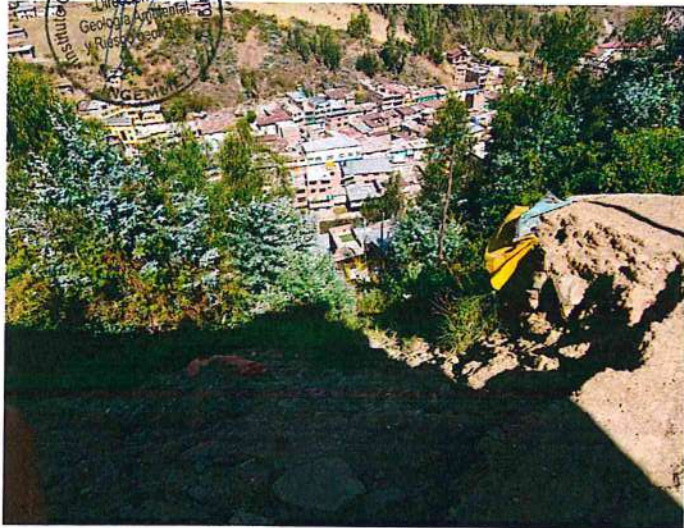


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6958

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL BARRIO SAN JUAN DE HUARIACA

Región Pasco
Provincia Pasco
Distrito Huariaca



OCTUBRE
2019

INDICE

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	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
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	7
3.1. UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	7
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	10
4.1. Pendiente del terreno	10
5. PELIGROS GEOLOGICOS	14
5.1. Deslizamientos	14
5.2. Derrumbe	19
6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN EN LAS ZONAS EVALUADAS	23
6.1. Mitigación de peligros por deslizamiento	23
6.2. Mitigación de peligros por derrumbes	25
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL BARRIO SAN JUAN DE HUARIACA (Distrito Huariaca, Provincia y Región de Pasco)

RESUMEN

El presente informe técnico "Evaluación de peligros geológicos en el barrio San Juan de Huariaca, se realizaron trabajos de gabinete y campo.

El objetivo de la evaluación geológica fue: Identificar, delimitar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en las inmediaciones del barrio San Juan de Huariaca, que puedan comprometer la seguridad de personas, obras de infraestructura, vías de comunicación y Plantear las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

Geológicamente en la zona de estudio afloran rocas metamórficas del Complejo Marañón, rocas sedimentarias del Grupo Mitu y Pucaray. Geomorfológicamente se asienta en montañas de rocas metamórficas y sedimentarias; también se identificaron depósitos coluvio-deluviales y aluvio-torrenciales.

En el barrio San Juan evaluado, se identificó deslizamientos antiguos; el principal que se localiza entre las coordenadas UTM 370485 E, 8845209 N, tiene una escarpa de 130m. con un salto de 1.7m.; este evento fue registrado y se encuentra en la base de datos de INGEMMET, con el código 165041001. También se identificaron dos derrumbes los cuales están afectando a las viviendas del Barrio San Juan.

Los factores condicionantes como la pendiente y el tipo de roca facilitaron la ocurrencia de eventos en el barrio San Juan. Los desencadenantes de la generación de estos peligros, son las precipitaciones pluviales que se dan todos los años entre los meses de noviembre a febrero; así como la presencia de ojos de agua (manantes), que discurren todo el año.

Por las condiciones geológicas y geodinámicas el barrio San Juan de Huariaca, es considerado como **zona crítica por peligro de deslizamiento**; El barrio San Juan de Huariaca es afectados por peligros geológicos de tipo deslizamiento antiguos y derrumbes, que son desencadenados por las fuertes precipitaciones pluviales y/o extraordinarias.

El barrio San Juan de Huariaca se debe realizar un sistema de drenaje para evacuar las aguas del cuerpo del deslizamiento, mediante tuberías de PVC. Labor que deberá realizar un especialista, evitar prácticas de riego por inundación.

1. INTRODUCCIÓN

La municipalidad distrital de Huariaca, mediante Oficio N°0542-2019-G.R.P/GOB.PASCO, de fecha 07 de junio del presente, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), una evaluación técnica por peligros geológicos en la jurisdicción del barrio San Juan, localidad de Huariaca, provincia y región Pasco.

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. Igor Astete Farfán, para realizar la evaluación técnica respectiva.

Los trabajos de campo se realizaron el día 07 de agosto del presente año, previa coordinación con el alcalde distrital de Huariaca; durante el recorrido por la zona evaluada se contó con la presencia de personal técnico de la municipalidad; así como de la presidenta de barrio San Juan y otros pobladores quienes 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 Huariaca, 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 barrio San Juan de Huariaca, 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 Huariaca, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan las publicaciones hechas por INGEMMET:

- El deslizamiento del cerro Martín Copasha del barrio San Juan, Huariaca, fue inventariado por el INGEMMET en el 2003, el que se encuentra en la base de datos geocientífica con el código N°165041001. Estudio de Riesgos Geológicos del Perú'

Franja N°4 Boletín N°29 Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, realizado por Fidel L., *et al.* (2006),

- Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores, hojas 21-K, 22-K, 23-K, Cobbing, *et al.* (1996).
- Deslizamiento de tierras en el Cerro Martín Capasha del distrito de Huariaca, realizado por Mendivil E. (1963).

En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, escala 1: 250 000 (escala regional) elaborado por INGEMMET, 2018; el sector del barrio San Juan del distrito de Huariaca se localiza en una zona de susceptibilidad baja, media y muy alta por la ocurrencia de movimientos en masa (Figura 1).

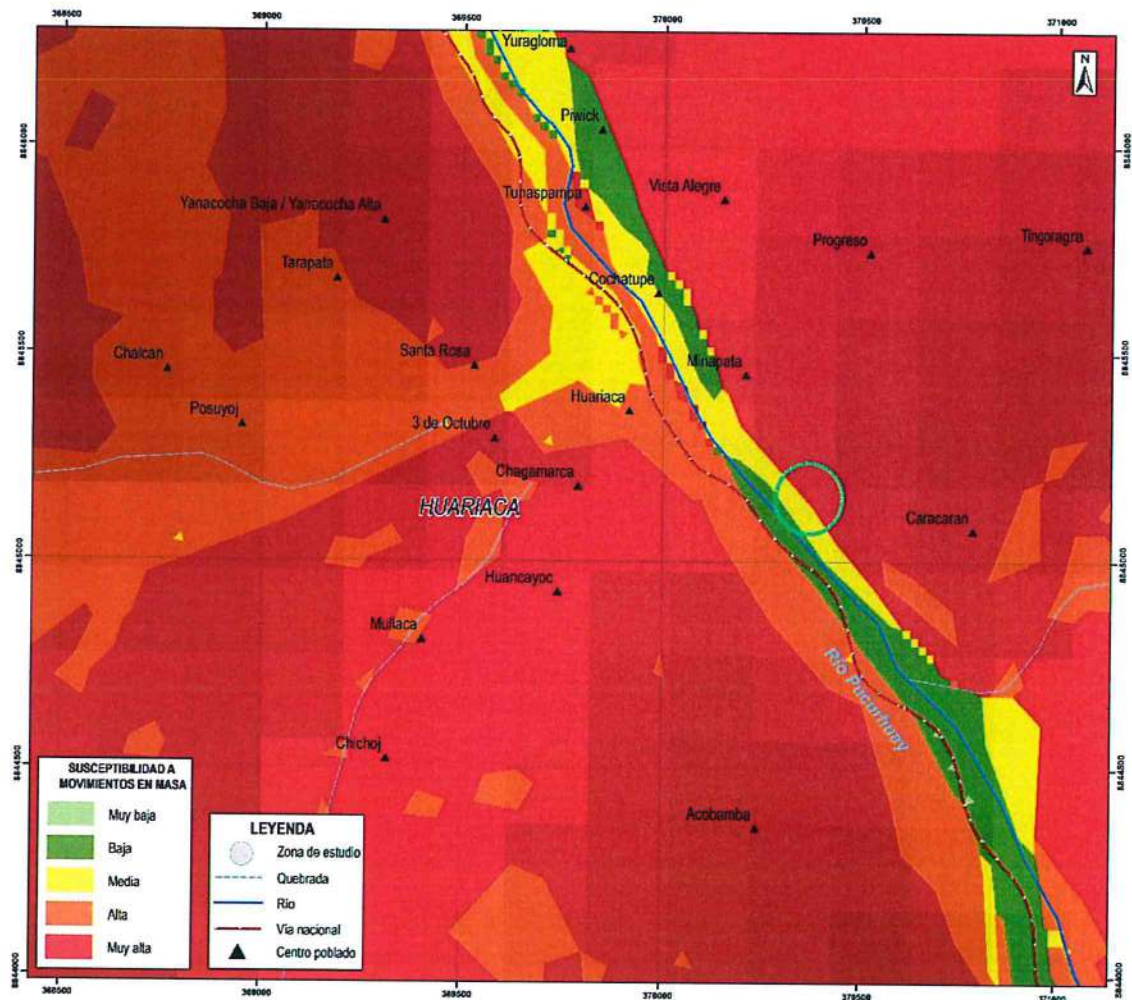


Figura 1: Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa para la región Pasco, donde se puede encontrar que el barrio San Juan del distrito de Huariaca, que abarcan.

Susceptibilidad Media

Laderas con algunas zonas de fallas, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados, laderas con pendientes entre 20° y 30°, donde han ocurrido algunos movimientos en masa y no existe completa seguridad de que no ocurran. Estos pueden ser detonados por sismos o lluvias excepcionales.

Susceptibilidad Muy Alta

Zonas en donde todas las condiciones del terreno son muy favorables para generar movimientos en masa. Principalmente son áreas donde ocurrieron deslizamientos en el pasado o recientes (inventariados en el presente estudio), o reactivaciones de los antiguos al modificar sus taludes, ya sea como deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos.

Están concentrados donde el substrato rocoso es de mala calidad, comprende: rocas metamórficas (esquistos, pizarras y filitas), sedimentarias (limolitas, limoarcillitas, areniscas y yeso) y depósitos de vertiente (coluvio-deluviales), laderas con pendiente entre 20° y 35°, morfologías de montañas de moderada a fuerte pendiente y piedemontes (detritos de vertiente, depósitos de deslizamientos antiguos, abanicos deluvio-coluviales, entre otros).

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación y accesibilidad

El barrio San Juan pertenece al distrito de Huariaca, provincia y región Pasco, ubicados entre las siguientes coordenadas UTM – WGS 84 (figura 1).

COORDENADAS		
Norte	Este	Cota
8845264	370373	2980 m s.n.m.

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

ACCESIBILIDAD			
Tramo		km	Tiempo
Lima	Oroya	185	5h y 20 min
Oroya	Ambo	213	3h y 50min
Ambo	Huariaca	45	1hn

2.2. Clima e hidrografía

De acuerdo con los datos climáticos (clasificación climática por el método de Thornthwaite), la zona evaluada presenta un clima lluvioso, con precipitaciones abundantes, y sus temperaturas medias anuales de 12°C presentan veranos lluviosos e inviernos secos con fuertes heladas, además es frío a semi frígido. Las precipitaciones pluviales para el periodo lluvioso normal pueden variar de 2200mm a 3000mm.

La red hidrográfica en la zona evaluada, tiene como curso principal al río Huallaga formado por la unión de las quebradas Tingoragra, Mosquera y el aporte del río Pucurhuay.

El curso del río Huallaga en el sector de la zona evaluada presenta un ancho de 12 m y unas terrazas angostas entre 5 a 10 m, en el sector se observó muros de contención de concreto en ambos márgenes.

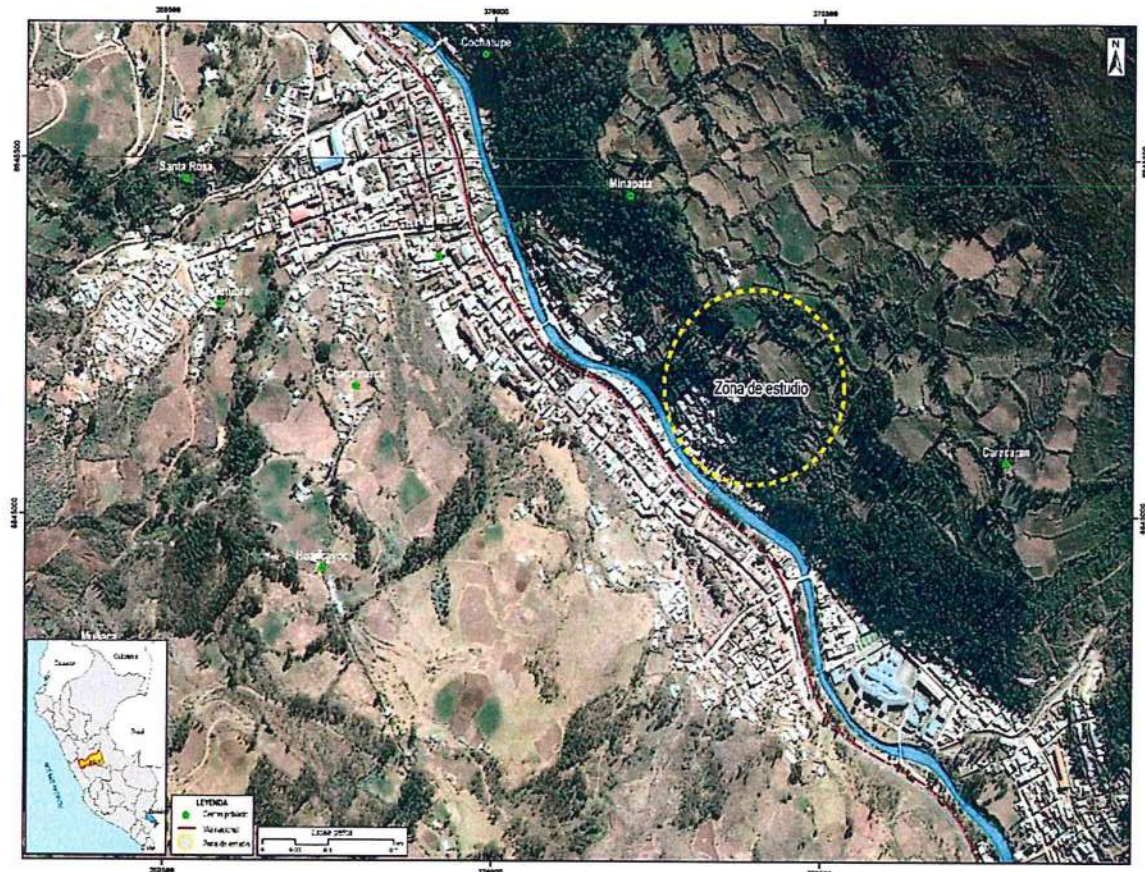


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio

2.3. Vegetación

Se plantean que el ecosistema presente en la provincia de Pasco, 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.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló teniendo como base el Boletín N° 77-Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores-Hojas: 21-k, 22-k, 23-k, (Cobbing, Quispesivana & Paz, 1996), se tienen afloramientos de rocas metamórficas tipo esquistos y filitas (Complejo Marañón) y volcano - sedimentario de la Formación Mitú, así como depósitos Cuaternarios.

3.1. UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas metamórficas del Neoproterozoico, rocas volcano sedimentarias del Permiano tardío y del Triásico-Jurásico, así como también depósitos cuaternarios (figura 3).

Depósitos Cuaternarios

Depósitos coluviales (Q-cl): Son aquellos depósitos que se encuentran al pie de las escarpas, laderas prominentes como material de escombros constituidos por bloques de gravas, guijarros con clastos subangulosos a angulosos y matriz areno-limosa que han sufrido transporte, se presentan con cierta irregularidad en la hoja de Ambo.

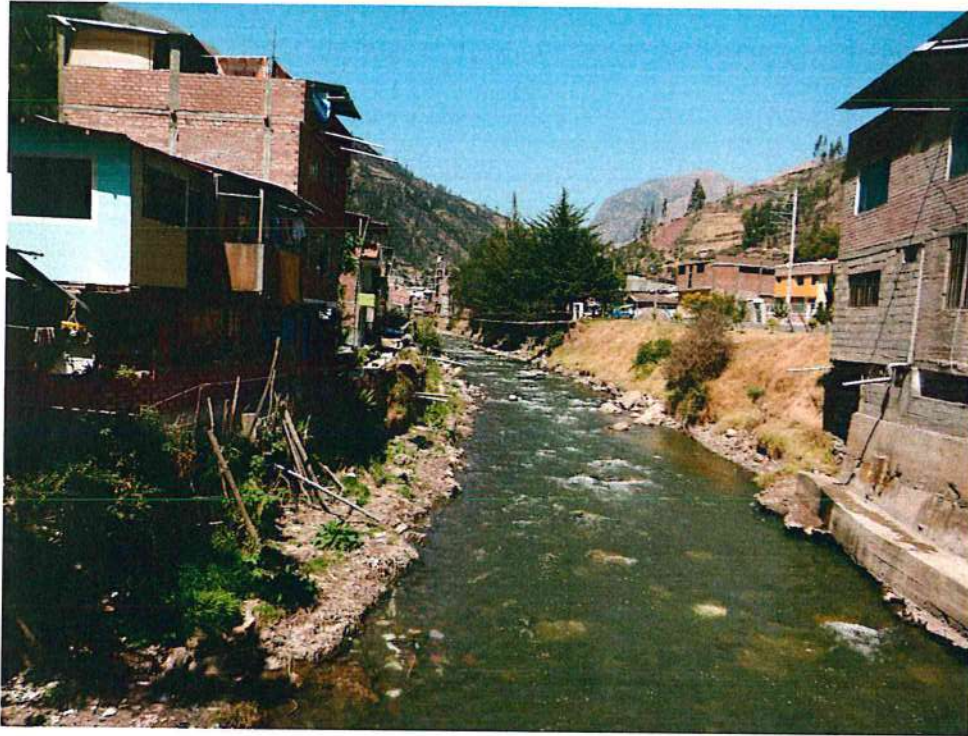
Depósitos aluviales (Qh-l): Estos depósitos son del Holoceno. Están compuestos por gravas redondeadas a subredondeadas en matriz areno-limosa. Se encuentran formando terrazas y conos aluviales (fotografía 1).

Substrato rocoso

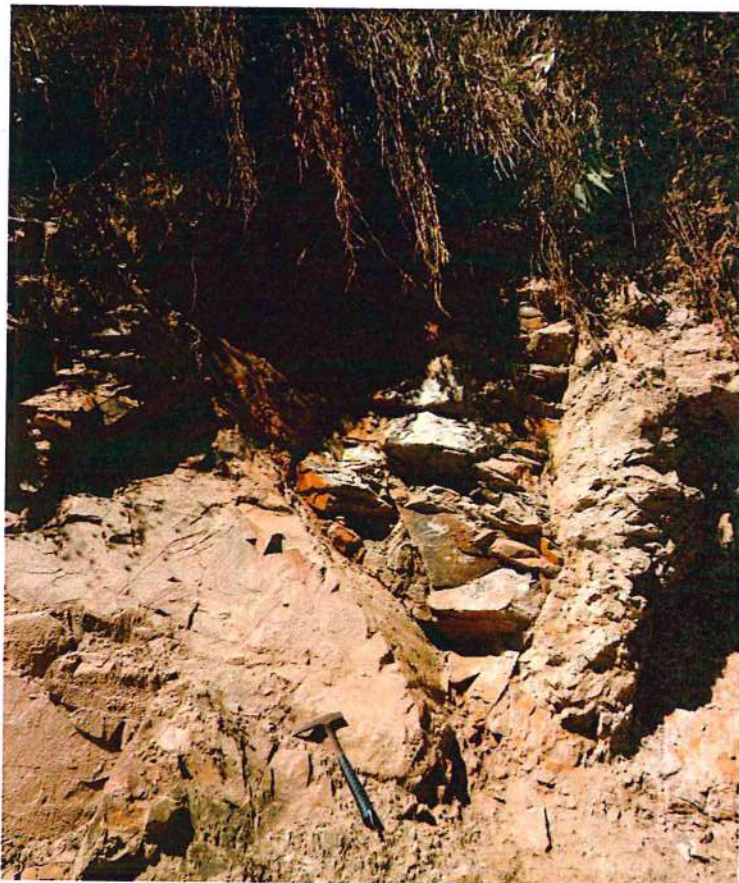
Grupo Pucará – Formación Chambará (Trji-cha_s): Está compuesta por calizas grises en capas delgadas a medias, con horizontes de nódulos de chert.

Grupo Mitu (PsT-mi): Abarcan la secuencia volcánica-sedimentaria, litológicamente esa compuestas por tobas color rosado con fragmentos líticos de composición riolítica; brechas sedimentarias con clastos de cuarcita; areniscas y lutitas rojas intercaladas con conglomerados, además se observó secuencias de calizas (fotografía 2).

Complejo Metamórfico del Marañón (Pe-cma/e): Esta unidad es de edad Neoproterozoica, cuyos afloramientos están controlados por fallas regionales de dirección predominante NO-SE. Litológicamente se componen de esquistos que contienen cuarzo-muscovita de textura granoblástica y metasedimentos (fotografía 3). Corresponde a afloramientos de rocas metamórficas, afectadas por procesos tectónicos y erosivos del Precámbrico.



Fotografía 1. Se observa depósitos aluviales antiguos y recientes en ambos márgenes del río Huallaga, ocupados por algunas viviendas, vista al noreste.



Fotografía 2. Se observa aforamientos de calizas del Grupo Mitu, están se encuentran en la margen derecha del barrio San Juan, sector Cochatupe. (UTM 8845332 N, 370124 E).



Fotografía 3. Se observa bloques de rocas meta-areniscas con bandeamientos.

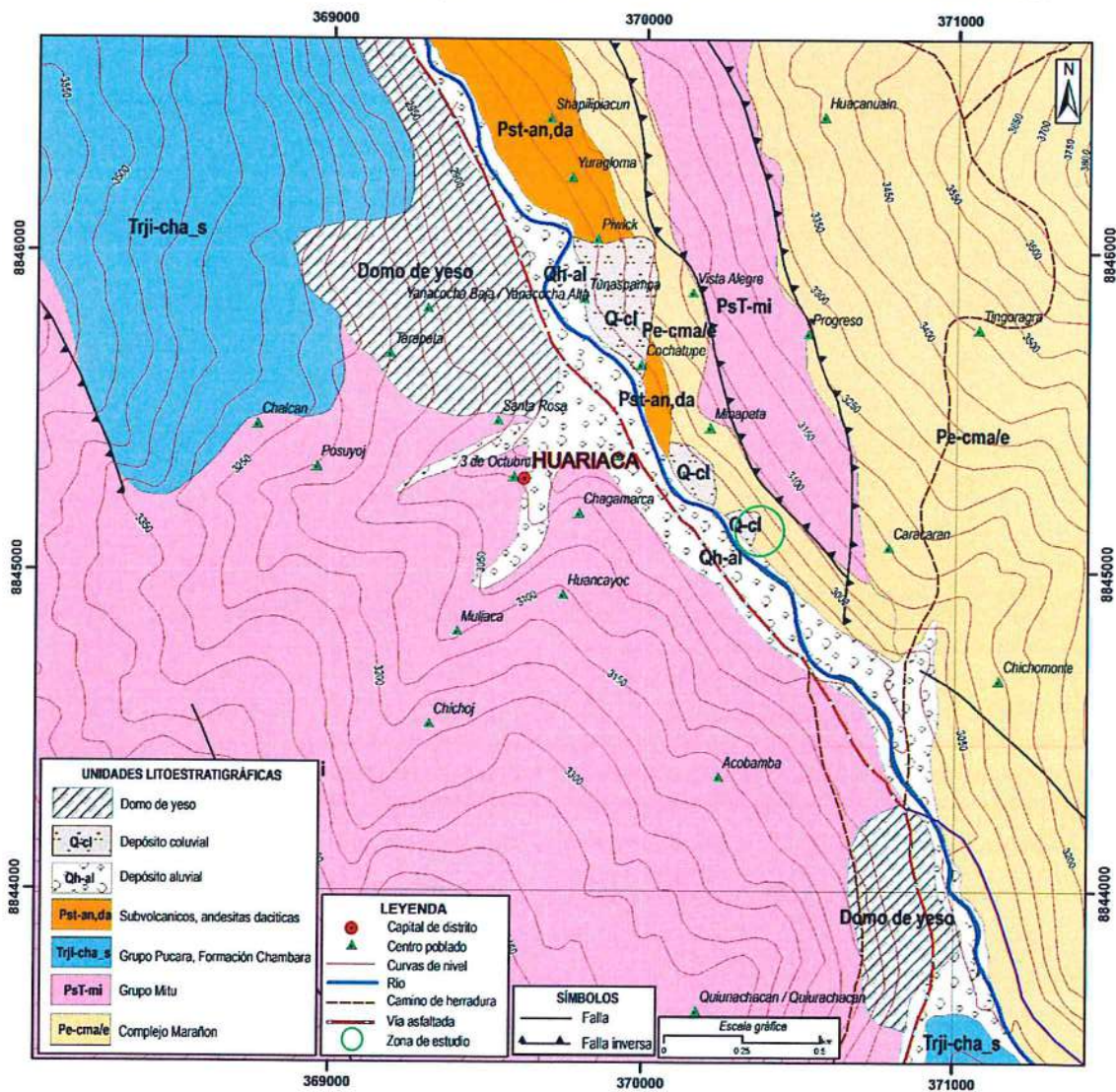


Figura 3. Mapa geológico de la zona de estudio. Modificado de Cobbing, Quispesivana & Paz (1996).

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en la zona de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterizaciones conceptuales en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación.

4.1. Pendiente del terreno

La pendiente en las laderas que conforman las vertientes del río Huallaga en la zona estudiada varía de fuertemente inclinada (15° - 25°) a muy fuertemente inclinadas (25° - 45°).

4.2. Unidades geomorfológicas

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

Geoformas de carácter tectónico-degradacional y erosional	
Unidad	Sub unidad
Montaña	Montañas de roca metamórfico, (RM-rm)
	Montañas de roca sedimentaria (RM-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)
	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (V-at)
Planicie	Cauce del río (Río)

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 300m 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.).

a) Sub unidad de Montañas de rocas metamórficas (RM-rm)

En el contexto general se tienen alineamientos alargados, sus laderas presentan pendiente moderada a fuerte (25° a 45°), se encuentra altamente meteorización (figura 4).



Figura 4. El barrio San Juan de Huariaca, se encuentra asentado sobre el Complejo Marañón, se encuentra cubierto por vegetación característica de la zona; además se observa viviendas de material rustico (A) y otras de concreto (B).

b) Sub unidad de Montañas de roca sedimentaria (RM-rs)

En la zona evaluada corresponde a montañas modeladas en afloramientos de rocas sedimentarias con cierto grado de metamorfismo de tipo cuarcitas, areniscas grises con niveles de esquistos del Complejo Marañón (figura 5). Presenta pendiente entre 25° a 45°.

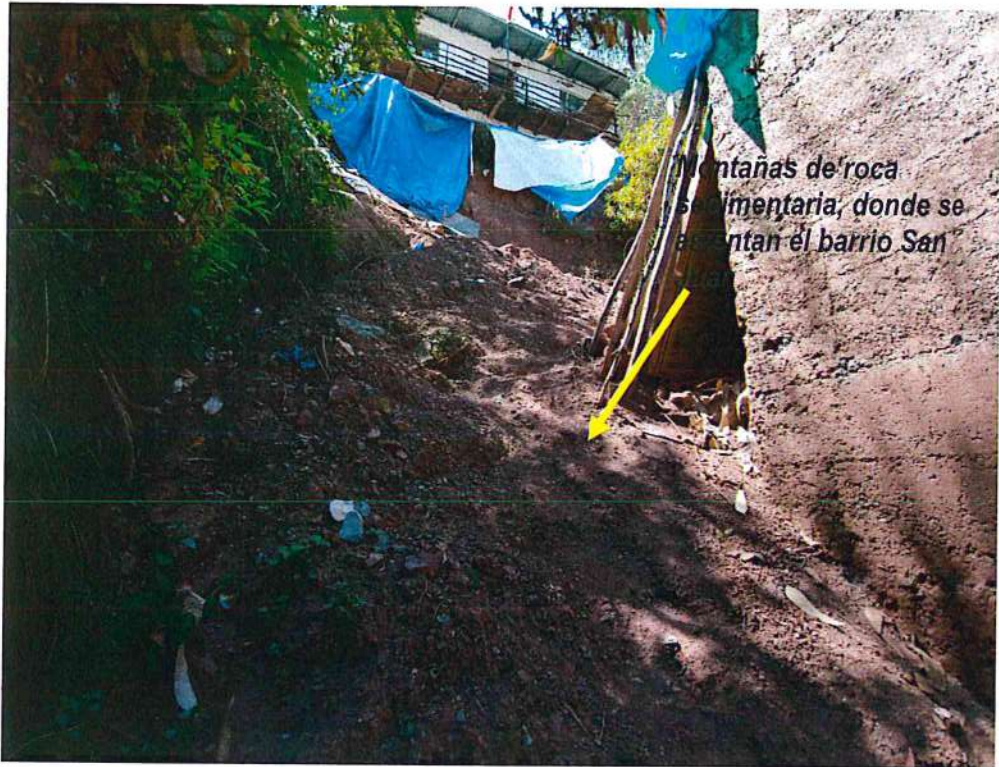


Figura 5. se observa afloramiento de areniscas muy alteradas, en donde se asientan viviendas del barrio San Juan.

Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional

Estas geofomas 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 solidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Sosa & Lara, 2019).

c) Sub unidad de Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)

Unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial (acarreados y acumulaciones por efecto de la gravedad) y deluvial (acumulación de material de pie de laderas. depositados por flujos de agua que lavan materiales sueltos de las laderas). Se pueden asociar geodinamicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo movimientos complejos, reptaciones de suelos, avalanchas de detritos y flujos de detritos (huaicos).

En el área se encuentran cubierto de vegetación y se caracteriza por presentar pendiente fuerte a muy fuerte, tiene una extensión 8 metros aproximadamente (fotografía 4).

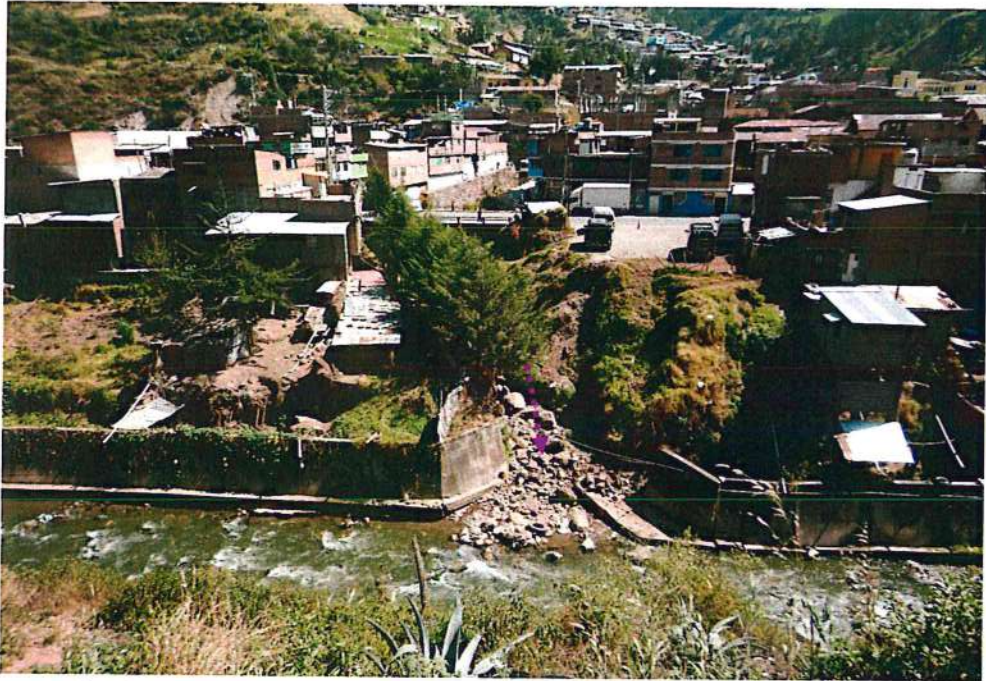


Fotografía 4. Vista de los depósitos inconsolidados de tipo coluvio-deluvial, que se encuentra en las laderas del centro poblado del barrio San Juan.

d) Sub unidad de Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (V-at)

Esta unidad se encuentra asociada a los depósitos dejados por los flujos de detritos y de lodo de tipo excepcional (Sosa & Lara, 2019).

En el área esta unidad se desarrolla en la quebrada Tingoragra, que desemboca el río Huallaga, está conformada por fragmentos rocosos heterométricos (bloques, bolos y detritos) en matriz limo-areno-arcilloso, el depósito tiene forma de cono (fotografía 5).



Fotografía 5. Quebrada que desemboca en el río Huallaga, esta se encuentra a 360 metros, en la margen derecha del barrio San Juan.

Unidad de Geoformas particulares

e) Sub unidad Cauce del río (R)

Esta unidad se observa al sureste del barrio San Juan, del distrito de Huariaca; se caracteriza por estar compuesta de bolos, gravas, arenas, etc., transportadas por las corrientes del río Huallaga. Corresponden al lecho reciente de los ríos Pucurhuay y Ticlacayan.

5. PELIGROS GEOLOGICOS

Conceptos teóricos

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, conlleva 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 la ladera norte del cerro Martin Copasha, en el sector denominado como barrio San Juan, en la margen derecha del río Huallaga, 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 pequeños derrumbes. (figura 18).

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)

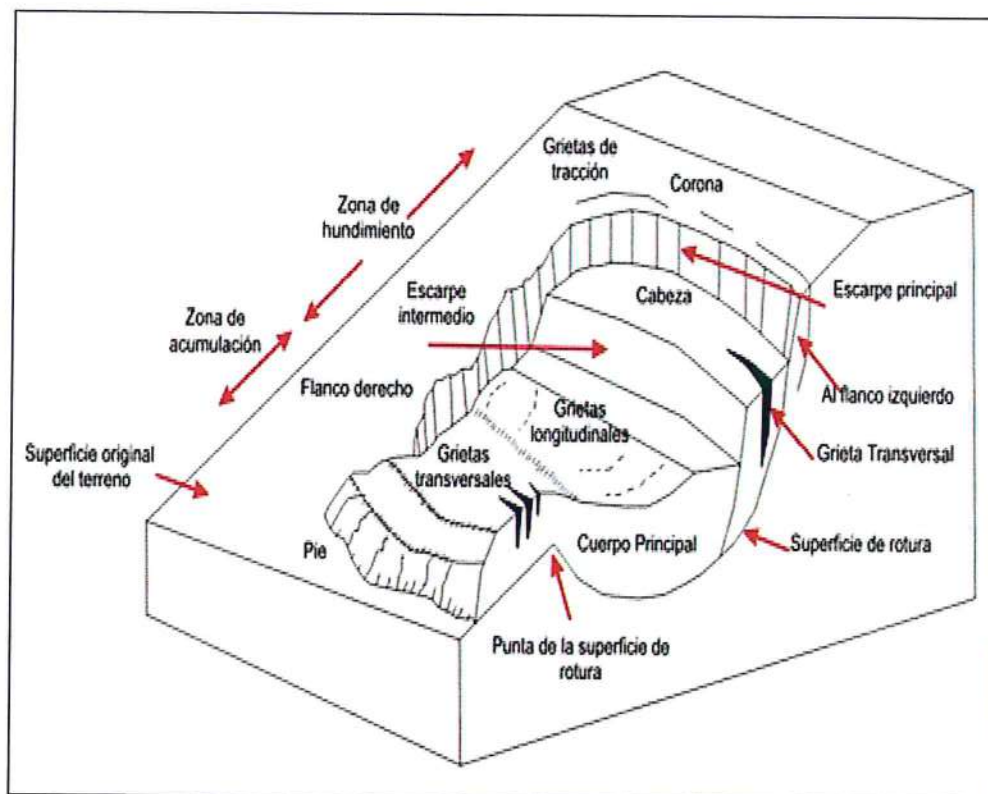


Figura 6. Esquema de un deslizamiento de tipo rotacional

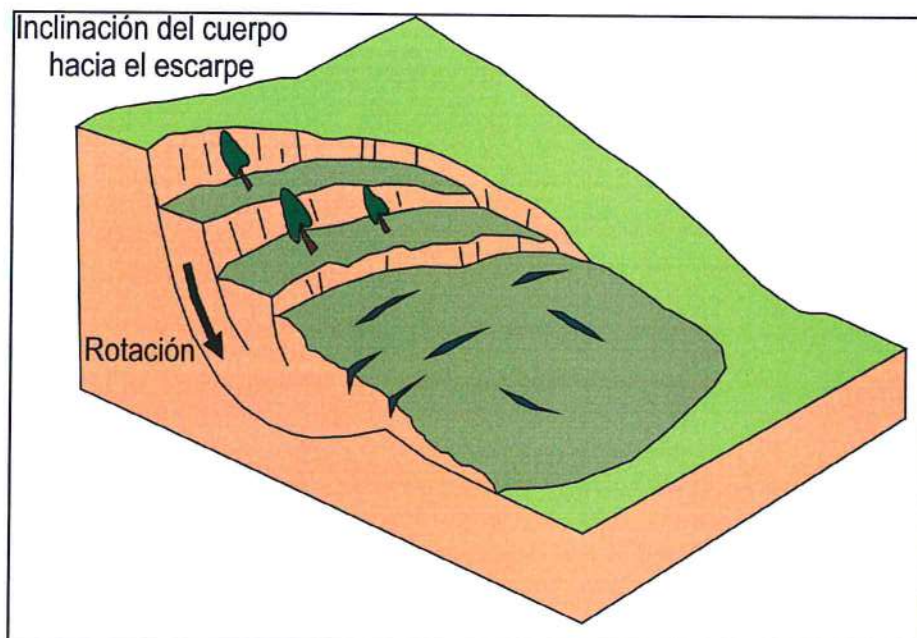


Figura 7. Esquema de un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos.

b) Deslizamiento rotacional antiguo

El 21 de marzo del 1963, se produjo un deslizamiento que afectó una extensión superficial de algo más de una hectárea, de terreno baldío. El río Huallaga por su considerable caudal especialmente en épocas de crecimiento, constituye una amenaza para todas las viviendas ubicadas en sus orillas (Mendivil 1963).

El deslizamiento del cerro Martín Copasha del barrio San Juan, Huariaca, fue inventariado por el INGEMMET en el 2003, el que se encuentra en la base de datos geocientífica con el código N°165041001.

El 2013 Huariaca fue catalogado como **ZONA CRÍTICA**. Para ese entonces el evento se presentaba como un deslizamiento, derrumbes, erosión de laderas, erosión fluvial, inundaciones y huaycos; que producía afectaciones ende carretera, viviendas, postes de luz, tuberías de agua, hospital de ESSALUD, (Luque, 2013)

Durante los trabajos de caracterización del deslizamiento del barrio San Juan de Huariaca, se identificó cuatro escarpas, que corresponden a deslizamientos antiguos. La primera escarpa localizada a 130 m. de distancia de la corona del ultimo evento, tiene saltos de 1-1.7m, esta escarpa aparece cubierta por vegetación de matorrales arbustos plantas frutas, cuyos troncos se presentan inclinados (figura 8). La vegetación de la zona no permitió seguir en su totalidad el trazo de la escarpa del deslizamiento.

Afecto a dos viviendas, postes de alumbrado público y tuberías de agua. Actualmente afecta a algunas viviendas asentadas en su ladera.



Figura 8. Vista de la primera escarpa de deslizamientos antiguo, cubierta de vegetación; se ha marcado con líneas de color amarillo el trazo de la escarpa de deslizamiento antiguo. El mal sistema de riego (inundación) está saturando considerablemente el manto, aumentando el peso y haciendo perder estabilidad.

La segunda escarpa, se ubica dentro de las siguientes coordenadas UTM 8845205 N, 370402 E, a 3040 m s.n.m. La escarpa tiene una longitud de 40 m, con dirección NE, perpendicular a las escarpas antiguas principales (anteriormente descrita); esta se pierde entre la vegetación nativa muy espesa de zona y cultivo (figura 9).



Figura 9. Vista al sureste del barrio San Juan, se observa la escarpa del deslizamiento antiguo, cubierta por vegetación, se aprecia la escarpa del deslizamiento, además terrenos cultivados de alfalfa. Además, se aprecia al poblado de Huariaca.

CAUSAS:

1. Laderas con pendiente mayor a 30° que favorecen la ocurrencia de escorrenría pluvial, esto origina mayor erosión de la cobertura del suelo y roca.
2. Sustrato rocoso conformado por filitas y cuarcitas que se encuentra con intensa meteorización, son rocas de mala calidad y de fácil remoción.
3. Se tienen depósitos coluviales no consolidados producto de un deslizamiento antiguo.
4. Filtraciones de agua del subsuelo (manantes), mal sistema de riego.

El factor detonante son las precipitaciones pluviales (lluvias) intensas y extraordinarias ocurridas durante los meses de noviembre a febrero.

5.2. 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 (Sosa & Lara, 2019).

En el área de estudio se observó, actividad antrópica como: dispersar en sus calles mezclas de arena y cemento, con la finalidad de evitar la polvareda; esto genero sobre carga en el material de relleno, debilitando la ladera, afectando a viviendas metros abajo. (figura 10 y fotografía 6).



Figura 10. Vista al noreste del barrio San Juan, se observa derrumbe que afecto a vivienda, así mismo colapsaron algunos árboles de eucaliptos; se observa que el derrumbe está cubierto con un plástico con el fin de que no caiga material producto de las lluvias.

CAUSAS:

1. Laderas con pendiente mayor a 30°.
2. Substrato rocoso de mala calidad y de fácil remoción.
3. Filtraciones de agua al subsuelo.
4. sobre carga de la ladera por parte de la población que se asienta en dicho lugar.

Los factores detonantes son la actividad antrópica (cortes de ladera) y las lluvias intensas ocurridas en la zona de estudio.



Fotografía 6. Se observó el colapso del material (cemento combinado con arena) que pusieron los vecinos, para mejorar la vía peatonal, genero sobrecarga que afecto a viviendas metros abajo.

En la vivienda que fue afectada por un derrumbe, como medida de mitigación, se construyó un muro de contención de concreto (5 m de ancho y 10 de largo). Que se ubica a la margen izquierda del graderío que permite el acceso al barrio San Juan. (figura 11).

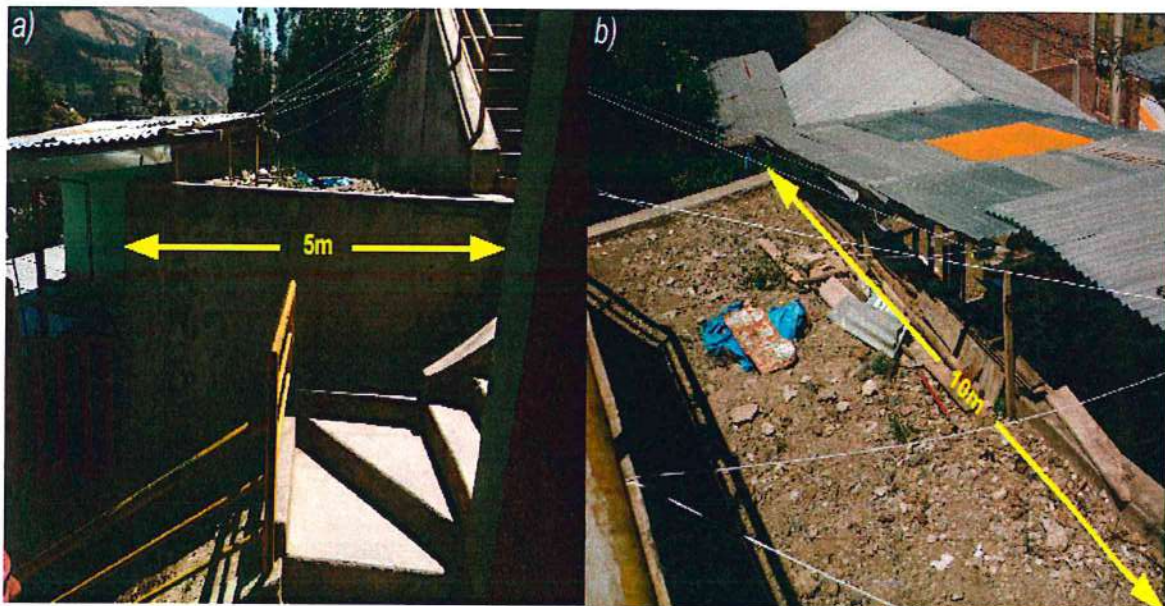


Figura 11. a) vista con dirección noroeste, se observa muro de contención que afecto la mitad de la vivienda, b) toma de la parte alta, esta vivienda se encuentra en las siguientes coordenadas UTM 8845126N, 370301, E con una cota de 2970m.s.n.m.

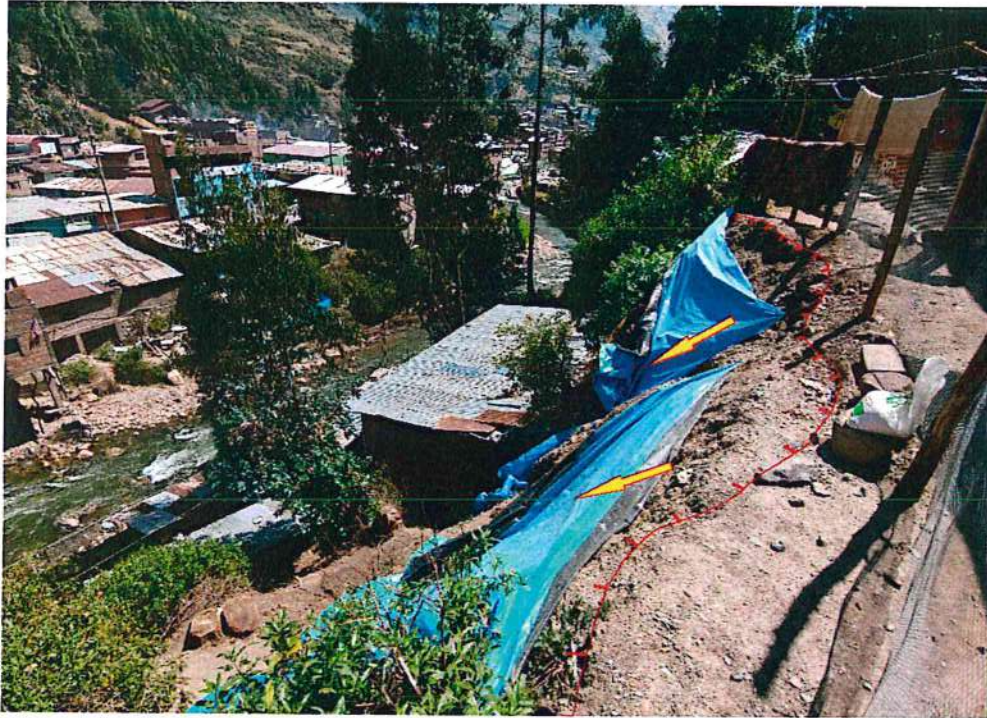


Figura 12. Vivienda afectada el 2015, por un derrumbe; actualmente la casa sigue siendo habitada, se observó que la zona sigue inestable, se tiene material que puede derrumbarse en temporadas de lluvias o por las aguas vertidas;



Fotografía 7. Postes de concreto de trasmisión eléctrica que fueron retirados y los pobladores los reemplazaron por postes de madera de la calle San Benito. Se encuentra dentro de las siguientes coordenadas UTM N 8845150, E370275 con una cota de 2975.



Fotografía 8. Se observó que en algunos puntos de la ladera se está vertiendo agua, el cual discurre cuesta abajo, así mismo los pobladores no cuentan con tubería de desagüe.



Fotografía 9. Se observó afloramientos de aguas subterráneas (manantes de agua), que está saturando el suelo. Se aprecian canales sin revestimientos.

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

A partir de las condiciones geomorfológicas, geológicas, y de sitio identificadas, que caracterizan la susceptibilidad de los peligros geológicos identificados en el barrio San Juan de Huariaca, se requieren de medidas estructurales para poder mitigar y prevenir futuros desastres.

Con ello, se pueden resumir y describir algunas medidas que pueden considerarse para reducir la vulnerabilidad y por tanto el riesgo a estos procesos naturales. 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 evitar la generación de nuevas ocurrencias o eventos futuros que causen daños.

6.1. Mitigación de peligros por deslizamiento

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento al pie de los deslizamientos, la utilización de canales sin revestir, etc.

A continuación, se proponen algunas medidas para el manejo de las zonas afectadas:

- Los canales deben ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento, entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- 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. El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado por aspersión controlada o por goteo.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Construir zanjas de coronación: Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (Figura 13).

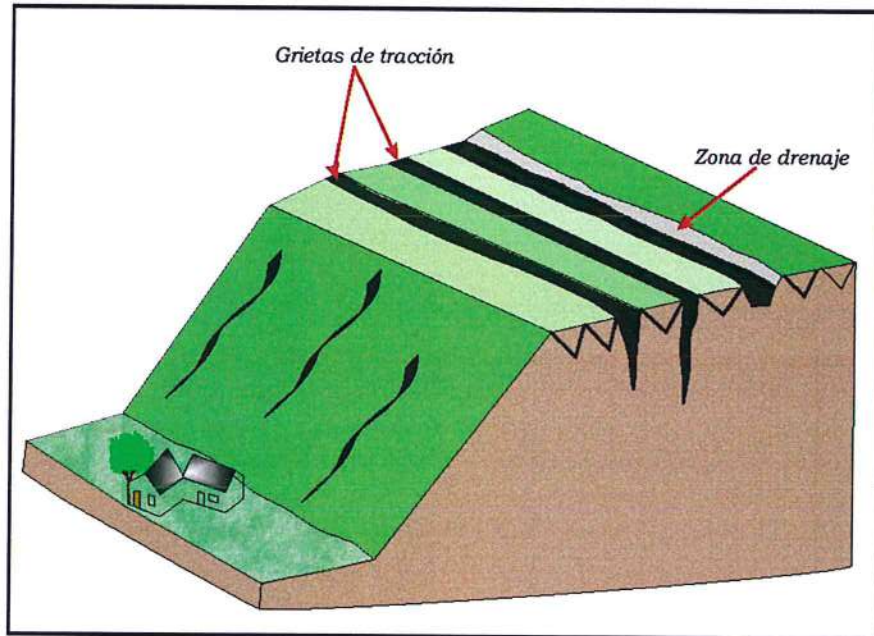


Figura.13. Canales de coronación

- 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 14). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la reinfiltración del agua

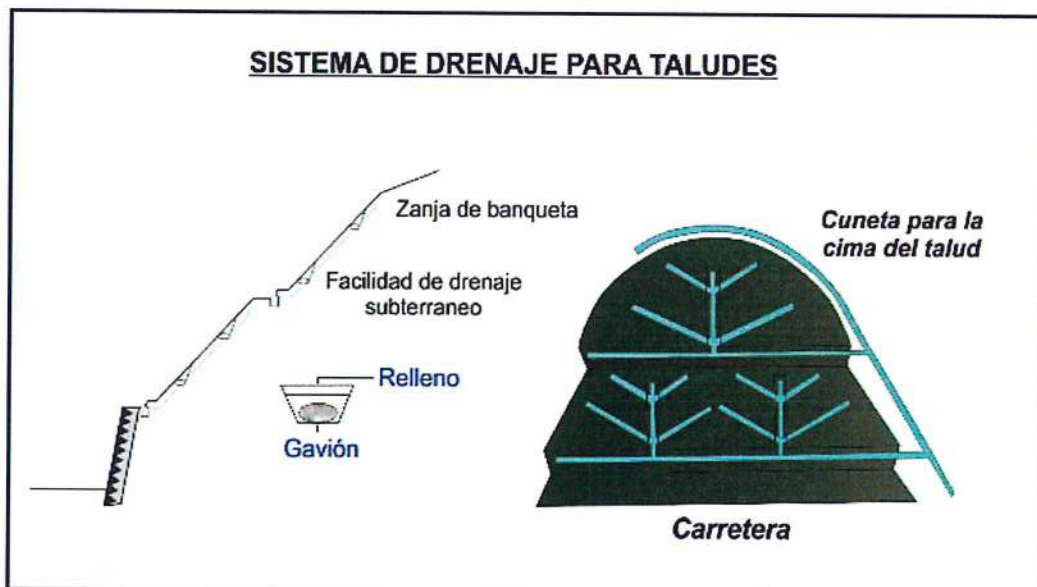


Figura 14. Sistema de drenaje tipo Espina de pescado.

- 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 fierro, 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.

6.2. Mitigación de peligros por derrumbes

a) Corrección por muros

Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figura 15). En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (Figura 16). 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.

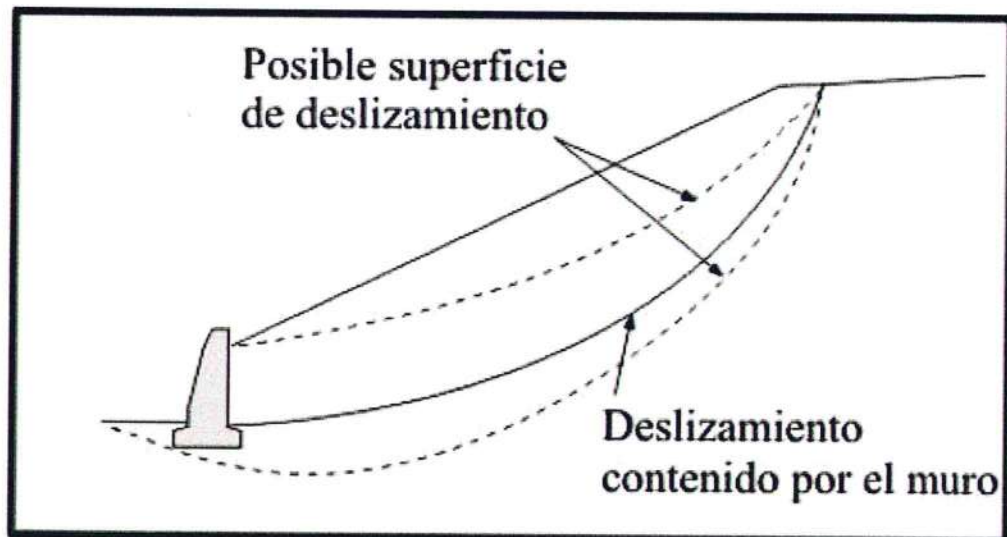


Figura 15. Contención de un deslizamiento mediante un muro (INGEMMET, 2000)

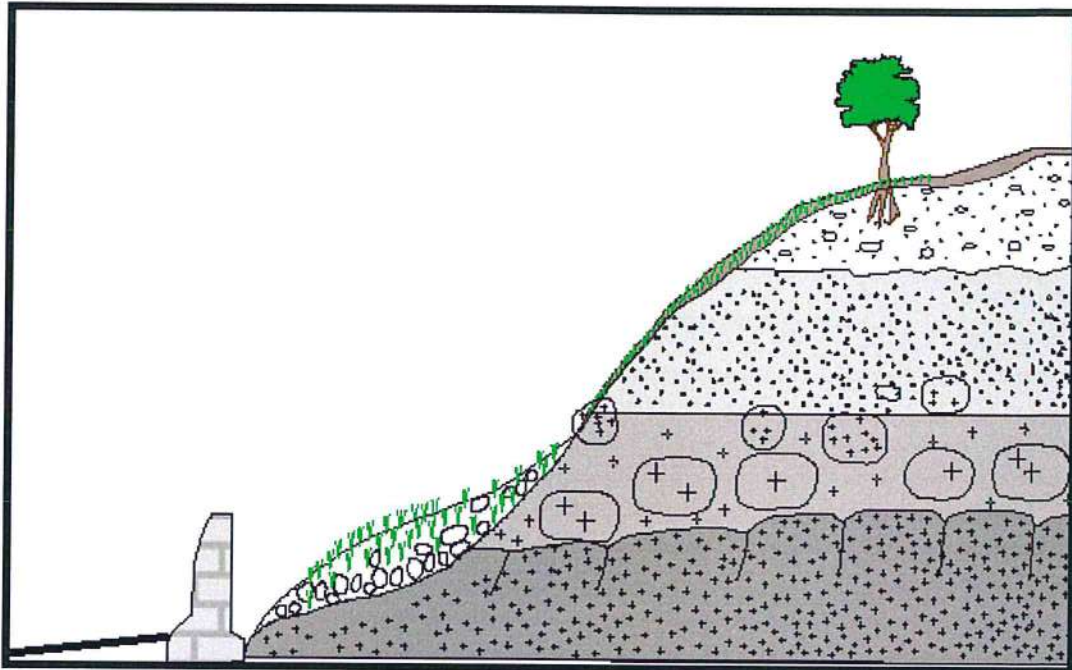


Figura 16. Relleno estabilizador sostenido por el muro (Elaboración propia)

Una contención solo puede sostener una longitud determinada de deslizamiento ya que en caso contrario el deslizamiento sobrepasa al muro. Cuando quieran sujetarse deslizamientos más largos, debe recurrirse a un sistema de muros o a otros de los procedimientos expuestos.

Por todo ello, en taludes con signos evidentes de inestabilidad puede ser más apropiado realizar el muro con objeto de retener un relleno estabilizador.

En desmontes y terraplenes en los que la falta de espacio impone taludes casi verticales, el empleo de muros resulta casi obligado. Este es un caso frecuente en la construcción de vías de transporte. En ocasiones, como en el caso de un desmonte en una ladera, puede resultar más económica la construcción de un muro, frente al coste de sobre excavación requerido si aquel no se realiza. La construcción de un muro es generalmente una operación cara. A pesar de ello, los muros se emplean con frecuencia pues en muchos casos son la única solución viable.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura 17):

Muros de sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.

Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro.

Muros de revestimiento: Su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador. Cuando se proyecta un muro deberán determinarse las cargas a las que va a estar sometido y su distribución, lo que permitirá planificar una estructura capaz de resistirlas.

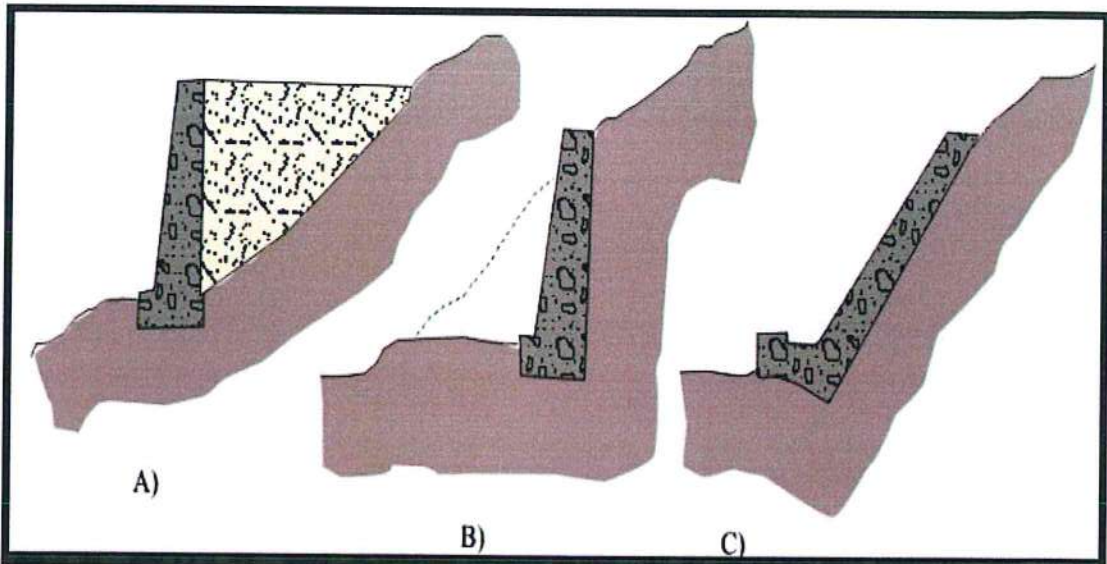


Figura 17. A) Muro de sostenimiento, B) Muro de contención, C) Muro de revestimiento (INGEMMET, 2000).

Las comprobaciones que deben efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- Estabilidad general del sistema muro-terreno al deslizamiento; la estabilidad general del muro incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimiento.
- Ausencia de tracciones en la base del muro.
- Resistencia estructural: Se ha de comprobar que las tensiones máximas en el muro no sobrepasen los valores admisibles.

CONCLUSIONES

1. El barrio San Juan de Huariaca, se encuentra a la margen derecha del río Huallaga, en zonas susceptibles (medias y muy altas) a movimientos en masas.
2. Geológicamente el barrio de San Juan de Huariaca afloran rocas metamórficas del Complejo Marañón (esquistos y gneis), rocas sedimentarias del Grupo Mitu y Pucaray (areniscas, calizas y lutitas).
3. Geomorfológicamente, el barrio San Juan se encuentra asentado sobre depósitos coluviales-deluvial, formados por deslizamientos antiguos, se encuentran montañas en rocas metamórficas (esquistos) y sedimentarias (areniscas), son susceptibles a reactivaciones, debido al sustrato rocoso de esquistos y areniscas.
4. Por las condiciones geológicas y geodinámicas el barrio San Juan de Huariaca, es considerado como **zona crítica por peligro de deslizamiento**; de peligro ante intensas lluvias o movimientos sísmicos.
5. El barrio San Juan de Huariaca es afectados por peligros geológicos de tipo deslizamiento antiguos y derrumbes, que son desencadenados por las fuertes precipitaciones pluviales y/o extraordinarias.
6. Una de las causas principales del deslizamiento es que los terrenos están saturados con aguas subterráneas (manantes de agua). Reservorios y canales de riego sin revestimiento, pendiente del terreno (15° - 45°).
7. Los movimientos en masa afectaran a las viviendas e infraestructura (graderío de acceso) asentadas del barrio San Juan.


Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

RECOMENDACIONES

- a. Realizar un sistema de drenaje para evacuar las aguas del cuerpo del deslizamiento, mediante tuberías de PVC. Labor que deberá realizar un especialista.
- b. Replanteo de postes de transmisión eléctrica, por la seguridad de la población, a sectores adecuados replanteados junto con especialistas en temas eléctricos.
- c. Implementar un sistema de alerta temprana, que sea utilizado para informar a la población.
- d. Prohibir la pavimentación de tramos de la calle por parte de la población, debido a que está generando sobrecarga a la ladera, provocando derrumbes.
- e. Evitar prácticas de riego por inundación, la irrigación del terreno debe hacerse mediante un sistema de goteo.
- f. Iniciar la reforestación con especies de flora autóctonas localizadas en la zona.
- g. Impermeabilizar o sellar los reservorios sin revestimiento,



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



Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cobbing, J.; Quispesivana, L. & Paz, M. (1996). Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Óndores (21-k, 22-k, 23-k). INGEMMET, *Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 77, 244P.*
- 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
- Fidel, L., Zavala, B.; Nuñez, S. &Valenzuela, G. (2006). Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N°4. INGEMMET, *Boletín N°29, Serie C: Geodinámica e ingeniería geológica, 376p.*
- Mendivil, S. (1963). Deslizamiento de tierras en el cerro Martín Capasha del distrito de Huariaca, *Comisión carta geológica nacional*. Republica del Perú, Ministerio de Fomento y o. p. Dirección de Minería.
- 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.
- Luque, G., Rosado, M. (2013), Zonas críticas por peligros geológicos en la región Pasco. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos.
- 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 N°4. 432p, I CD: ROM.
- Sosa, N., Lara, J. (2019), Evaluación de peligros geológicos en los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el nexa de Misca, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico INGEMMET, Informe técnico N°A6908.

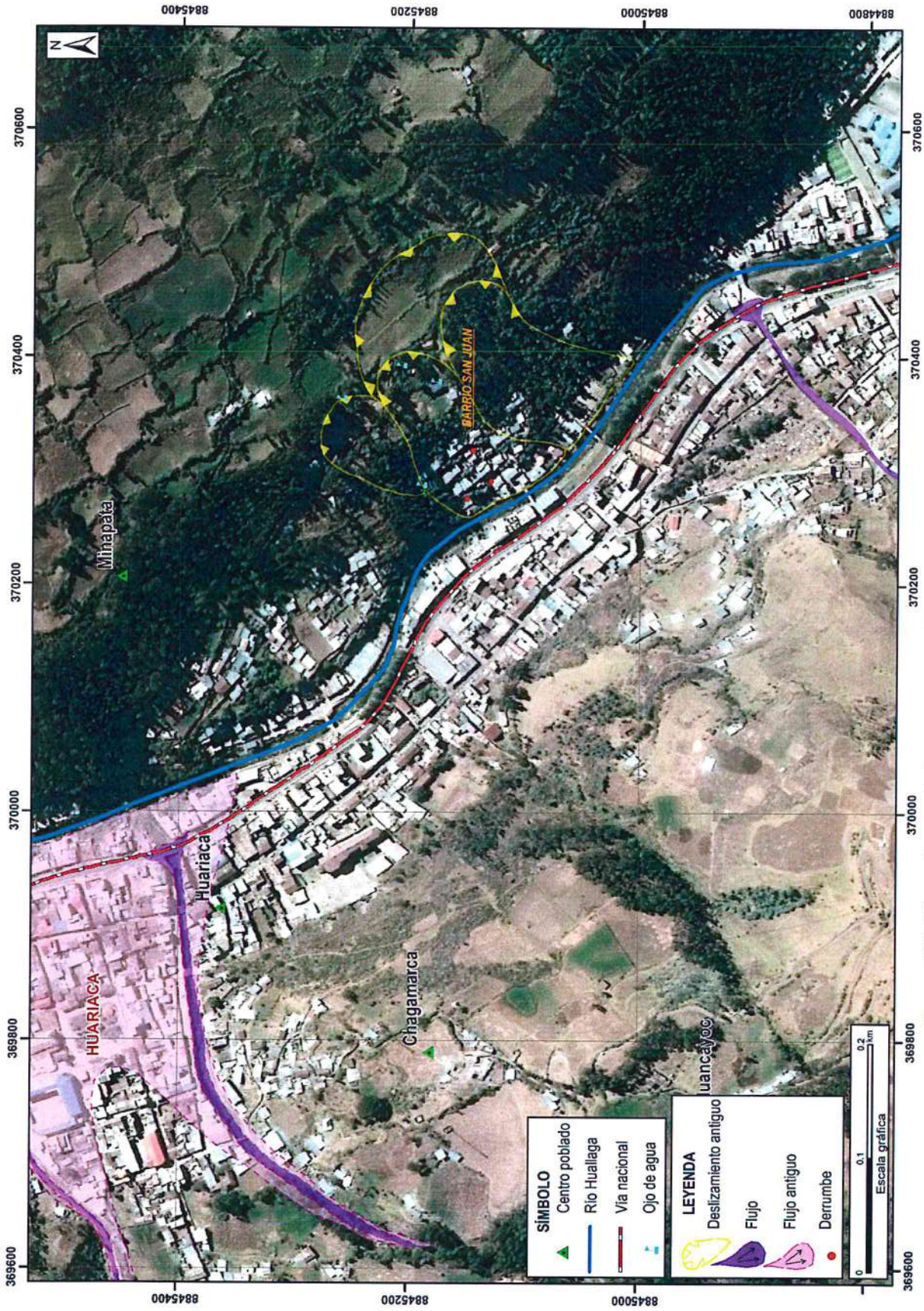


Figura 18. Mapa de movimientos en masa barrio San Juan de Huaríaca