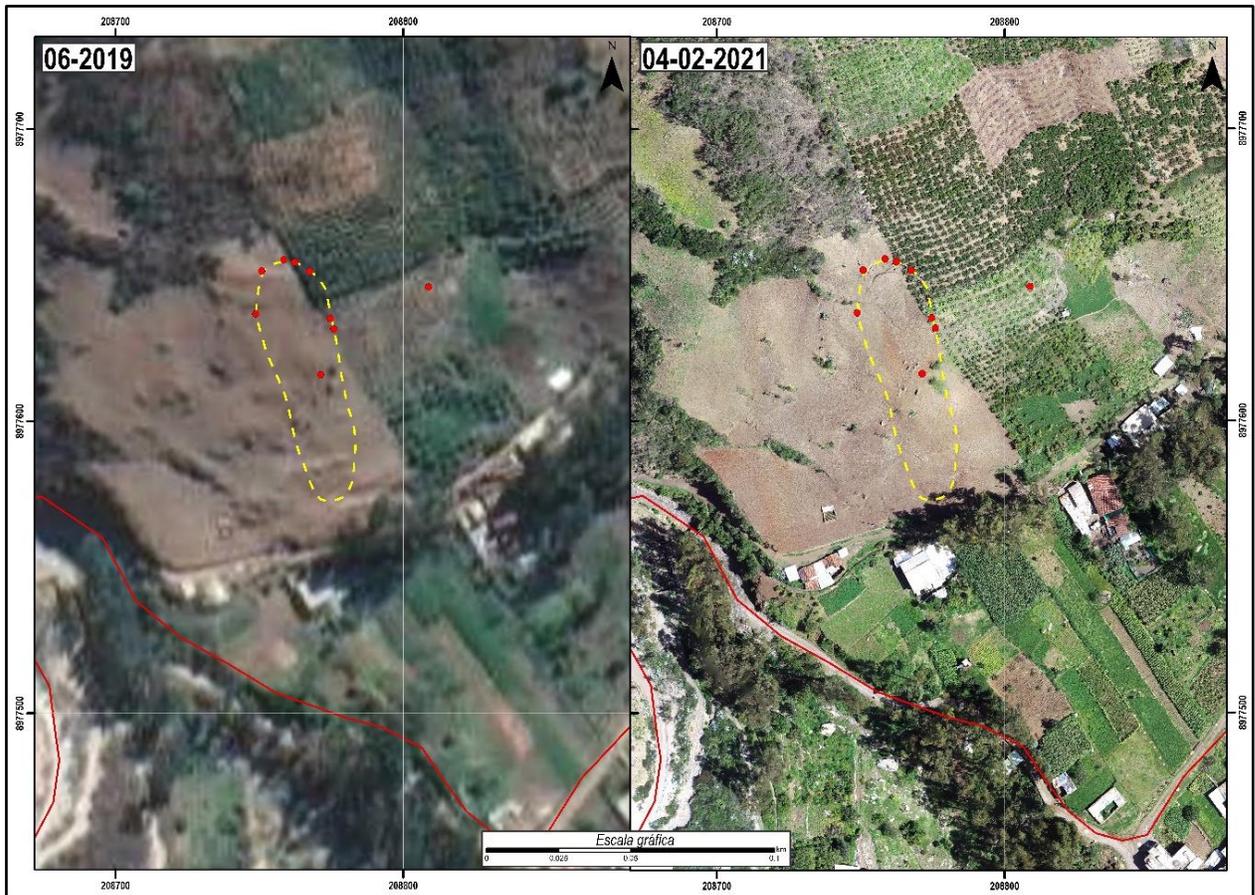


Figura 17. Imágenes de distintos años, la primera es del año 2019 obtenida de la plataforma Google Earth y la segunda tomada con el dron en febrero del presente año, post evento.

En la figura 18 se muestra el deslizamiento de tipo rotacional; la escarpa principal del deslizamiento 1, la grieta más representativa del sector 2 y los bloques que se encuentran en el cuerpo del deslizamiento 3.

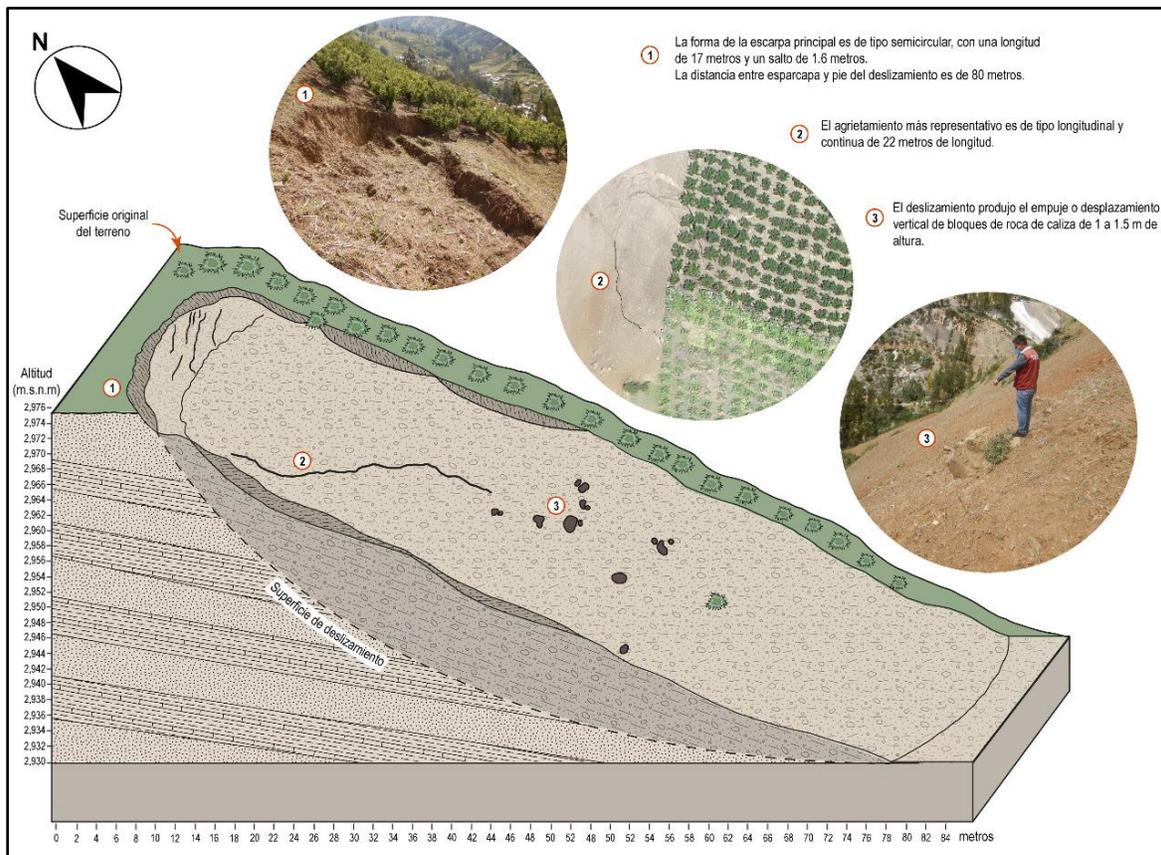


Figura 18. Diagrama del deslizamiento, generado el 29 de enero del presente año en los sectores de Shanuco y Paccha Pacha.

4.2.2. Factores condicionantes

- Pendiente pronunciada de la ladera, de fuerte (15° a 25°) a muy fuerte (25° a 45°).
- Configuración geomorfológica del área (montaña en roca sedimentaria).
- Litología conformada por calizas y limoarcillitas fuertemente meteorizadas y fracturadas
- Depósitos coluviales de permeabilidad media alta, nula o poca compactación y acumulados al pie del talud.

4.2.3. Factores detonantes o desencadenantes

- Lluvias intensas y/o extraordinarias entre los meses de diciembre a marzo, que saturan los terrenos y los desestabilizan.
- Filtraciones de agua al subsuelo.
- Movimientos sísmicos de gran magnitud, generan o activan deslizamientos.

4.2.4. Daños por peligros geológicos

El evento sucedido el 29 de enero del presente año, generó los siguientes daños:

- a) El deslizamiento afectó tuberías de riego tecnificado de cultivos que corresponde al sector Paccha Pacha, (Figura 19), ubicado en las coordenadas UTM 8976635 N, 208744 E.
- b) Afectó 1694.89 m² de cultivos de palta, maíz, tuna y melocotón.
- c) Actualmente no permite el desplazamiento de los pobladores por la zona afectada.
- d) Los bloques colgados de caliza podrían afectar seis viviendas asentadas al pie del evento.
- e) El deslizamiento podría afectar dos postes de tendido eléctrico y comprometer un tramo de 20 metros aproximadamente de trocha carrozable.



Figura 19. Tubería de PVC destruidas por el deslizamiento con dirección N28°E, actualmente se encuentra reparado, para evitar fugas. Esta se ubica entre las coordenadas UTM 8976635 N, 208744 E, con una altitud de 2952 m s.n.m.

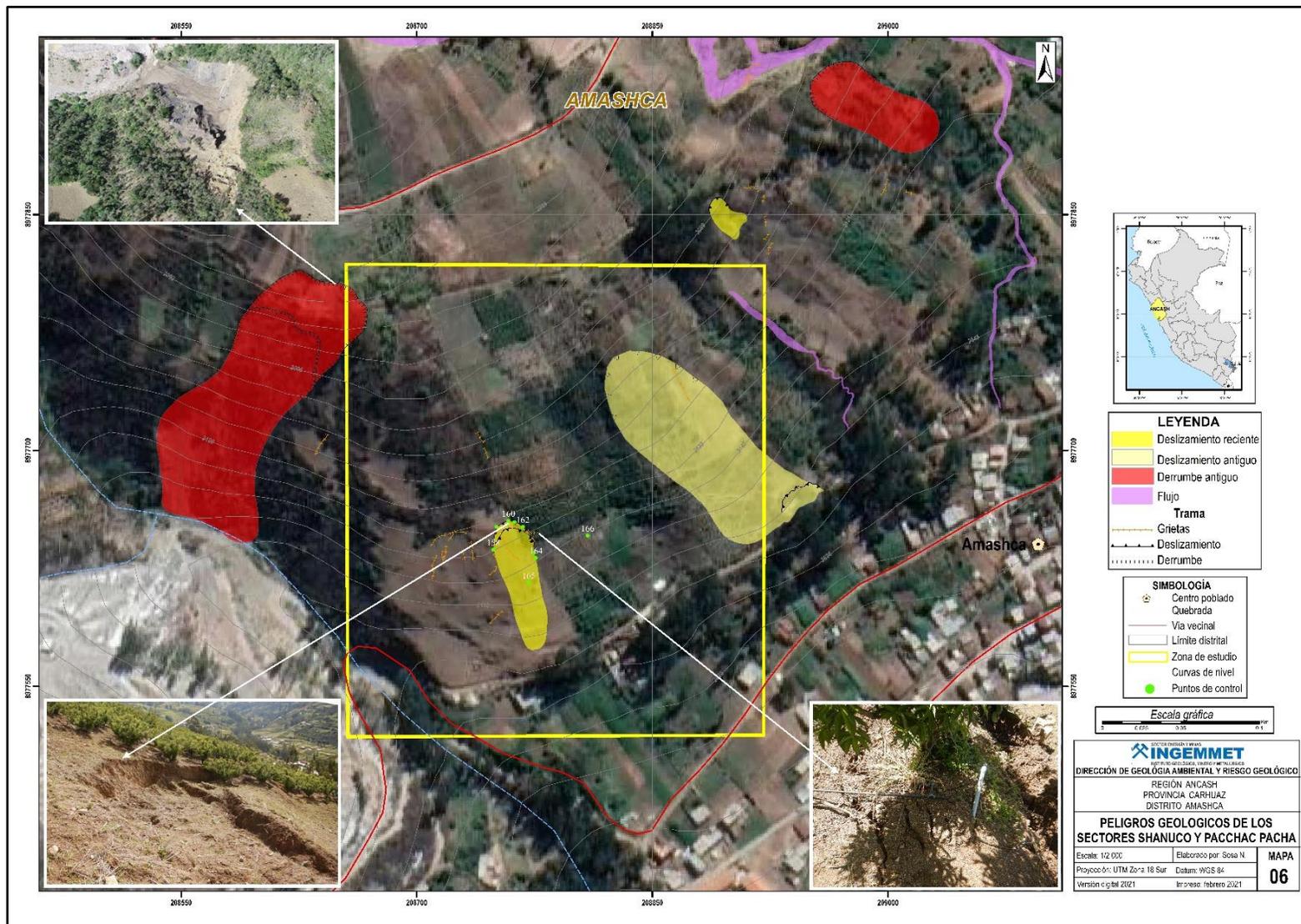


Figura 20. Mapa de peligros geológicos del sector de Shanuco, Paccha Pacha y alrededores. (Elaboración propia).

5. CONCLUSIONES

- 1) En los sectores de Shanuco, Paccha Pacha y alrededores, se identificaron peligros geológicos por movimientos en masa (deslizamiento, derrumbe y flujo).
- 2) El 29 de enero del presente año se generó un deslizamiento de tipo rotacional. Con una longitud de escapa de 17 m; saltos de 1.60 m; En su superficie del cuerpo, se observó agrietamientos transversales y longitudinales con longitudes hasta de 22 m.
- 3) El deslizamiento afectó terrenos de cultivo palta, maíz, tuna y melocotón en un área de 1694.89 m², como también tuberías de riego tecnificado. De seguir el avance podría afectar dos postes de tendido eléctrico y comprometer un tramo de trocha carrozable en 20 m.
- 4) Litológicamente en la zona de estudio, se identificaron depósitos coluviales compuestos por fragmentos de roca angulosos de tamaños variables, envueltos en una matriz areno-arcilloso, de permeabilidad media a alta y que presentan nula o poca compactación; estas características condicionan la ocurrencia de movimientos en masa. Mientras que el substrato rocoso corresponde a afloramientos de la Formación Santa compuestos por arcillitas fuertemente meteorizadas y fracturadas.
- 5) 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 fuerte a muy fuerte (15° a 45°). La pendiente es un factor condicionante ante la ocurrencia de movimientos en masa.
- 6) Se considera como factor detonante del deslizamiento, las precipitaciones pluviales periódicas y/o extraordinarias.
- 7) Una de las causas de la saturación del terreno, es el mal uso del sistema de riego (inundación). Además, se tienen canales de regadío sin revestir, que cruzan el cuerpo del deslizamiento y áreas aledañas.
- 8) Por las condiciones geológicas de los sectores de Shanuco y Pacchac Pacha (geología, geomorfología y pendiente) se considera como **peligro alto**, a la ocurrencia de deslizamiento, que pueden ser desencadenados por lluvias, o movimientos sísmicos.

6. RECOMENDACIONES

- 1) Considera instalar gaviones al pie del deslizamiento para evitar la afectación de las viviendas metros abajo.
- 2) Reforestar las laderas afectadas de deslizamiento, así como evitar la tala de zonas reforestadas.
- 3) Cambiar el tipo de cultivos, se sugiere que sea unos que utilicen mínimamente agua, para evitar la saturación del suelo. Evitar las malas prácticas de riego.
- 4) Realizar un monitoreo continuo y progresivo de las zonas donde presentan agrietamientos, que permitan tener un registro de su desarrollo, lo mismo que servirá para dar alertas ante movimientos rápidos, intensificación de los eventos; así también, identificar y registrar la aparición de nuevas grietas en el suelo.
- 5) 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 su seguridad física.
- 6) Revestir los canales con geomenbranas o con tuberías de PVC, a fin de evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- 7) Implementar un sistema de drenaje del sector, captar los puquiales, a fin de no permitir la infiltración de agua.



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

De la Cruz, J. & Chacaltana, C. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h) Escala 1: 100 000". Ingemmet.

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: octubre 2019). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.

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.

UNDRO(1979), Natural disaster and vulnerability analysis. Informe de reunion del grupo de expertos. Ginebra, Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastres.

Wilson, J.; Reyes, L. y Garayar, J. (1995). Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari". Ingemmet, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 60, 79 p.

Zavala, B.; Valderrama, P.; Luque, G. & Barrantes, R. (2007). Zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Áncash". Ingemmet, Informe técnico.

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 genera 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).

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 o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales, a su vez, pueden ser planares y/o en cuña.

Deslizamiento rotacional: En este tipo de deslizamiento, la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal (figura 1). La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es autodeslizante, y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es, con frecuencia, baja excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas.

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

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. 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).

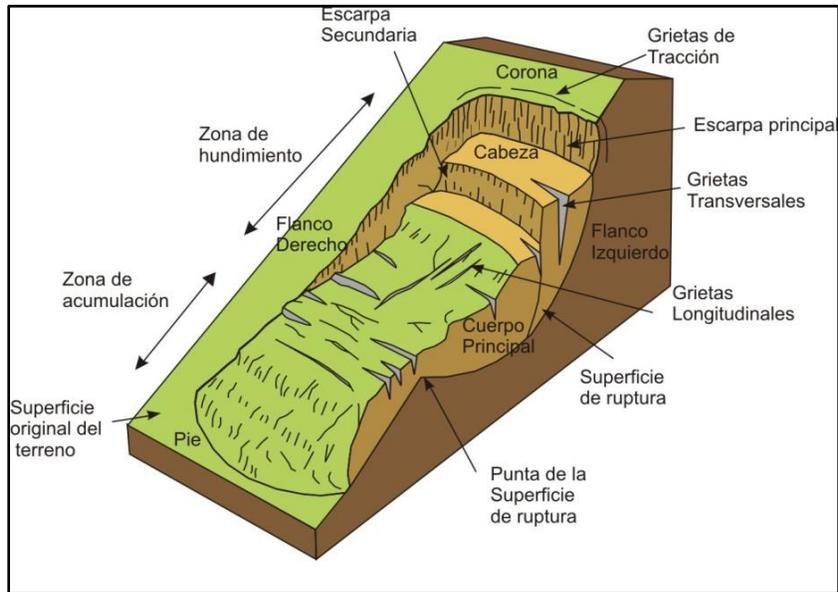


Figura 1. Partes de un deslizamiento rotacional.

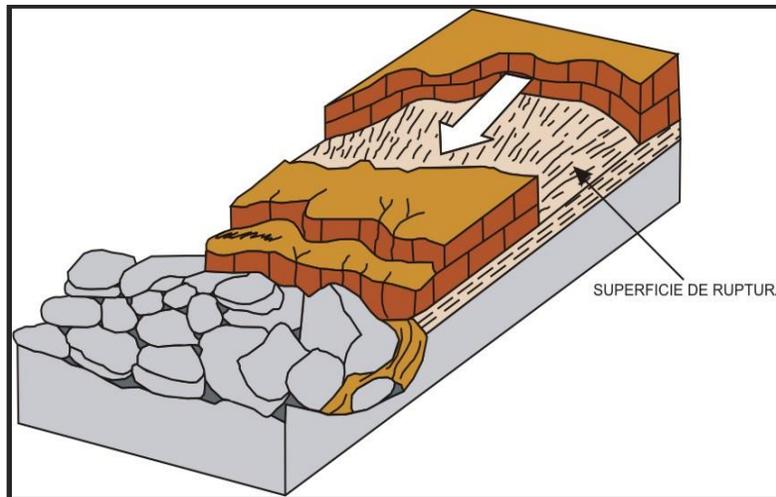


Figura 2. Esquema de un derrumbe.

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Para zonas afectadas con deslizamiento, ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada

- 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.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y alturas que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.

Corrección por muros:

Se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes. En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (figura 6). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo del mismo.

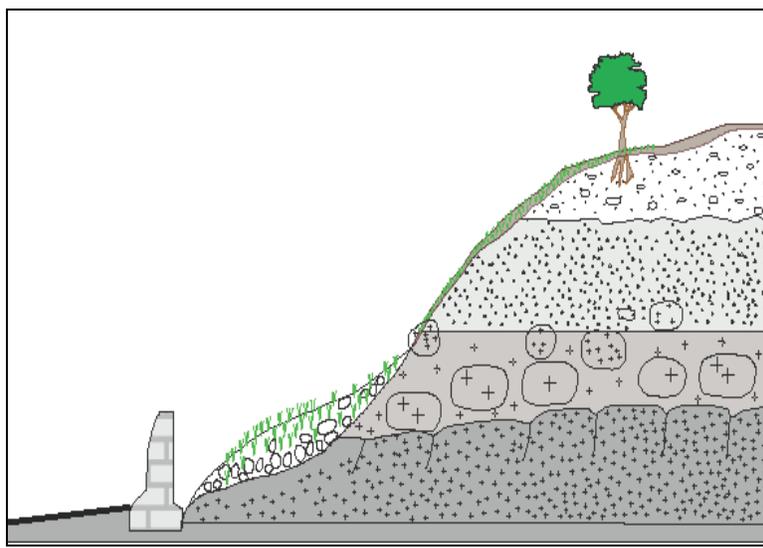


Figura 1. Drenaje tipo espina de pescado (Modificado, Sosa 2019).

Muros de gravedad.

Son los muros más antiguos, conforman elementos pasivos en los que el peso propio es la acción estabilizadora fundamental (figuras 2, 3 y 4). 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.

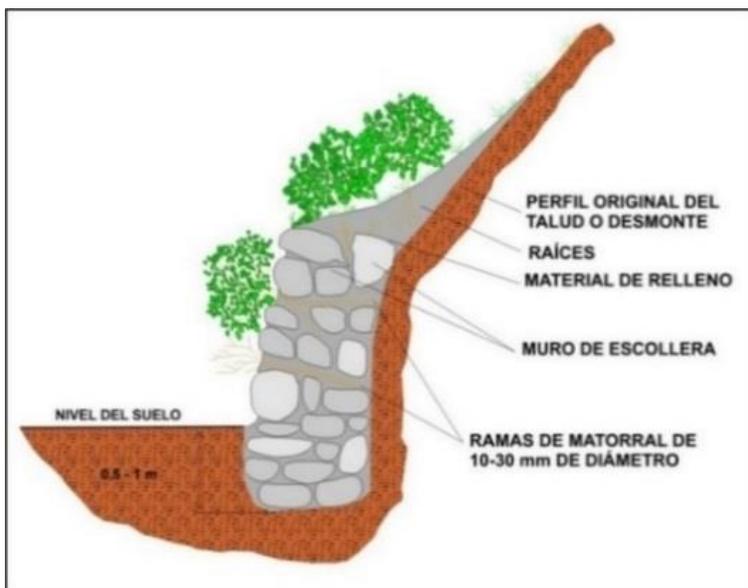


Figura 2. Muros de gravedad de piedra seca

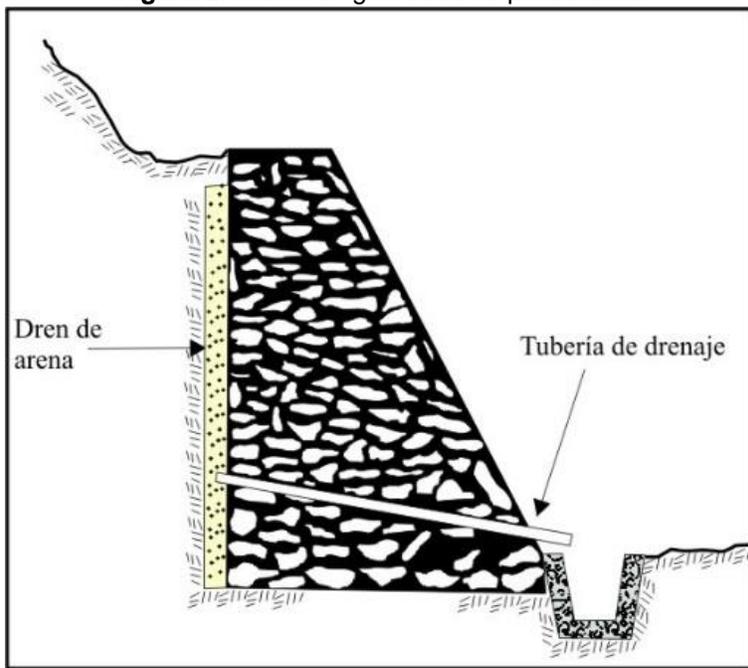


Figura 3. Muros de gravedad de piedra seca.

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 5).

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.

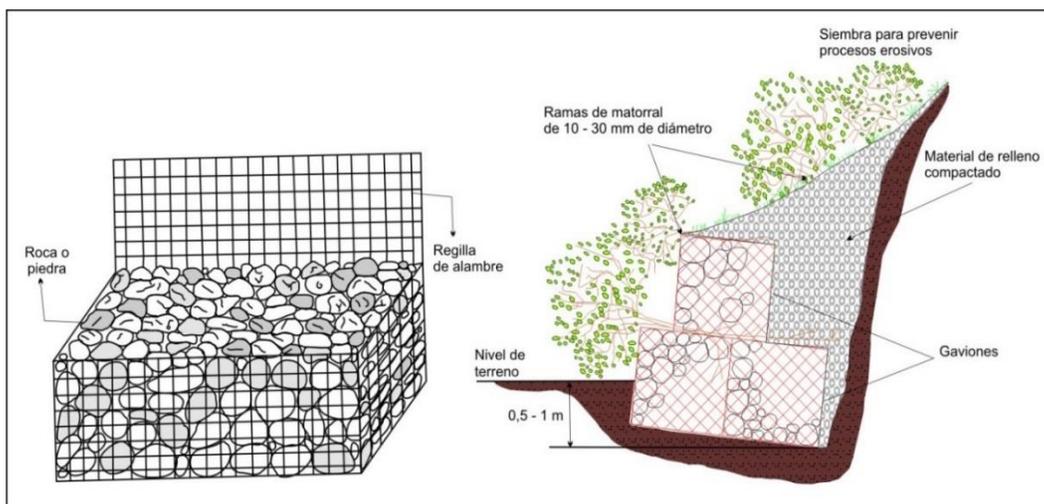


Figura 5. Muro de gavión