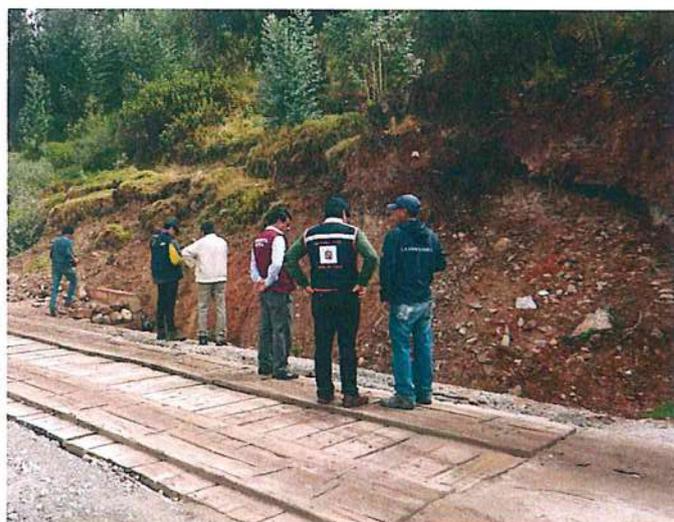
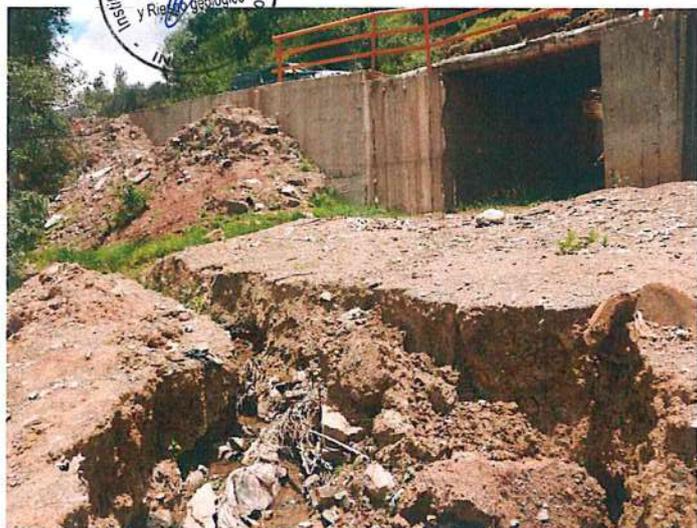


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6994

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DEL SECTOR ANANTINGUA – SHANCAYAN

Región Ancash
Provincia Yungay
Distrito Mancos



ENERO
2020

INDICE

RESUMEN.....	2
1. INTRODUCCION.....	3
1.1. OBJETIVOS	3
1.2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES	3
2. ASPECTOS GENERALES.....	5
2.1. Ubicación y accesibilidad.....	5
2.2. Clima e hidrografía	5
2.3. Vegetación.....	6
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	8
3.1. UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS.....	8
4. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS	11
4.1. Pendiente del terreno	11
4.2. Unidades geomorfológicas	11
5. PELIGROS GEOLOGICOS.....	15
5.1. Deslizamientos	16
6. MEDIDAS DE PREVENION Y/O MITIGACION EN LAS ZONAS EVALUADAS	23
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	30

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DEL SECTOR ANANTINGUA - SHANCAYAN
(Distrito Mancos, Provincia Yungay, Región Ancash)

RESUMEN

Este informe fue realizado por geólogos especialistas en peligros geológicos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, integrado por la Ing. Norma Sosa Senticala y el Bach Ángel Luna Guillen.

El objetivo fue: Identificar, delimitar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el sector de Anantingua – Shancayan, que puedan comprometer la seguridad de personas, obras de infraestructura y vías de comunicación. Plantear las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que puedan causar los peligros geológicos.

Desde el punto de vista geológico en la zona de estudio afloran rocas sedimentarias de la Formación Chimú (cuarcitas, areniscas, arcillitas y mantos de carbón). Así mismo se identificaron depósitos cuaternarios: como aluvial y fluvial.

Geomorfológicamente la zona de estudio se asienta en montañas de rocas sedimentarias; también se identificaron abanico de piedemonte, llanura o planicie inundable.

El sector Anantingua – Shancayan, se identificó peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional, lo que afectan la trocha carrozable y cultivos.

La reactivación del deslizamiento del sector Anantingua – Shancayan, tiene una escarpa de 26m de longitud con escarpas continuas, presenta saltos de 1.5m, con agrietamientos en el cuerpo del deslizamiento de 0.20-0.40m, tiene una longitud desde el escarpe y el pie de deslizamiento de 62m.

Los desencadenantes de la generación de estos peligros geológicos, son las precipitaciones pluviales que se dan todos los años entre los meses de noviembre a febrero, así como la acción antrópica.

En el sector de Anantingua – Shancayan, se debe realizar un sistema de drenaje para evacuar las aguas del cuerpo del deslizamiento, revestir los canales de riego e instalar un puente de concreto.

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DEL SECTOR ANANTINGUA - SHANCAYAN (Distrito Mancos, Provincia Yungay, Región Ancash)

1. INTRODUCCIÓN

La municipalidad distrital de Mancos, mediante Oficio N° 047-201-MDM/A, con fecha 22 de febrero del 2018, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), una evaluación técnica por peligros geológicos en la jurisdicción del sector Anantingua - Sancayan, distrito de Mancos, provincia Yungay, región Ancash.

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; 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. Para ello la DGAR designó a la Ing. Norma Sosa Senticala y Bach. Gonzalo Luna Guillen, para realizar la evaluación técnica respectiva.

Los trabajos de campo se realizaron el día 18 de octubre del presente año, previa coordinación con el alcalde distrital de Mancos; durante el recorrido por la zona evaluada se contó con la presencia de personal técnico de la municipalidad; así como de pobladores de la zona, expusieron la problemática de la zona, donde se les expuso los trabajos que se realizarían.

Finalmente, con la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET, la interpretación de imágenes satelitales y fotos aéreas de la zona, datos obtenidos en campo (coordenadas GPS, fotografías), cartografía; se proporciona una evaluación técnica que incluye resultados y recomendaciones para la mitigación y prevención de daños ocasionados por procesos activos en el marco de la gestión de riesgo de desastres.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad de Mancos, provincia peruana de Pasco, región Pasco.

1.1. OBJETIVOS

- Identificar, delimitar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en las inmediaciones del sector de sector Anantingua - Sancayan, que puedan comprometer la seguridad de personas, obras de infraestructura y vías de comunicación.
- 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 que incluyen al distrito de Mancos, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan las publicaciones hechas por INGEMMET:

- Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, hojas:17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g, 19-i, Reyes, W., Garayar, J. (1995),

- Riesgos geológicos en la región Ancash, (2009). Boletín N°38 Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Zavala, Bi., et al. Donde Anantingua se encuentra cerca a zonas de erosión de laderas.

En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1: 250 000 (escala regional) elaborado por INGENMET, 2009, sector Anantingua – Shancayan del distrito de Mancos, se localiza en una zona de susceptibilidad baja a media por la ocurrencia a movimientos en masa (figura 1)

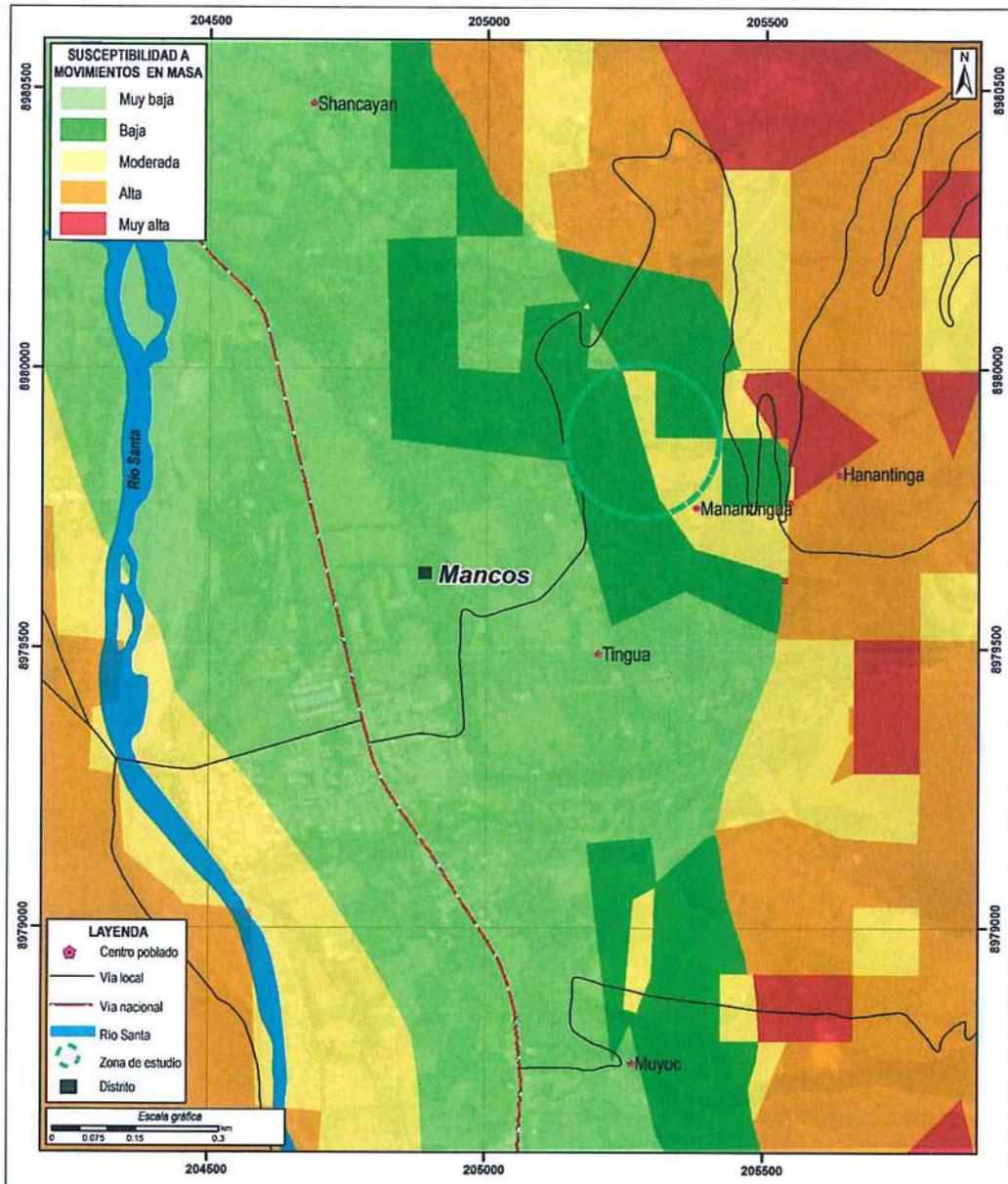


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa para la región Pasco, donde se puede encontrar que el sector Anantingua – Shancayan del distrito de Mancos, que abarcan.

Susceptibilidad baja

Las condiciones intrínsecas del terreno no son propensas a generar movimientos en masa. Zonas llanas ligeramente inclinadas con pendientes entre 1° a 5° (terrazas altas, abanicos, monte islas, colinas y planicie costera, colinas con laderas estructurales y algunas laderas de montañas moderada a suave pendiente). Ocupan principalmente áreas con cobertura hídrica, zonas frutales y desierto costero. La litología corresponde a depósitos fluviales, aluviales, rocas intrusivas con poca meteorización y calcáreas.

Susceptibilidad moderada

Algunas condiciones favorables para producir movimientos en masa. Geoformas de colinas estructurales, lomadas, abanicos y mesetas volcánicas; pendientes entre 5°-25° y mayores de 45°; cobertura vegetal herbácea, arbustiva y semiarbustiva, áreas con gramíneas, uso de suelo con algunas zonas urbanas y rurales.

Las rocas corresponden a secuencias volcánicas (lávicas y piroclásticas), volcánico-sedimentarias, secuencias arcillosas y algunos cuerpos intrusivos graníticos fracturados. Zonas muy distribuidas en el lado central y occidental de la región. Comprende áreas del valle del río Santa (cordilleras Negra y Blanca). Comprende además las cuencas medias de los valles de la vertiente Pacífica, sectores del valle de Pushca con litologías clásticas y alineamientos estructurales en el sector sureste de la región.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación y accesibilidad

El sector Anantigua – Shancayan pertenece al distrito de Mancos, provincia Yungay, región Ancash, ubicados entre las siguientes coordenadas UTM-WGS84, (figura 2).

COORDENADAS		
Norte	Este	Cota
8979852	205155	2582 m s.n.m.

Para el acceso a la zona de estudio, desde la ciudad de Lima, se realiza por la carretera Central Lima – Barranca – Huaraz, el que se detalla a continuación:

ACCESIBILIDAD				
Tramo		km	Tipo de transporte	Tiempo
Lima	Barranca	190	Vía terrestre	4h
Barranca	Huaraz	217		4h y 30min
Huaraz	Anantigua (dist. Mancos)	44		1h y 10 min

2.2. Clima e hidrografía

El piso altitudinal entre 2 000 y 3 500 m s.n.m. presenta un clima templado de montaña tropical con temperaturas medias anuales entre 11° y 16° y máximas absolutas que sobrepasan los 20°C.

Los descensos de temperatura en forma brusca (<0°C) producen heladas. La sequedad atmosférica disminuye a medida que la altitud aumenta y las precipitaciones anuales son superiores a 500 mm, pero menos de 1000 mm.

La red hidrográfica en la zona evaluada, tiene como curso principal el río Santa formada por la unión de las quebradas Tingua Urán, Tacshacun, Santo Toribio entre otros. El curso del río Santa en el sector de la zona evaluada presenta un ancho de 80m, con terrazas de 50 a 80m.

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

2.3. Vegetación

Se plantean que el ecosistema presente en la provincia de Ancash, esta fundamentalmente diferenciado por la altitud sobre el nivel del mar y se puede encontrar una gran formación o tipo de vegetación que es característico.

La cobertura vegetal de los terrenos afectados, son utilizados en su mayoría para cultivos de alfalfa, papa, maíz, etc., en donde se hacen prácticas de riego por inundación.

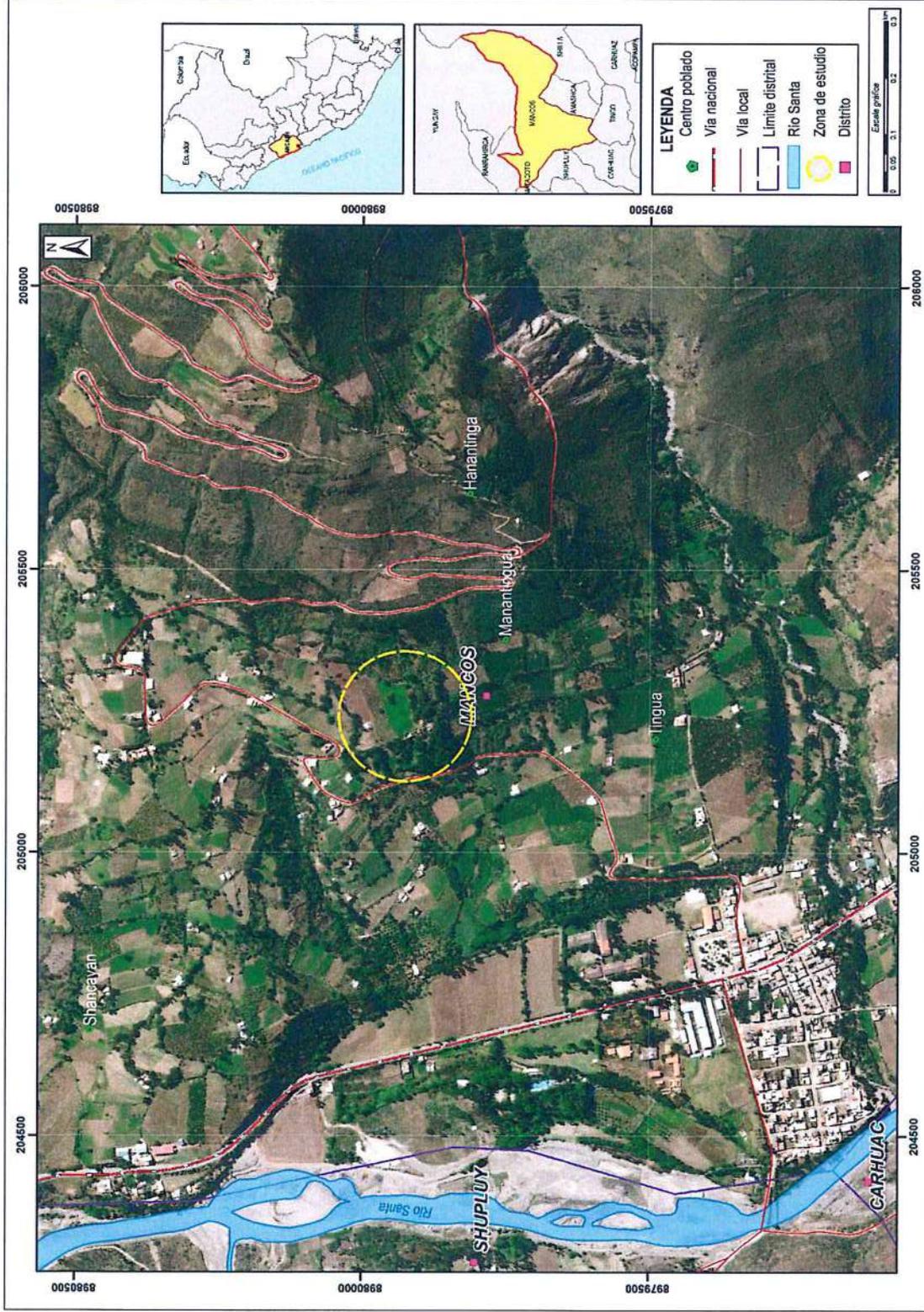


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio del sector Anantigua - Sancayan

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló teniendo como base el Boletín N° 60 Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, Hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g y 19-i. (Wilson J., Reyes L., Garayar J. Boletín N°16 – 1967), actualizado por la Dirección de Carta Geológica Nacional a 1995. Se tienen afloramientos de rocas sedimentarias, así como depósitos cuaternarios. (figura 3)

3.1. UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS

PALEOZOICO

Sustrato rocoso

Formación Chimú (Ki-chi): Conformado por centenares de metros de cuarcitas, areniscas y arcillitas, con mantos de carbón (antrasita), sobreyaciendo a la Formación Oyón e infrayaciendo a la Formación Santa, con ligera discordancia. (fotografía 1), comprende dos miembros, el inferior, consiste en areniscas y cuarcitas 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. (fotografía 2) Estas rocas se encuentran ligeramente meteorizadas y moderadamente fracturadas; presenta fracturamiento abierto con desplazamiento milimétrico, lo que permitiría la filtración de agua proveniente de las lluvias y canales de regadío.



Fotografía 1. Se observa afloramiento de cuarcitas de coloración rojiza, esta se ubica en las siguientes coordenadas UTM 8779973 N, 205411 E, con una cota de 2671m.s.n.m



Fotografía 2. Se observa fragmentos de carbón, en parte de la zona evaluada.

CENOZOICO

Depósitos Cuaternario

Depósito aluvial 1 (Q-al1): Conformados por gravas y arenas mal seleccionadas en matriz arenolimosas. Se les encuentra en los cursos principales de los ríos, formando parte de la llanura de inundación, así como de las terrazas fluviales; son de edad cuaternario.

Depósitos aluviales 2 (Q-al2): Conformados por depósitos de gravas y arenas en matriz arenolimosas; se les encuentra formando parte de conos de deyección que confluyen hacia los cursos principales de ríos; son de edad Cuaternario.

Depósitos fluviales (Q-fl): Están constituidos por gravas, arenas y arcillas inconsolidados, se encuentran en los cauces de los ríos.



Figura 4. Se observa depósitos aluviales y fluviales en ambos márgenes del río Santa, así mismo se observa afloramiento de la Formación Chimú.

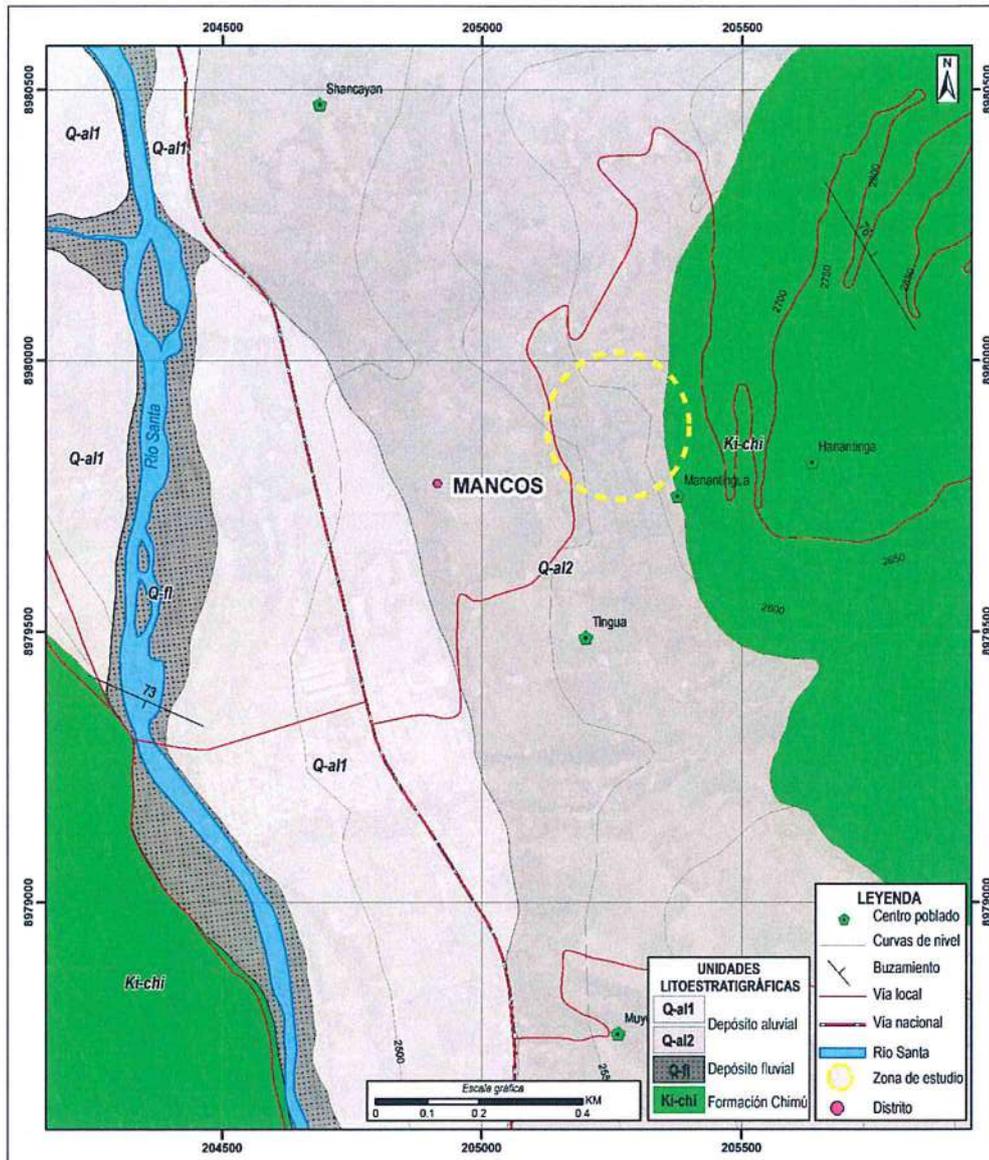


Figura 3. Mapa geológico de la zona de estudio. Modificado de (Wilson J., Reyes L., Garayar J. (1995).

4. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

4.1. Pendiente del terreno

La pendiente en las laderas que conforman la vertiente del río Santa, en la zona de estudio varían de moderado (5° - 15°) a fuerte (15° - 25°), donde se asienta el sector Anantigua – Shancayan. (figura 5)

4.2. Unidades geomorfológicas

En la zona evaluada y sus alrededores se han identificado las siguientes geformas particulares individualizadas, se agruparon según su origen:

Geoformas de carácter tectónico-degradacional y erosional	
Unidad	Sub unidad
Montaña	Montañas de roca sedimentaria (RM-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Sub unidad
Piedemonte	Abanico de Piedemonte (Ab)
Planicie	Terraza aluvial (T-al)
Planicie inundable	Llanura o planicie inundable (PL-i)
	Cauce del río (Rio)

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).

Unidad de Montaña

Se consideran dentro de esta subunidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc.).

Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (RM-rs)

Dentro de esta subunidad geomorfológica se encuentran las elevaciones de terreno que hacen parte de las cordilleras, 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 en 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.

En la zona evaluada corresponde a montañas modeladas en afloramientos de rocas sedimentarias con cierto grado de metamorfismo, de tipo cuarcitas, areniscas y arcillitas de la Formación Chimú. En la zona de estudio se identificaron montañas con pendiente fuerte. (fotografía 3)



Fotografía 3. Vista con dirección NE, en donde se observa montañas de rocas sedimentarias, estas se ubican en la cabecera de la zona evaluada.

Geoformas de carácter deposicional y agradacional

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, y los vientos, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Unidad de piedemonte

Esta unidad son resultado de procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, las corrientes marinas, las mareas y los vientos, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Sosa & Lara, 2019).

- a) **Subunidad abanico de Piedemonte (Ab):** Es una forma del relieve deposicional originado en la base o pie de un frente montañoso, asociada a la descarga de sedimentos de un curso de agua (río o quebrada), drena desde un área topográficamente elevada a un área baja y plana adyacente. Esta subunidad se encuentra en la quebrada Santo Toribio, frente a la zona de estudio. (figura 4).

Unidad de planicie

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, ya que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, determinado por una acción prolongada de los procesos denudacionales.

- a) **Subunidad terraza Aluvial (T-al):** Son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.

Unidad de planicie inundables

Área adyacente al río, formada por desbordamientos repetidos. Planicies aluviales aledañas a las corrientes de agua superficiales, como ríos, arroyos y lagunas, las cuales se han formado en el pasado con los sedimentos que periódicamente han depositado las inundaciones fluviales.

- a) **Subunidad llanura o planicie inundable (PI-i):** Es un terreno llano adyacente al río Huertas, son terrenos inundables naturales conocidos como llanura inundable; se inundan con cierta frecuencia.
- b) **Subunidad Cauce del río (R):** Esta unidad se observa al noreste del sector de Anantigua Shancayan del distrito de Mancos; se caracteriza por estar compuesta de bolos, gravas, arenas, etc., transportadas por las corrientes del río Santa.

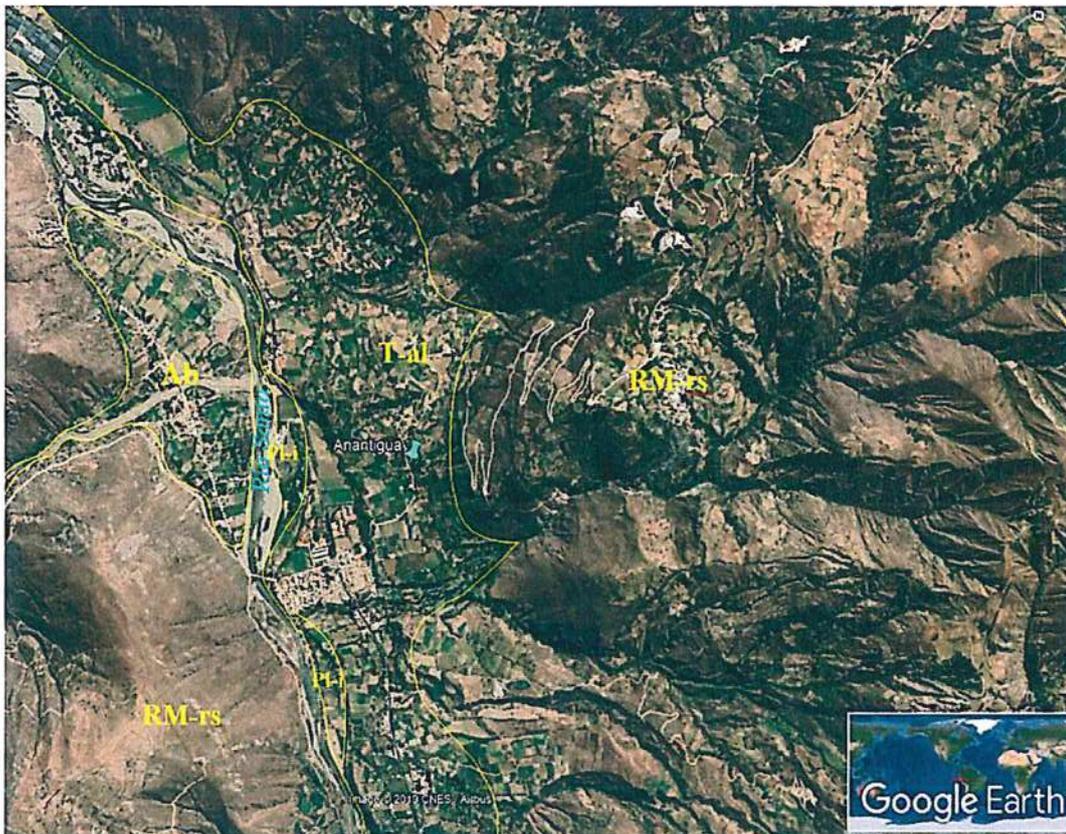


Figura 4. Vista donde se aprecia las distintas subunidades anteriormente descritas

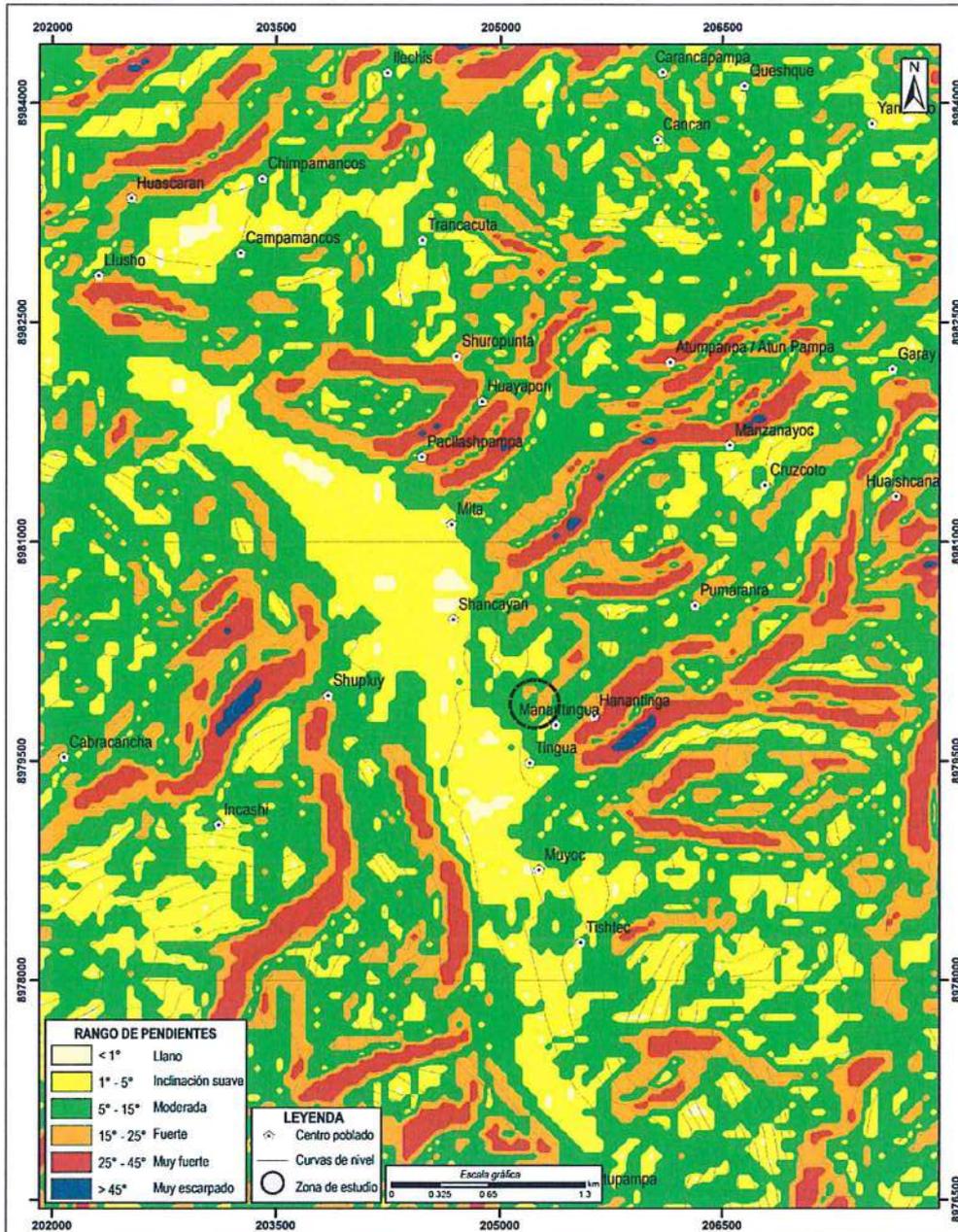


Figura 5. Mapa de pendientes, donde se observa que la zona evaluada presenta pendiente baja a moderada.

5. PELIGROS GEOLOGICOS

Conceptos generales

Los peligros geológicos reconocidos en la zona, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento (PMA:GCA, 2007); también se tienen zonas de arranque de derrumbes recientes con pequeñas reactivaciones cubiertas por vegetación. El proceso de modelamiento de terreno, así como la incisión de las quebradas en la cordillera de los Andes, conllevo a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

Estos movimientos en masa, tienen como causa factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal; combinados con factores extrínsecos, entre ellos se consideran la construcción de viviendas en zonas no adecuadas,

construcciones de carreteras, se tiene como detonantes de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona.

5.1. Deslizamientos

Es un movimiento ladero 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.

En el sector Anantigua – Shancayan. en la margen derecha del río Santa, se identificó por medio de trabajos de campo y la interpretación de imágenes satelitales, la presencia de deslizamientos de tipo rotacional antiguos y recientes, así como la generación de erosión de laderas (cárcavas). (figura 17).

a) *Deslizamiento Rotacional*

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. los movimientos en masa rotacional muestran una morfología distintiva característica por un escarpe principal pronunciado y una contra pendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escape principal. (Cruden y Varnes, 1996) (figura 6).

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimientos 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. (figura 7).

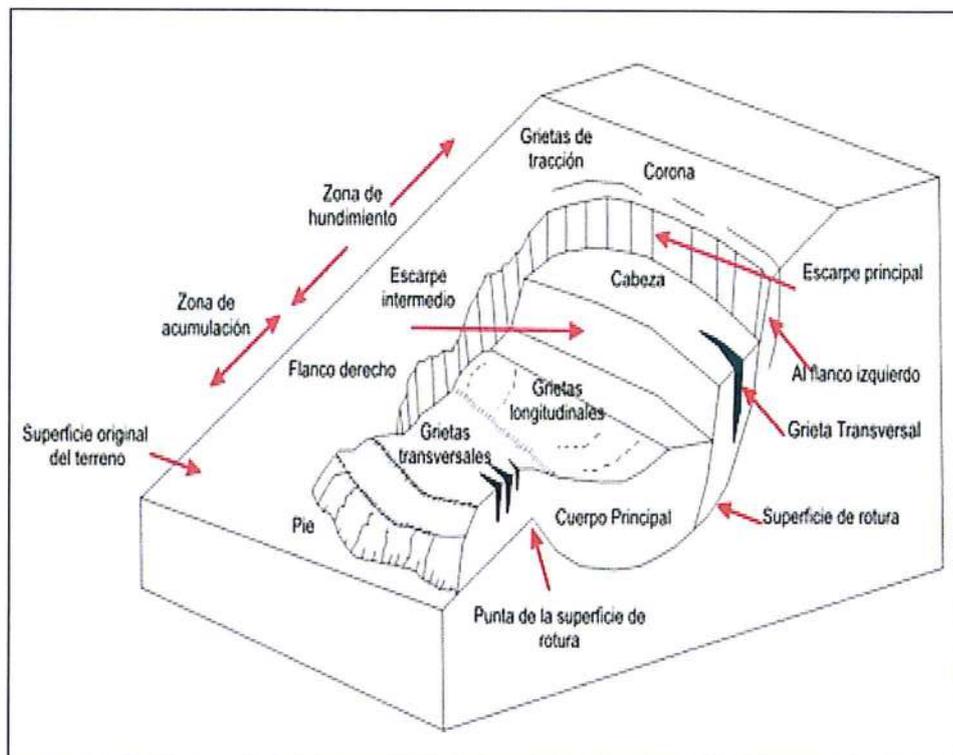


Figura 6. Esquema de un deslizamiento de tipo rotacional

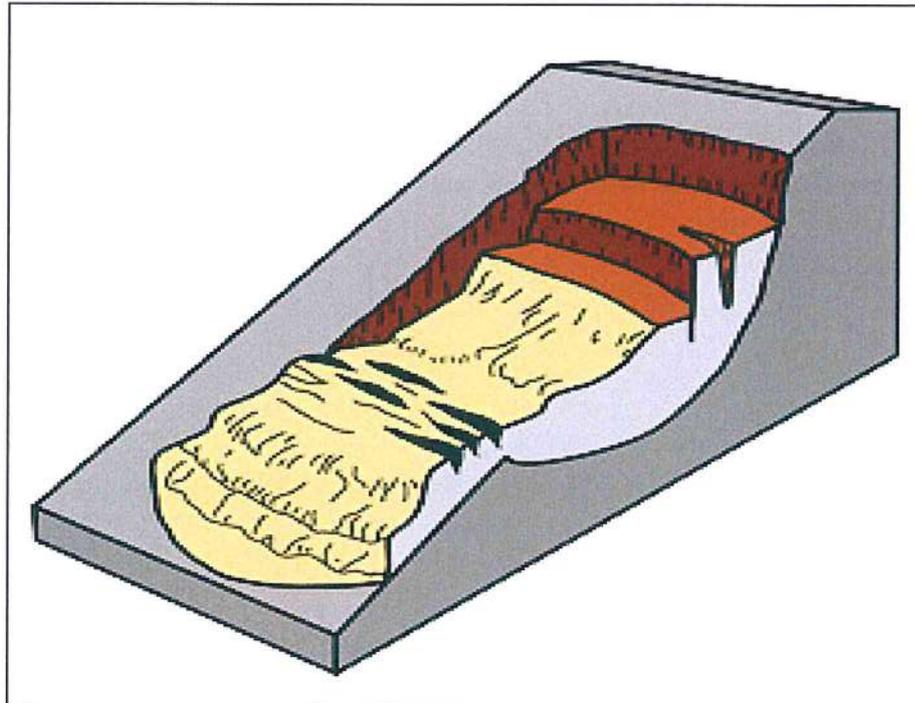


Figura 7. Esquema de un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos.

El primer deslizamiento localizado, tiene una escarpa de 26m de longitud con escarpas continuas, presenta saltos de 1.5m, con agrietamientos en el cuerpo del deslizamiento de 0.20-0.40m, tiene una longitud desde el escarpe y el pie de deslizamiento de 62m estas escarpas están cubiertas por vegetación de matorrales, arbustos y plantas de frutales, cuyos troncos presentan inclinación. (figura 8). Se observó presencia de agua en el suelo.

En diciembre del 2018 el deslizamiento afectó parte de la trocha carróza, que dificultó el desplazamiento vehicular entre los sectores de Anantigua a Pumaránra; desde entonces se instaló un puente de madera, que actualmente está en uso, está se asienta encima de un muro de contención de concreto que fue instalado en enero del 2019 después del evento.

Este muro de contención tiene como características: tiene un alto de 2.5m y una longitud de 30m (fotografía 4).

Este evento afectó cultivos, así como parte de la trocha carrozable Anantigua – Pumaránra.



Figura 8. Vista donde se observa escarpas secundarias continuas y presencia de vegetación. Se encuentran en las siguientes coordenadas UTM 8979858 N, 205152 E, con una cota de 2582 m.s.n.m.



Fotografía 4. Se observa muro de contención de concreto, con un puente provisional a base de tronco de madera, el que permite el tránsito vehicular. Los ojos de luz de dicho puente permiten drenar el agua que discurre de la ladera.



Fotografía 5. Vista tomada a partir de las siguientes coordenadas UTM 8979862 N, 205156 E, con una cota de 2584 m.s.n.m. se observa que parte del deslizamiento se transporta bajo la luz del pontón, se observa arboles de eucaliptos inclinados.



Figura 9. Se identificaron saltos de hasta 0.80m, con una longitud de 2.5 a 3m, cubierta de vegetación.



Fotografía 6. Se observó presencia de agua en varios puntos del cuerpo del deslizamiento.



Fotografía 7. Vista en la que es posible observar el deposito del cuerpo del deslizamiento, esta se encuentra en las siguientes coordenadas UTM 8979832 N, 205109 E, con una cota de 2567 m.s.n.m, actualmente está cubierto de vegetación.

El segundo deslizamiento identificado presenta una escarpa de forma alargada con longitud de 11.5m, con salto de 1.5m y un desplazamiento al noreste de 22m, además se observó varios árboles caídos producto del evento (figura 10).



Figura 10. Vista en la que se delimita la escarpa de tipo rotacional, en las siguientes coordenadas UTM 8979839 N, 205348 E, con una cota de 2642.



Fotografía 8. Se observa que el deslizamiento afectó cultivos de alfalfa, los que se encuentran a 2m de la escarpa.

En la zona evaluada se observó varios canales de regadíos sin revestimiento (fotografía 7), según información de la población en temporadas de lluvias este canal tiende a rebalsar afectando a la vivienda que se encuentra cuesta abajo.

El canal de regadío se encuentra a 150m del deslizamiento principal, aguas abajo, lo que está generando filtración y saturación del suelo.



Fotografía 9. Vista donde se puede observar el canal de regadío sin revestimiento,

Se identificó un deslizamiento antiguo de tipo rotacional, a 50m de la margen derecha del pontón de Anantigua, esta presenta una escarpa de 12m de longitud, actualmente cubierta por vegetación. (figura 11).



Figura 11. Se observa un escarpe secundario del deslizamiento antiguo. Trocha carrozable de Anantigua – Pumarana.

CAUSAS:

Factores de sitio:

- Configuración geomorfológica del área (montañas de rocas sedimentarias y volcánicas).
- Pendiente de terreno de moderado (5° - 15°) a fuerte (15° - 25).
- Litología, conformada por de cuarcitas, areniscas y arcillitas, con mantos de carbón (antracita) de la Formación Chimú.
- Depósitos aluviales no consolidados producto de deslizamientos antiguos.
- Cobertura vegetal de tipo cultivos y matorrales dispersos.

Del entorno geográfico:

- Lluvias intensas y/o extraordinarias, que saturan los terrenos y los desestabilizan, forman escorrentía superficial que erosiona las laderas a manera de cárcavas.
- Filtraciones de agua al subsuelo.
- Dinámica fluvial, que produce socavamiento del pie de la zona inestable.

Factores antrópicos

- Cambio de uso del suelo, árboles por cultivo de alfalfa.
- Mal uso de riego (riego por inundación).

6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN EN LAS ZONAS EVALUADAS

Por las condiciones geológicas del terreno, el sector Anantigua – Shancayan, requiere ejecutar medidas estructurales para poder mitigar y prevenir futuros desastres.

Se pueden resumir y describir algunas medidas que pueden considerarse para reducir la vulnerabilidad.

En esta sección se dan algunas propuestas de solución de forma general para las zonas evaluadas con la finalidad de minimizar las ocurrencias de los procesos identificados, así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias o eventos futuros que causen daños.

- Construir un sistema de drenaje tipo *espina de pescado*: Para disminuir la infiltración de agua en la parte alta del talud, se construyen canales colectores en forma de espina de pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras (Figura 12). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua.

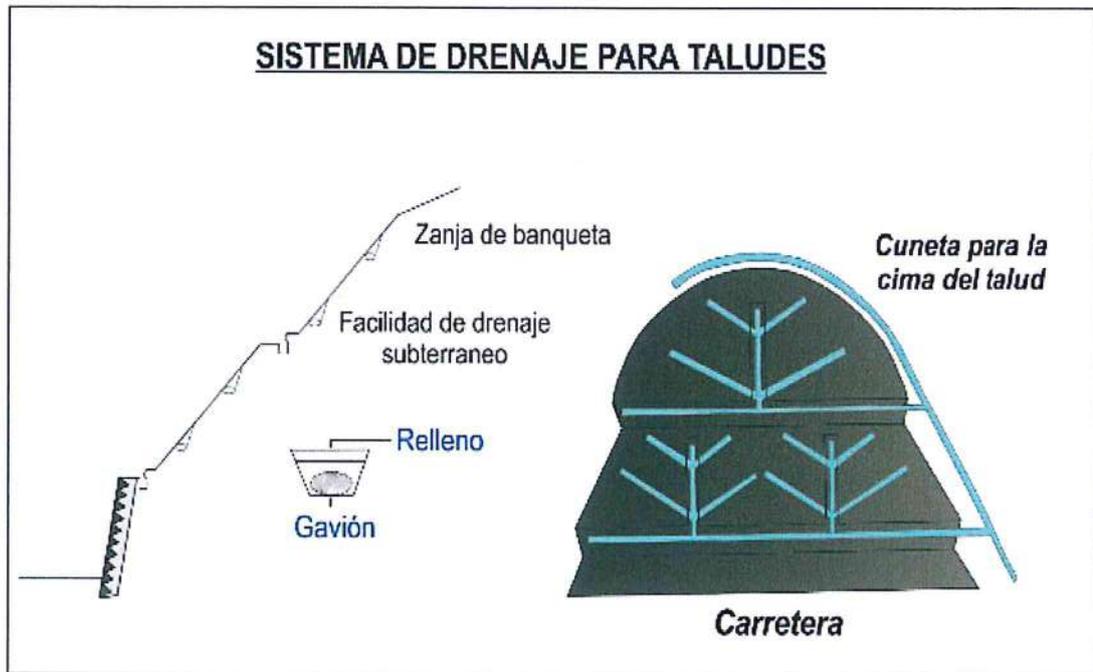


Figura 12. Sistema de drenaje tipo Espina de pescado.

- Corrección por muros: se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figura 13). En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (Figura 14). 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.

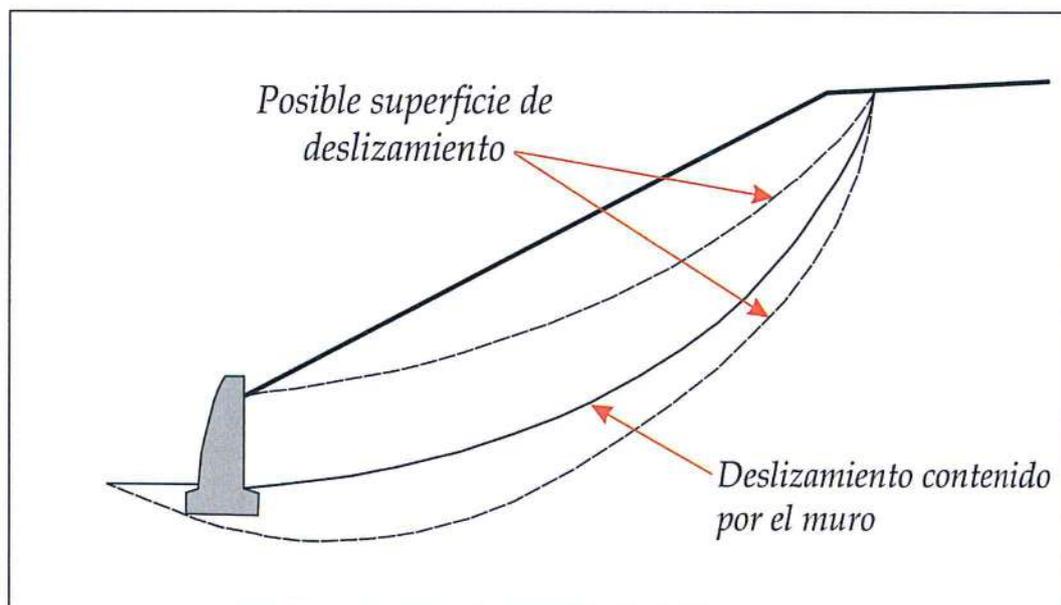


Figura 13. Contención de un deslizamiento mediante un muro (INGEMMET, 2000)

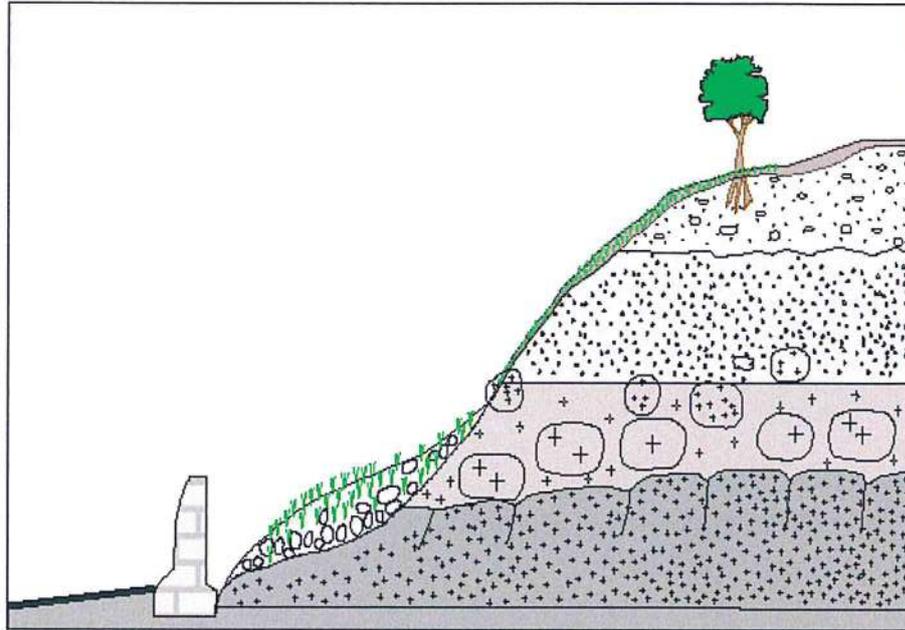


Figura 14. Esquema grafico relleno estabilizador sostenido por un muro (Elaboración propia)

- Instalar un sistema de drenaje horizontal o californiano: son drenes horizontales son taladros de pequeño diámetro con una ligera inclinación ascendente de unos 5° a 10° que se ejecutan desde la superficie del talud, (figura 15).

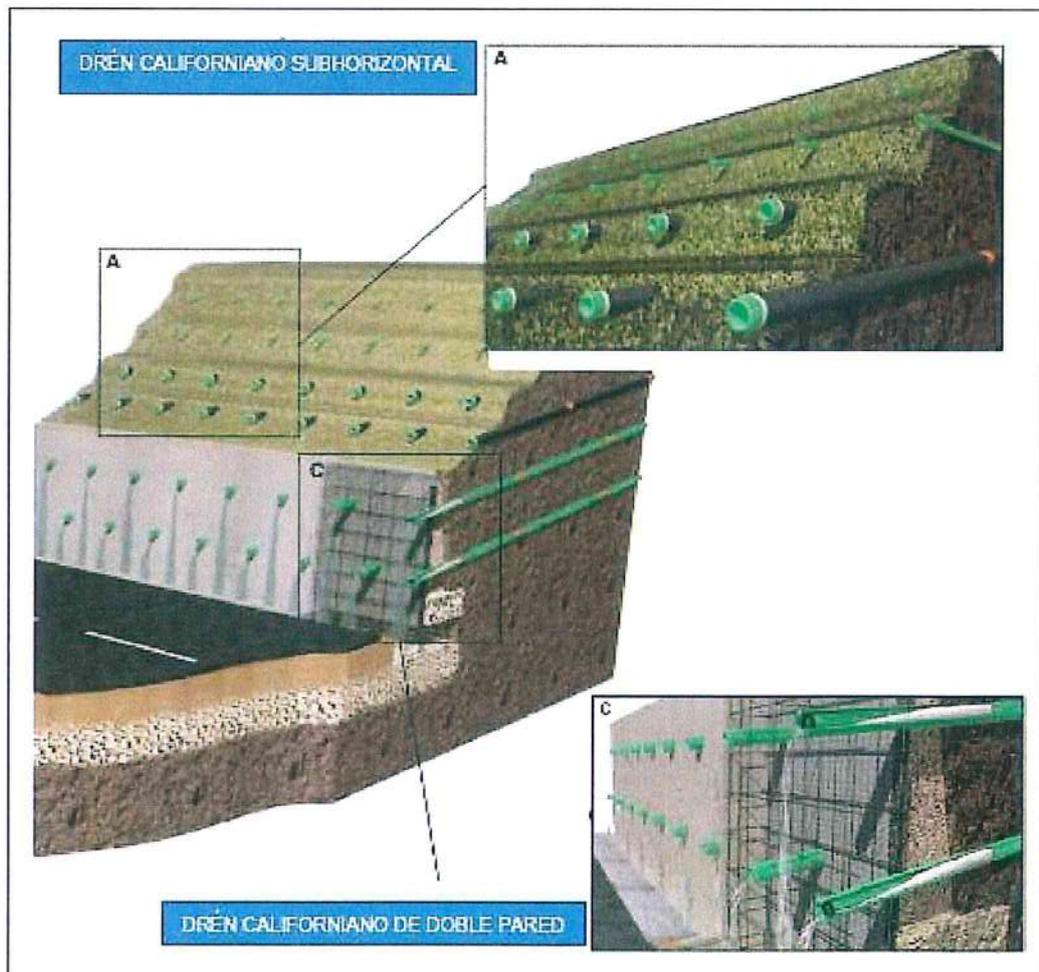


Figura 15. Diseño gráfico de un drenaje californiano subhorizontal.

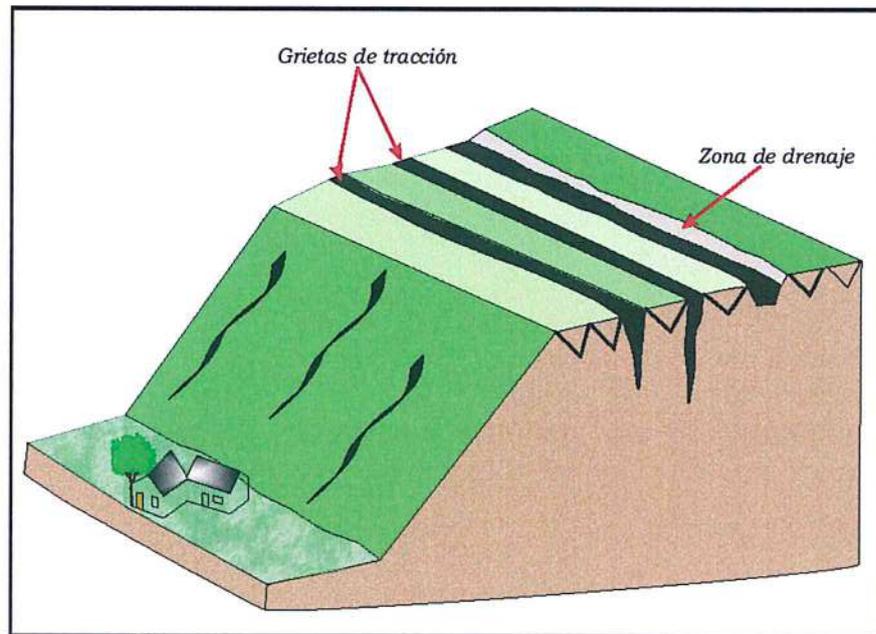


Figura.16. Canales de coronación

- Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso: Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de hierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

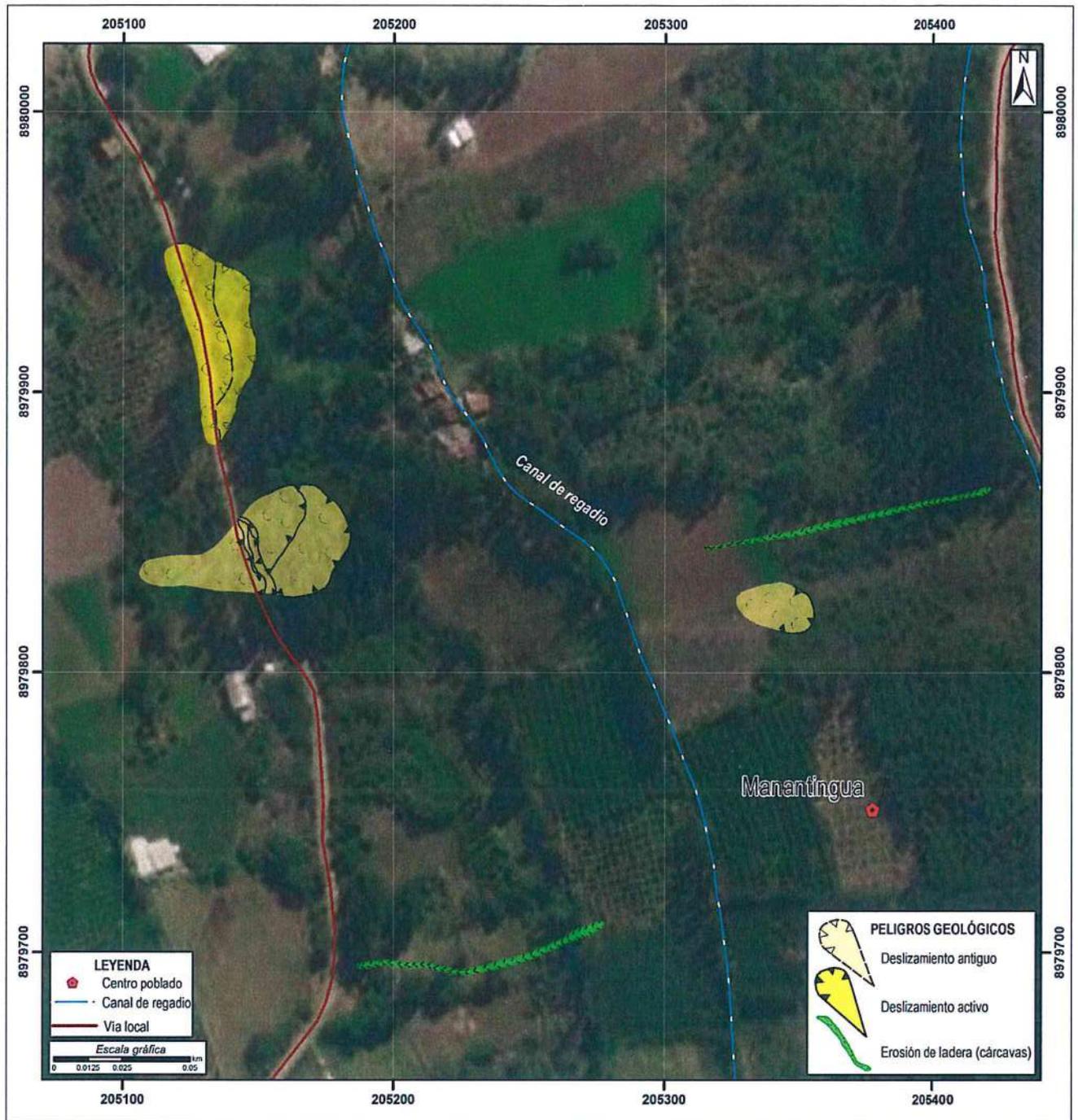


Figura 17. Mapa de movimientos en masa del sector de Anantigua - Shancayan

CONCLUSIONES

1. El deslizamiento de Anantigua – Shancayan esta en proceso de reactivación, lo cual se manifiesta con la presencia de agrietamientos y formación de nuevas escarpas, que produce irregularidades en la carretera Anantigua - Pumararra.
2. Se considera como el detonante del deslizamiento rotacional de Anantigua – Shancayan, las precipitaciones pluviales periódicas y/o extraordinarias que saturan los terrenos.
3. En el sector de Anantigua - Shancayan, se encuentra a la margen derecha del río Santa, en zonas susceptibles (bajas a medias) a movimientos en masas.
4. Geológicamente en el sector de Anantigua - Shancayan afloran rocas sedimentarias de la Formación Chimú (cuarcitas, areniscas, arcillitas y mantos de carbón), estas rocas se encuentran ligeramente meteorizadas y moderadamente fracturadas; presenta fracturamiento abierto con desplazamiento milimétrico. lo que permitiría la filtración de agua proveniente de las lluvias y canales de regadío, así como depósitos cuaternarios.
5. Geomorfológicamente, el sector de Anantigua - Shancayan, se encuentra asentado sobre depósitos cuaternarios, formando conos de deyección.
6. Una de las causas principales del deslizamiento es que los terrenos están saturados por aguas subterráneas (manantes de agua), canales de riego sin revestimiento, pendiente del terreno 5° - 25°.
7. Los daños ocasionados por el deslizamiento rotacional, fue la pérdida total de 30m de la carretera que conduce al sector de Pumararra, así como a 0.07 hectáreas de cultivo de papa y alfalfa.



Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

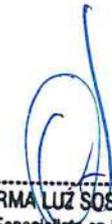
RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones que deben tomarse en cuenta a corto y mediano plazo son las siguientes:

- a. Captar y derivar las aguas de manantiales que se encuentran dentro del deslizamiento, deberán ser conducidas por medio de canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de la zona inestable.
- b. Evitar malas prácticas de riego (por inundación), la irrigación debe ser por un sistema de aspersión o goteo.
- c. Realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos y gestión de riesgos de desastre, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de nuevos eventos que pueden afectar su seguridad física.
- d. Eliminar la presencia de aguas encharcadas en el cuerpo de la masa deslizada, estas se pueden evacuar mediante zanjas excavadas a mano; estas pueden situarse al azar, con disposición en espinazo de pescado.
- e. Reforestar la zona con plantas autóctonas.



Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET



Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cruden, D.M. and Varnes, D.J., Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimiento en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, N° 4, 432 p. I CD: ROM.
- Wilson, J., Reyes, L., GARATE, J. (1995), Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g, y 19-i. Boletín N°60, Serie A: Carta Geológica Nacional. Actualizado por la Dirección de Carta Geológica Nacional a 1995 – INGEMMET
- Zavala, B.; Valderrama, P.; Parí, W.; Luque, G.; & Barrantes, R.; (2009), Riesgos Geológicos en la Región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 38, 280P.
- Sosa, N.; Lara, J. (2019), Evaluación de peligros geológicos en los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el nexo de Misca, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico INGEMMET, Informe técnico N°A6908.
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. En: SCHUSTER, L. y KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.