

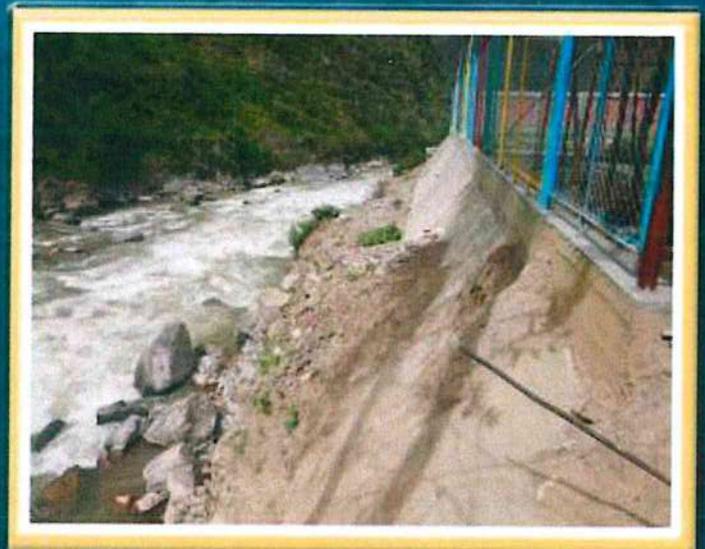
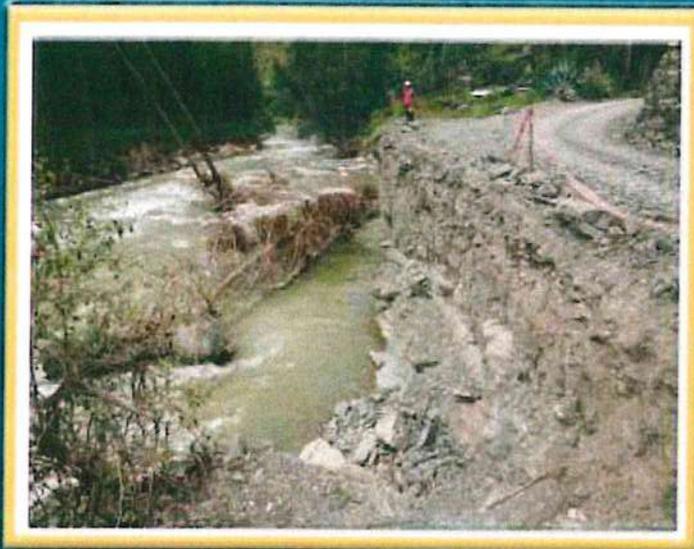
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6908

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS EN LOS CASERÍOS DE HUERTAPAMPA, SANTA RITA, Y EL ANEXO DE MISCA



Región Pasco
Provincia Daniel A. Carrión
Distrito Chacayán



JUNIO
2019

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	3
1.2. ESTUDIOS ANTERIORES	3
2. GENERALIDADES.....	4
2.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....	4
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO	4
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	6
3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	6
3.2.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL O AGRADACIONAL	7
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	10
4.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	10
5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS	14
5.1. Erosión fluvial en el caserío de Huertapampa	15
5.2. Inundación y erosión fluvial en el caserío de Santa Rita	18
5.3. Inundación y erosión fluvial en el anexo de Misca.....	21
5.4. Represamiento temporal del río Chaupihuaranga en los sectores de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca	21
6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN EN LAS ÁREAS EVALUADAS.....	25
6.1. Mitigación de peligros por derrumbes	25
6.2. Mitigación de peligros por inundaciones y erosión fluvial	28
CONCLUSIONES.....	30
RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS CASERÍOS DE HUERTAPAMPA, SANTA RITA Y EL ANEXO DE MISCA

(Departamento Pasco, Provincia Daniel A. Carrión, Distrito Chacayán)

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), dentro de sus distintas funciones brinda asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología; que permite identificar, caracterizar, evaluar y diagnosticar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por fenómenos geológicos que pudiera desencadenar en desastres. Estos estudios, concebidos principalmente como herramientas de apoyo a la planificación territorial y la gestión del riesgo (planes de emergencia), son publicados en boletines y reportes técnicos. Esta labor es desarrollada, principalmente, por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico a través de la

ACT.7: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional.

La Municipalidad distrital de Chacayán, mediante Oficio N°076-2019-A-MDCH/DAC/PASCO de fecha 25 de marzo, solicitó al INGEMMET la elaboración de un informe técnico de evaluación de riesgo por deslizamiento de masas de los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca.

El Congresista de la República, Mg. Clayton Galván Vento, mediante Oficio N° 1057-2018-2019/CFGV-CR, de fecha 16 de abril, solicitó atención a la solicitud de la Municipalidad distrital de Chacayán, así como se informe respecto al estado situacional de la elaboración del mencionado informe técnico.

Para la evaluación de peligros geológicos en los caseríos y el anexo mencionados, el INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, dispuso una brigada especializada en peligros geológicos para que evalúe las zonas afectadas. La brigada estuvo conformada por los profesionales Norma Sosa y Julio Lara. La inspección técnica se realizó el día 26 de marzo del 2019, donde identificaron las condiciones geomorfológicas, geológicas y geodinámicas de los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca.

Los caseríos y el anexo mencionados se encuentran ubicados en la margen derecha del río Chaupihuaranga, lo que hace que estén expuestos a procesos de inundaciones y erosión fluvial debido a lluvias extraordinarias.

Este documento presenta las observaciones geomorfológicas, geológicas y la identificación de peligros geológicos en los sectores señalados, así como las medidas de prevención y mitigación ante estos peligros.

1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Realizar la evaluación geológica y geodinámica de los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca.
- Determinar las causas de origen de los peligros geológicos.
- Recomendar acciones que permitan mitigar los peligros identificados.

1.2. ESTUDIOS ANTERIORES

Los estudios realizados con anterioridad que tratan aspectos señalados en el presente informe son:

- *Boletín informativo N° 1335 / 14-febrero-2019 / Hora: 6:30 pm - "Boletín informativo de emergencias"* (COEN, 2019). En este documento se menciona que trabajadores de Provías Nacional iniciaron las labores de recuperación del tramo Uchucchacua - Yanahuanca - Ambo, del distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión en Pasco, tramo afectado por la erosión del río Chaupihuaranga. Asimismo, la municipalidad distrital de Chacayán realizó la evaluación de daños de los centros poblados de Misca (margen derecho), Santa Rita (ambos márgenes) y Huertapampa (margen derecho).
- *Reporte complementario N° 474 - 16/02/2019 / COEN-INDECI / 04:30 HORAS (Reporte N° 02) - "Precipitaciones pluviales en el distrito de Chacayán-Pasco"* (INDECI, 2019). Señala que el 13 de febrero de 2019, a consecuencia de las lluvias intensas precipitaciones en la zona, se produjo el incremento del caudal y posterior desborde del río Chaupihuaranga, esto afectó viviendas y vías de comunicación en el distrito de Chacayán, provincia de Daniel Alcides Carrión.
- *Informe de emergencia N° 159 - 22/02/2019/ COEN - INDECI / 17:40 HORAS (Informe N° 05) - "Precipitaciones pluviales en el departamento de Pasco"* (INDECI, 2019). En este informe se menciona que, a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales, el caudal de río Chaupihuaranga se incrementó, por ende también su poder erosivo, esto originó la erosión del talud de la vía Uchucchacua - Yanahuanca - Ambo, sector Santa Rita, tramo Km 243+100.
- *Reporte complementario N° 1000 - 15/04/2019 / COEN-INDECI / 17:20 HORAS (Reporte N° 01) - "Erosión en el distrito de Chacayán-Pasco"*. Señala que el 02 de abril de 2019, aproximadamente a las 03:00 horas, a consecuencia de las intensas precipitaciones, la plataforma de la carretera Yanahuanca - Ambo, en el Sector Paucalín (Km 253+500 – Km 253+585) y en el Sector Huertapampa (Km 234+489), colapsó, por la erosión fluvial del río Chaupihuaranga.



2. GENERALIDADES

2.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

Los centros poblados de Huertapampa y Santa Rita, así como el anexo de Misca se encuentran ubicados en ambas márgenes del río Chaupihuaranga. Políticamente pertenecen al distrito Chacayán, provincia Daniel Alcides Carrión, región Pasco; en las coordenadas centrales UTM (WGS 84-Zona 18 Sur), figura 1:

Caserío y/o anexo	Coordenada N	Coordenada E	Altitud
Huertapampa	8 849 565	342 806	2793 m s.n.m.
Santa Rita	8 856 244	347 418	2574 m s.n.m.
Misca	8 857 069	350 276	2544 m s.n.m.



El acceso a estos centros poblados y anexo, desde la ciudad de Lima, es por vía terrestre, para ello se debe seguir la siguiente ruta: Lima-Huaral-Huayllay-Cerro de Pasco-Chacayán-Huertapampa-Santa Rita-Misca, por un tiempo estimado de 7hrs 30min, a través de 320 km aproximadamente.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Los centros poblados de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca están situados en el piso altitudinal entre 2500 a 3500 m s.n.m. Se ubican en un valle estrecho casi encañonado, muy susceptible a la erosión e inundación del río Chaupihuaranga.

La zona de estudio presenta un clima lluvioso semifrío, la temperatura media mínima anual es de 10 °C en los meses de febrero a marzo, y la media máxima de 18 a 20 °C en mayo, con 23 °C en junio y julio, respectivamente (SENAMHI, 2019).

Hay presencia de lluvias durante las estaciones de otoño, primavera y verano.

Las precipitaciones varían según la temporada, siendo más intensas en los meses de noviembre a marzo. Los meses más lluviosos, pueden llegar a exceder los 169.30 mm y durante un fuerte periodo de lluvias puede caer en una hora hasta 41 mm o más.

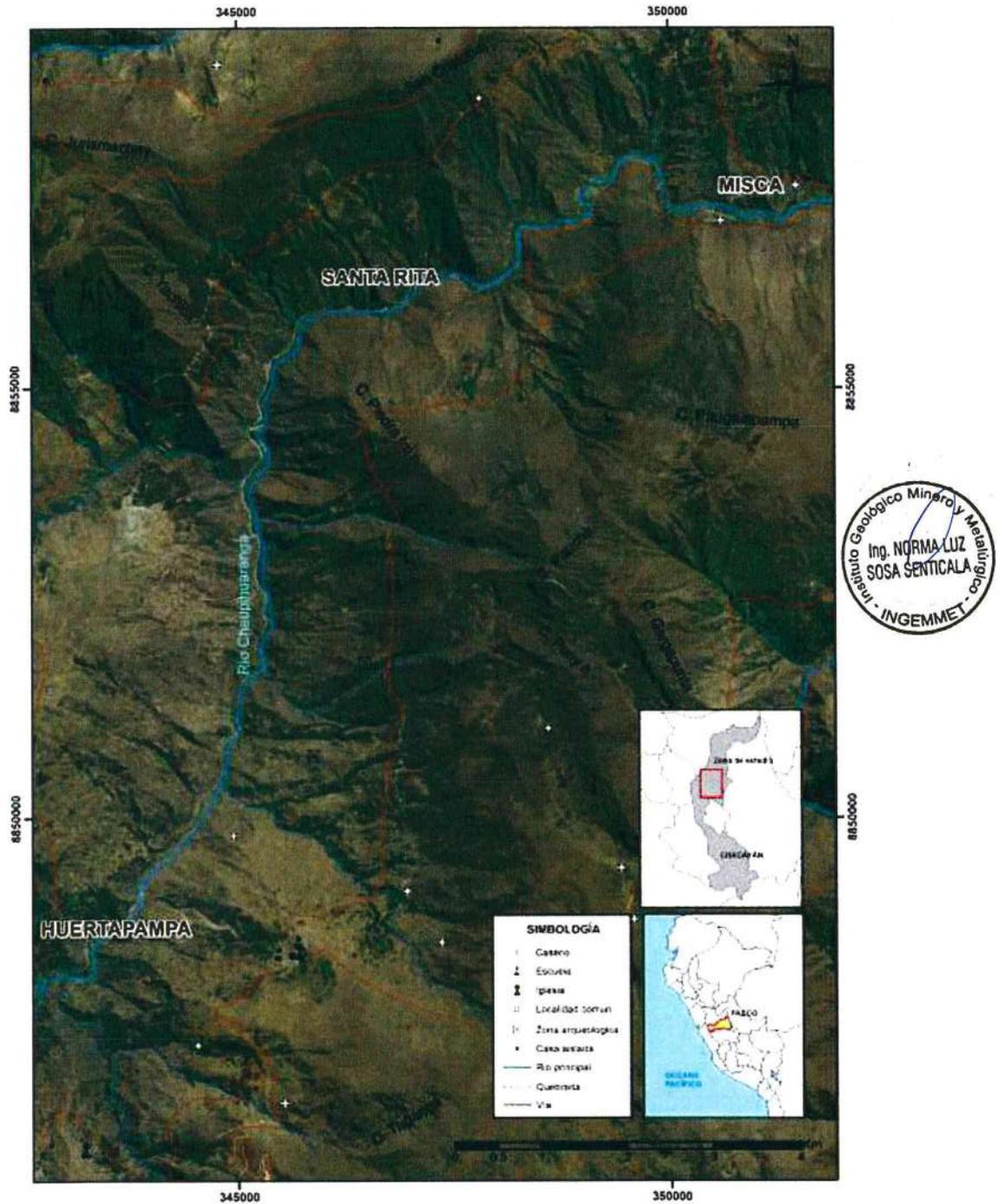


Figura 1. Ubicación de los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas de los centros poblados de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base al aspecto del relieve, en relación con la erosión, denudación y posterior sedimentación. Las unidades geomorfológicas se agrupan en tres tipos generales como: 1) montañas, 2) piedemontes y 3) planicies. Ver cuadro 1.

Se tomó en cuenta para la clasificación de las unidades geomorfológicas, la publicación de Villota (2005).

Cuadro 1. Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Sub unidad
Montaña	Montañas en roca metamórfica (RM-rm)
	Montañas en roca sedimentaria (RM-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Sub unidad
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)
Planicie	Terraza aluvial (T-al)
	Terraza fluvial (T-fl)



3.2.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad:

Unidad de montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel, cuya cima puede ser aguda, subaguda, semi redondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

a) Relieve de montañas en roca metamórfica (RM-rm)

Corresponde a afloramientos de roca metamórfica de tipo filitas, reducidos por procesos denudativos, se encuentran conformando elevaciones alargadas y de pendiente moderada a alta (Figura 2).

Se encuentran en ambas márgenes del río Chaupihuaranga.

b) Relieve de montañas en roca sedimentaria (RM-rs)

Estas geoformas, litológicamente están formadas por rocas sedimentarias de tipo areniscas, microconglomerados y arcillitas. Se identificaron estas formas de relieve en el caserío de Santa Rita y el anexo de Misca, en ambas márgenes del río Chaupihuaranga (Figuras 3 y 4).

3.2.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL O AGRADACIONAL

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía 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. Conformando así unidades como Piedemonte, Planicies y Planicies inundables.



Unidad de Piedemonte

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, 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.

a) Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan sucesivamente al pie de laderas (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) 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 (Figuras 2, 3 y 4).

Unidad de Planicies 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) 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 Chaupihuaranga a grandes distancias, se depositan formando terrazas bajas, también conformando la llanura de inundación o el lecho de los ríos (Figuras 3 y 4).



Figura 2. En el caserío de Huertapampa se identificaron montañas en rocas metamórficas y una terraza aluvial en la margen derecha del río Chaupihuaranga. Vista al sur

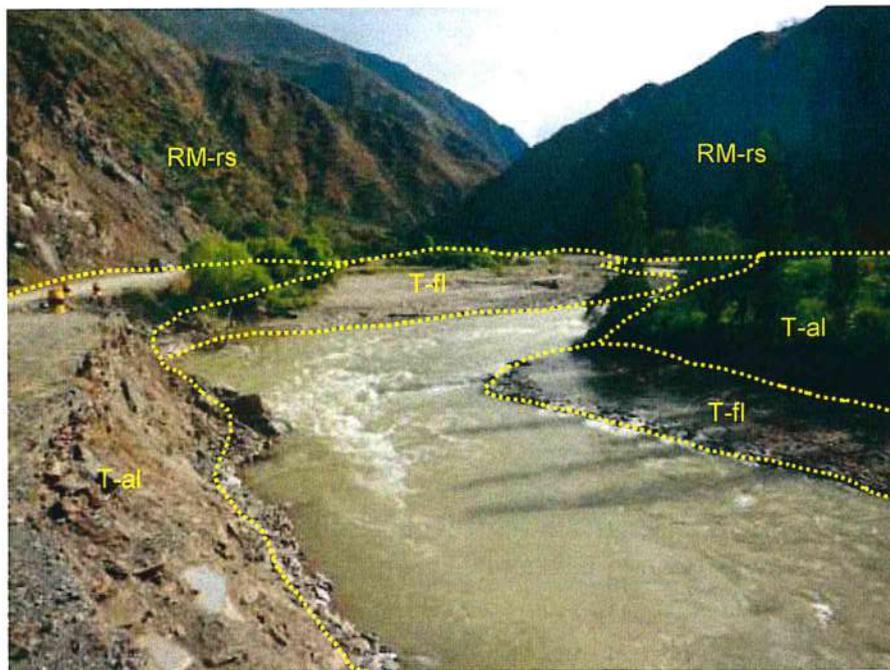


Figura 3. En el caserío de Santa Rita se reconocieron terrazas fluviales y montañas en rocas sedimentarias en ambas márgenes del río Chaupihuaranga. Vista al oeste

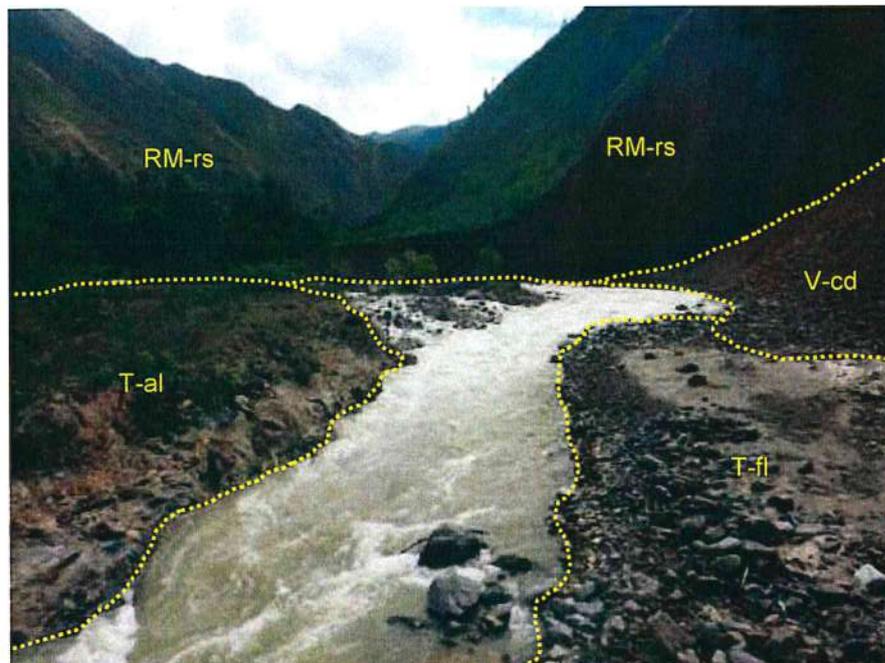


Figura 4. Vista del río Chaupihuaranga, en el anexo Misca, dónde se aprecian las geoformas de montañas en roca sedimentaria, terraza fluvial y aluvial, así como piedemonte coluvio-deluvial. Vista al oeste

4. 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), dónde en la zona de estudio afloran rocas metamórficas tipo filitas y esquistos del Complejo Metamórfico del Marañón, rocas sedimentarias tipo areniscas de la Formación Buena Vista, rocas intrusivas tipo dioritas del Plutón Vilcabamba, así como depósitos aluviales y fluviales del Cuaternarios (Figura 5). También se trabajó en base a la interpretación de imágenes de satélite y observaciones de campo.

4.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas del Complejo Metamórfico del Marañón, rocas sedimentarias de la Formación Buena Vista, rocas intrusivas del Paleógeno y depósitos Cuaternarios (Figura 5).



Complejo Metamórfico del Marañón: Las rocas del Complejo del Marañón son del Neoproterozoica, cuyos afloramientos están controlados por fallas regionales de dirección dominante NO-SE. Litológicamente se compone de filitas y pizarras esquistosas de color gris oscuro, con esquistos algo sericíticos y lentes de cuarzo (Fotografía 1).

Formación Buena Vista: Las rocas sedimentarias de la Formación Buena Vista son del Carbonífero inferior. Están constituidas por areniscas y canales de microconglomerados de grano grueso a medio gris claras a verdes intercaladas con arcillitas (Fotografía 2).

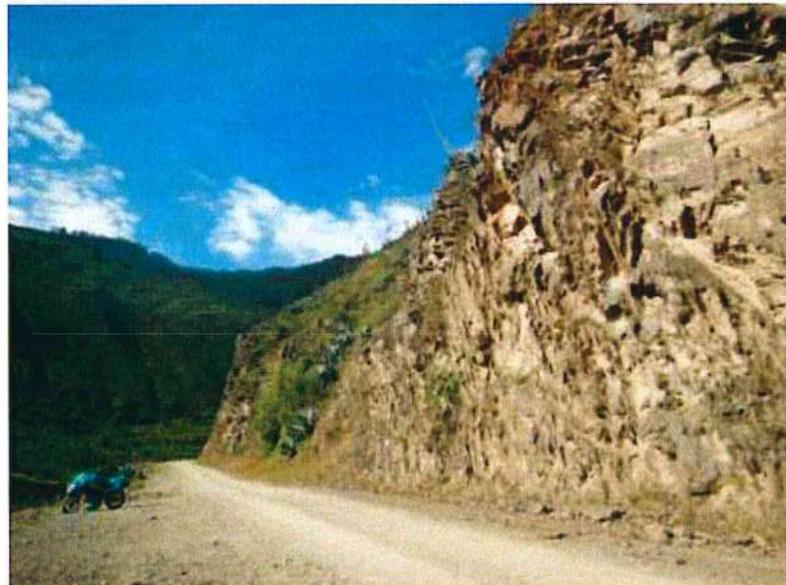
Plutón Vilcabamba: Corresponde a rocas intrusivas plutónicas del Paleógeno, que han producido metamorfismo en la zona de estudio. Litológicamente son rocas de tipo diorita.

Depósitos aluviales: Estos depósitos son del Holoceno, están compuestos por gravas redondeadas a subredondeadas en matriz areno-limosa. Se encuentran formando terrazas aluviales (Fotografía 3).

Depósitos fluviales: Son depósitos del Holoceno, están constituidos por gravas, arenas y arcillas inconsolidadas. Se encuentran en los cauces de los ríos (Fotografía 4).

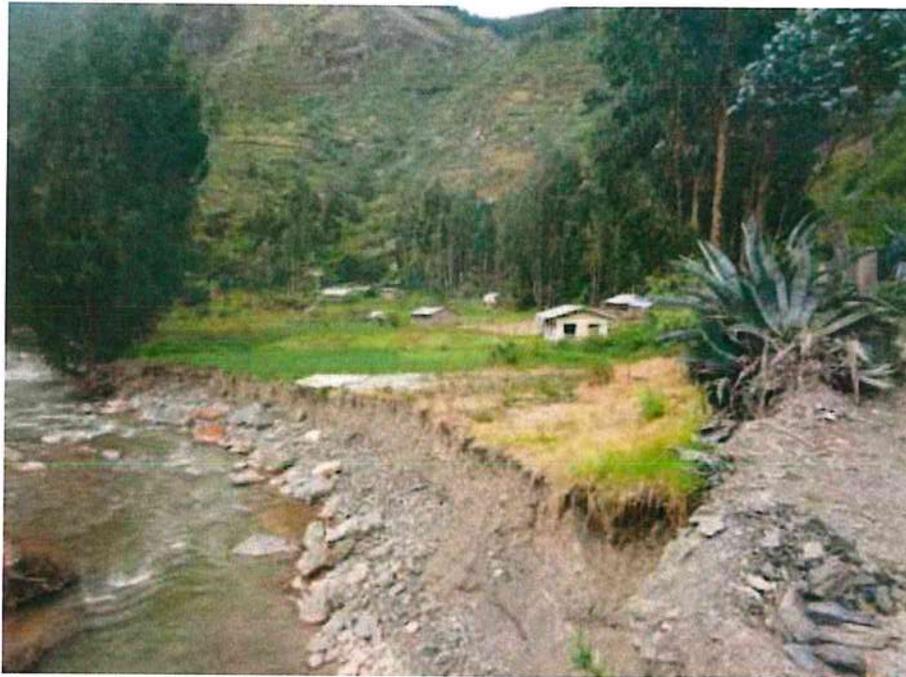


Fotografía 1. Filitas del Complejo Metamórfico del Marañón, identificadas en la margen derecha del río Chaupihuaranga (caserío de Huertapampa). Vista al sur



Fotografía 2. Areniscas de la Formación Buena Vista identificadas en ambas márgenes del río Chaupihuaranga (caserío de Santa Rita). Vista al este





Fotografía 3. Depósitos aluviales, identificados en la margen derecha del río Chaupihuaranga (caserío de Huertapampa) sobre el cual se ubica en caserío de Huertapampa.



Fotografía 4. Depósitos fluviales recientes, identificados en la margen izquierda del río Chaupihuaranga (caserío de Santa Rita). Vista al oeste

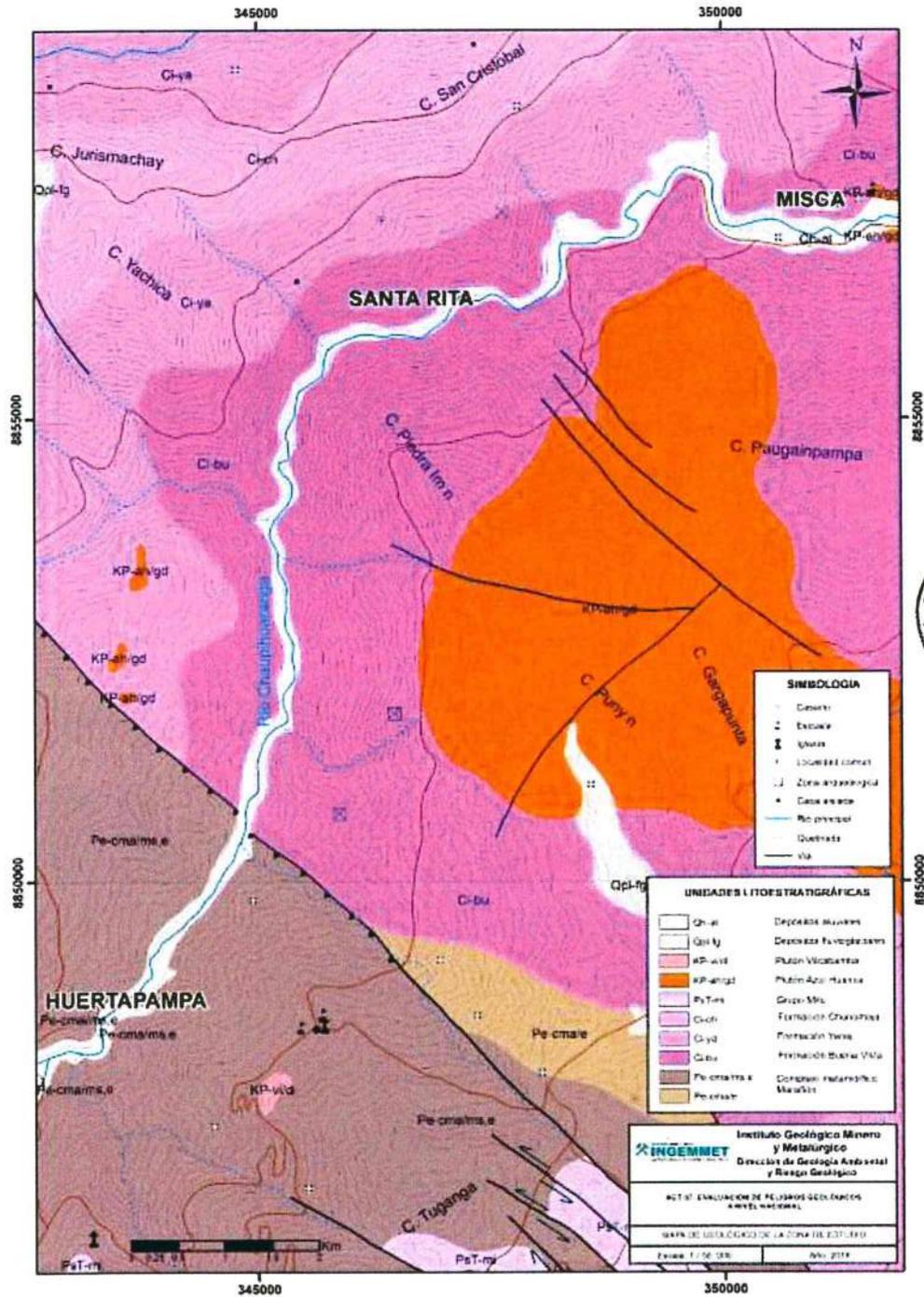


Figura 5. Mapa geológico de la zona de estudio. Modificado de Cobbing, Quispesivana & Paz (1996).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca, corresponden a movimientos en masa de tipo derrumbe (PMA: GCA, 2007) y peligros geohidrológicos como inundación y erosión fluvial. Estos procesos son resultado del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos y quebradas.

Finalmente, con la toma de datos (fotografías y puntos de control) y la interpretación de imágenes satelitales se realizaron los mapas de peligros geológicos y geohidrológicos en los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca (Figuras 9, 11 y 13).



Peligros geológicos

Derrumbes

Son caídas violentas de material que se puede dar tanto en macizos rocosos como depósitos de cobertura, desarrollados por: heterogeneidad litológica, meteorización, fracturamiento, fuertes pendientes, humedad y/o precipitaciones, sismos y erosión generada en las márgenes. Estos fenómenos suelen producirse en taludes verticales en suelos inconsolidados a medianamente consolidados, rocas muy fracturadas y en el corte de carreteras, canteras, acantilados marinos, taludes de terraza, etc. (Figura 6).

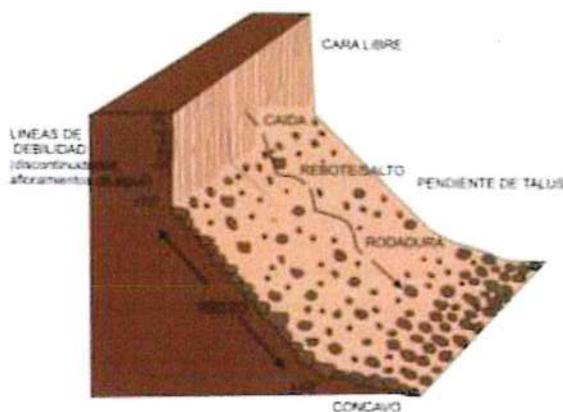


Figura 6. Esquema de un derrumbe (Vílchez, 2015)

Peligros geohidrológicos

Inundaciones fluviales

Son procesos naturales que se producen periódicamente, ocupando y modelando llanuras en los valles de los ríos. Generalmente ocurren cuando se presentan lluvias excesivas durante un período de tiempo prolongado haciendo que un río exceda su capacidad (Maddox, I. 2014). El agua excedente rebosa en las orillas y corre hacia tierras adyacentes bajas (Sen 2018).

Erosión fluvial

Se define como el trabajo continuo que realizan las aguas corrientes sobre la superficie terrestre y se realiza en forma de arranque del material, abrasión fluvial, corrosión y atrición fluvial (Figura 7). Además, la erosión fluvial socava el valle en forma de «V», y también profundiza, ensancha y alarga el cauce; la intensidad de cada uno de estos procesos depende del estadio de desarrollo (Dávila 2006).

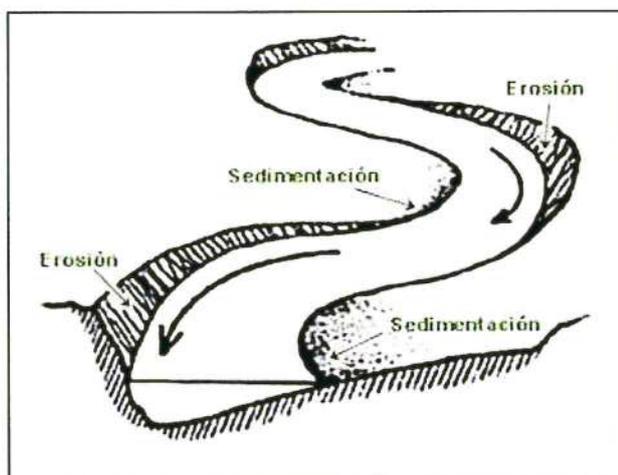


Figura 7. Erosión fluvial que ensancha el cauce de un río



El grado de susceptibilidad a este peligro está condicionado por: los factores geomorfológicos del río, la naturaleza litológica de los diferentes materiales existentes en las márgenes de los ríos, las características hidráulicas e hidrológicas y la ocupación del hombre en áreas geológicas con evidencias de dinámica fluvial antigua (Zavala & Vílchez, 2005).

5.1. Erosión fluvial en el caserío de Huertapampa

En el mes de febrero del 2019, en la parte alta de la cuenca del río Chaupihuaranga se presentaron lluvias extraordinarias. Este evento incrementó el caudal del río Chaupihuaranga, lo que aumentó la erosión de sus márgenes y se generaron inundaciones. El caserío de Huertapampa se ubica en la margen derecha del río en mención y fue afectado por estos eventos.

Durante los trabajos de campo se observaron, en la margen derecha del río Chaupihuaranga, los procesos de erosión fluvial y los diferentes daños ocasionados (Figura 8).

El proceso de erosión fluvial del río Chaupihuaranga erosionó la base de la plataforma de la carretera Yanahuanca-Ambo, aproximadamente 75m (Figura 8a) y la base del puente de concreto, localizado en la desembocadura de la quebrada Gagaichaca (Figura 8b).

Los procesos de erosión e inundación fluvial, también afectaron terrenos de cultivo del caserío de Huertapampa que se encuentran en la margen derecha del río Chaupihuaranga (Figuras 8c, 8d y 9).



Figura 8. Se muestran los efectos de la erosión e inundación del río Chaupihuaranga en el caserío de Huertapampa: a) Erosión de plataforma de carretera Yanahuanca-Ambo, b) Erosión de la base del puente en la quebrada Gagaichaca, c) Erosión en la margen derecha del río Chaupihuaranga y d) Inundación de terrenos de cultivo.

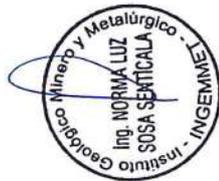




Figura 9. Mapa de peligros geohidrológicos en el caserío de Huertapampa

5.2. Inundación y erosión fluvial en el caserío de Santa Rita

El caserío de Santa Rita se encuentra en la margen derecha del río Chaupihuaranga, este poblado fue afectado por erosión e inundación fluvial del río mencionado, estos procesos también perturbaron la carretera Yanahuanca-Ambo en un tramo de 34 m (Figura 10).

Por comentarios de los lugareños del caserío de Santa Rita, mencionan que, en el mes de febrero del 2019, el cauce del río Chaupihuaranga migró de la margen izquierda a la derecha, este hecho erosionó un tramo de 180m tierra adentro, como consecuencia de ello destruyó dos viviendas y terrenos de cultivo de palta.

Cabe mencionar, que el caserío de Santa Rita se ubica sobre terrazas aluviales bajas y próximas al cauce del río Chaupihuaranga, lo que hace que sea propensa a procesos de inundaciones y erosión fluvial.

La escuela del caserío de Santa Rita por encontrarse cerca al lecho del río Chaupihuaranga, a 16m, también fue afectada.

En la Figura 11, se muestra el mapa de peligros geohidrológicos del caserío de Santa Rita, dónde se muestran las zonas inundadas y erosionadas cartografiadas durante los trabajos de campo en el caserío mencionado.





Figura 10. Se muestran los efectos de la erosión e inundación del río Chaupihuaranga en el caserío de Santa Rita: a) Erosión del río Chaupihuaranga que afectó la carretera Yanahuanca-Ambo, b) Inundaciones en la margen derecha del río Chaupihuaranga, c) Erosión de terrenos de cultivo y dos viviendas destruidas



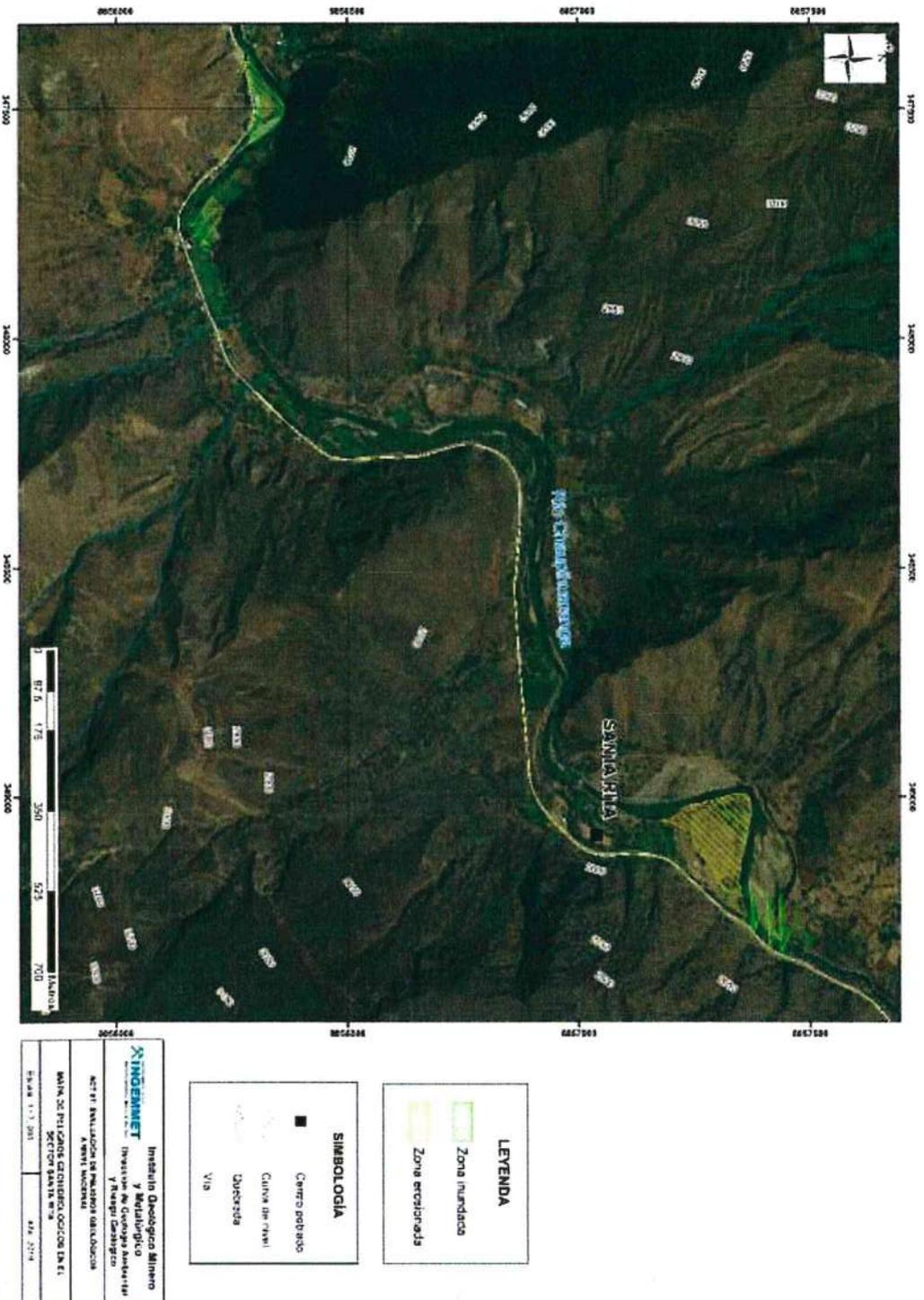


Figura 11. Mapa de peligros geohidrológicos en el caserío de Santa Rita

5.3. Inundación y erosión fluvial en el anexo de Misca

El anexo Misca se encuentra al norte del distrito de Chacayán y se ubica en la margen derecha del río Chaupihuaranga.

Las lluvias extraordinarias ocurridas durante el mes de febrero, ocasionaron procesos de erosión e inundación fluvial y derrumbes que afectaron a este anexo, generando pérdidas materiales (Figura 12a).

En la margen derecha del río Chaupihuaranga, se produjo erosión de las terrazas aluviales, aproximadamente 1km lineal y hasta 28.5m tierra adentro, esto destruyó dos viviendas de adobe, así como terrenos de cultivo de limas y paltas (Figura 13).

A la altura del puente vehicular Misca, se identificó un derrumbe en la margen izquierda del río Chaupihuaranga (Figura 12c). También se generó erosión fluvial que afectó la base del puente Bailey y que por medidas de seguridad se retiró.

La I.E.I. Virgen del Carmen Misca fue afectada por la erosión del río Chaupihuaranga, destruyó parte del muro que separaba el colegio del río Chaupihuaranga.

La escuela primaria del anexo Misca se encuentra a 1 metro del cauce actual del río Chaupihuaranga, las obras de construcción de la escuela se paralizaron por la erosión e inundaciones en la escuela (Figura 12b).

5.4. Represamiento temporal del río Chaupihuaranga en los sectores de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca

Debido a las precipitaciones extraordinarias ocurridas en la zona de estudio, se generó un represamiento temporal del río Chaupihuaranga, el desembalse trajo como consecuencia el incremento del caudal del río en mención.

El represamiento del río Chaupihuaranga se originó por un derrumbe de una masa del deslizamiento que se ubica a la altura del centro poblado de Chango, el material se canalizó por la quebrada Shishing hasta su desembocadura en el río Chaupihuaranga. Según el testimonio de los pobladores, la ocurrencia de estos flujos de detritos ha ocasionado muchas veces la afectación de la carretera Yanahuanca-Ambo.

Los sectores de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca que se ubican a 1.1km (aguas arriba), 10.5km y 12.2km (aguas abajo), respectivamente, de la zona del represamiento, fueron afectados por el incremento del caudal del río Chaupihuaranga, originándose mayor erosión e inundaciones en estos caseríos y anexo.



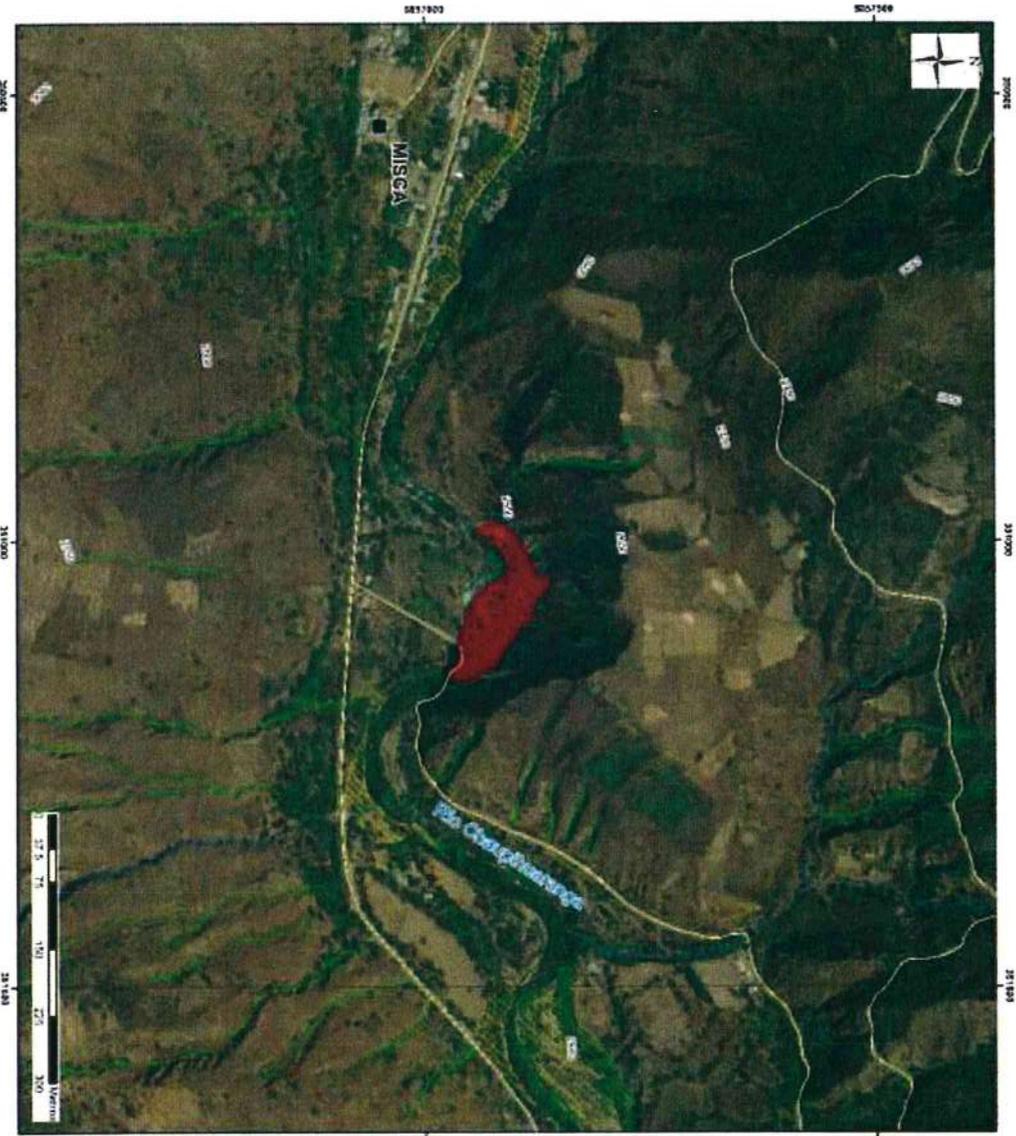
Es importante, mencionar que se ha estimado un volumen de material posible a deslizarse, el cual llegaría a los 2 300 000 m³ y para el caso de los flujos de detritos estimaron un volumen de 38 250 m³ (Gómez et al. 2015). Este material generaría el represamiento del río Chaupihuaranga y afectaría a los centros poblados ubicados aguas arriba y abajo de la zona de represamiento.

Por ello, es importante estabilizar el deslizamiento del centro poblado de Chango, para evitar un embalse en el río Chaupihuaranga. También resulta necesario que la población del centro poblado en mención, por medidas preventivas, sea reubicada tal como lo menciona el informe técnico N° A6892 "Evaluación de peligros geológicos del sector propuesto para la reubicación del centro poblado de Chango".





Figura 12. Se muestran los efectos de la erosión del río Chaupihuaranga en el anexo Misca: a) Erosión en ambas márgenes del río Chaupihuaranga, b) Erosión fluvial que podría afectar a la I.E. de dicho anexo, c) Derrumbe en la margen izquierda del río Chaupihuaranga.



<p>INGEMMET Instituto Geológico Minero y Metalúrgico Dirección en Gerencia Ambiental y Riesgo Geológico ACTIV. REGULACIÓN DE RIESGOS EN LOS DEPTOS. AREQUIPA, ICA, TACNA</p>	
<p>MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN EL ANEXO MISCA Febrero 11 de 2019 Julio 2019</p>	

<p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Derriumbre Zona hundida Zona erosionada Erosión de laderas 	<p>SIMBOLOGIA</p> <ul style="list-style-type: none"> Aerreo Curva de nivel Quebrada VIA
---	--

Figura 13. Mapa de peligros geológicos y geohidrológicos en el anexo de Misca

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

A partir de las condiciones geomorfológicas, geológicas y de sitio identificadas, que caracterizan la susceptibilidad de los peligros geológicos y geohidrológicos identificados en los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca, se requiere ejecutar 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 derrumbes

Las medidas correctivas se pueden realizar en: 1) taludes en construcción, 2) laderas de taludes que tienen pendientes fuertes y es necesaria su estabilización, 3) para estabilizar fenómenos de rotura, sobre todo aquellos que pueden trabajarse a nivel de construcción. Para definir la solución ideal es necesario valorar diferentes parámetros, sean de tipo constructivo o económico.

a) Corrección por banquetas:

Generalmente se instala una banqueta de 1m a 21m. de ancho, a la mitad de un talud de corte de gran altura.

Propósito de la banqueta. En la parte inferior de un gran talud continuo, la descarga y velocidad del agua superficial aumentan, causando el incremento de las fuerzas de socavación. En este caso, la velocidad de la corriente puede reducirse al proporcionar una banqueta casi horizontal a la mitad del talud, o la concentración de agua superficial en la parte inferior del talud puede prevenirse al construir una zanja en la banqueta para drenar el, agua hacia afuera del talud. La banqueta también puede usarse como acera para inspección o como andamio para reparación.

Por lo tanto, las banquetas deben diseñarse tomando en cuenta la dificultad de inspeccionar y reparar, la pendiente del talud, la altura de corte, los suelos del talud, los costos y otras condiciones.

Inclinación de banqueta. Cuando no existen facilidades de drenaje, se proporciona a la banqueta un gradiente transversal de 5% a 10%, de modo que el agua drene hacia el fondo del talud (pie de talud).

Sin embargo, cuando se considera que el talud es fácilmente descargable o cuando el suelo es fácilmente erosionable, el gradiente de la banqueta debe hacerse en la dirección contraria, de modo que el agua drene hacia la zanja de la banqueta.

Localización de banquetas. En los taludes de corte, normalmente se diseñan banquetas de 1m a 2m de ancho cada 5m a 10m de altura, dependiendo del suelo, litología escala de talud. Una banqueta más ancha se recomienda cuando el talud es largo y grande o donde se instalarán vallas de protección de caída de rocas.

b) Corrección por muros

Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figura 14).

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (Figura 15). 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.

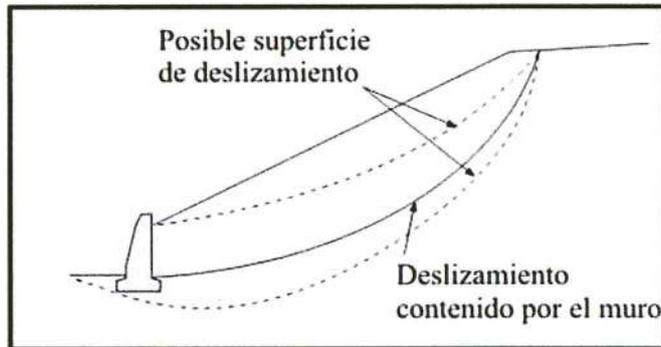


Figura 14. Contención de un deslizamiento mediante un muro (INGEMMET, 2000)

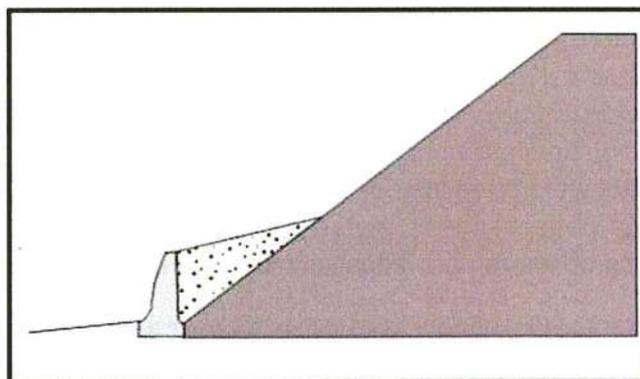


Figura 15. Relleno estabilizador sostenido por el muro (INGEMMET, 2000)

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 16):

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.

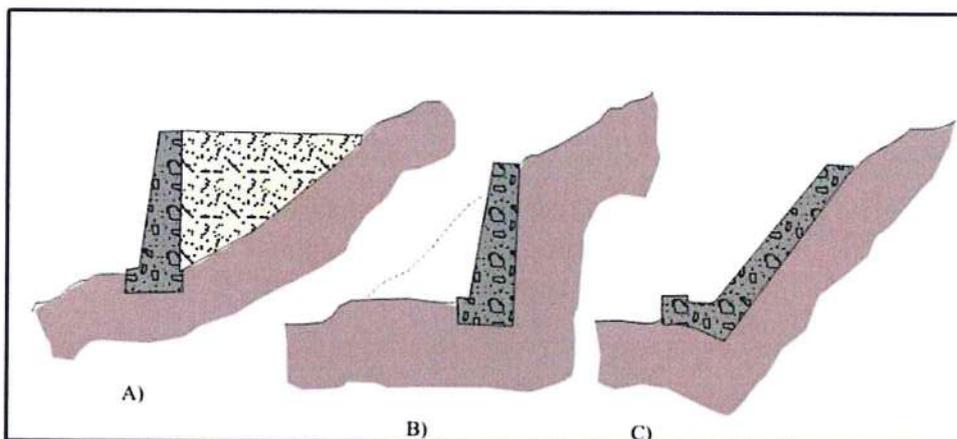


Figura 16. a) Muro de sostenimiento b) Muro de contención c) Muro de revestimiento (INGEMMET, 2000)

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 cimientó.
- 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.

6.2. Mitigación de peligros por inundaciones y erosión fluvial

Para disminuir los daños por inundaciones y/o erosión fluvial en la zona evaluada, se pueden aplicar las siguientes medidas:

- Encauzamiento del lecho principal, ríos y quebradas afluentes, en zonas donde se produzcan socavamientos laterales de las terrazas aledañas. Para ello se debe construir espigones laterales, enrocado o gaviones, figura 17, para aumentar la capacidad de tránsito en el cauce de la carga sólida y líquida durante las crecidas y limpiar el cauce.

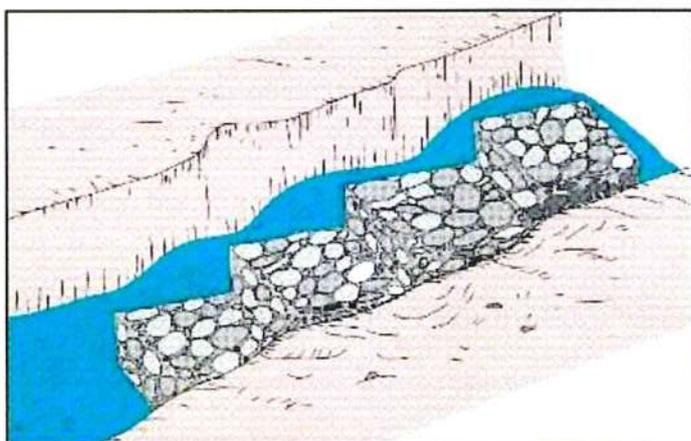


Figura 17. Gaviones para encauzar el lecho del río

- Protección de las terrazas aluviales de los procesos de erosión fluvial por medio de diques de defensa o espigones, que ayudan a disminuir el proceso de arranque y desestabilización (Figura 18).
- Realizar trabajos que propicien el crecimiento de bosques ribereños con especies nativas (molle, sauce, carrizos, caña brava); pero evitar la implantación de cultivos en el lecho fluvial para que no interrumpa el libre discurrir de los flujos hídricos.

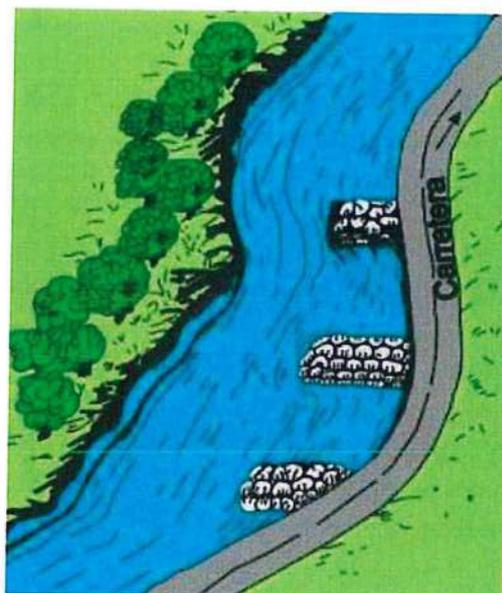


Figura 18. Espigones para proteger las terrazas aluviales



Otros sistemas de protección contra inundaciones deben consistir en:

- Una línea principal de defensa que proteja toda la zona o líneas locales de defensa que protejan diversas partes de la zona, si queda destruida la línea principal.
- Las estructuras de las líneas de defensa de protección contra las inundaciones deben consistir en:
 - Diques de defensa (malecones) o terraplenes, erigidos para proteger el terreno situado detrás. Deberá preverse un margen bastante amplio de altura para el caso de que las condiciones de cimentación sean deficientes, con el fin de compensar un exceso de asiento del terraplén.
 - Muros de encauzamiento de avenidas, muelles y terraplenes construidos para proteger los asentamientos humanos.
 - Carreteras y otras vías de comunicación para el acceso al sistema de defensa, que permita el tránsito de personas y equipos durante las operaciones de defensa o para los trabajos de mantenimiento.
- Reparación de los terraplenes, el mantenimiento de la capacidad de los cursos de agua mediante el dragado y limpieza, y la conservación de las esclusas compuertas y otros equipos.

CONCLUSIONES

- a) Los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca se encuentran asentados en la margen derecha del río Chaupihuaranga, en zonas susceptibles a inundación y erosión fluvial.
- b) Geomorfológicamente, los caseríos y el anexo se encuentran sobre terrazas aluviales, propias del valle del río Chaupihuaranga, y en los alrededores se encuentran montañas en rocas sedimentarias y metamórficas.
- c) Los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca, están asentados sobre depósitos aluviales, que están compuestos por gravas redondeadas a subredondeadas en matriz areno-limosa. El sustrato rocoso son rocas metamórficas tipo filitas y sedimentarias tipo areniscas.
- d) En los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca se presentaron derrumbes, inundación y erosión fluvial, que afectaron obras de infraestructura (puente y carretera Yanahuanca-Ambo), viviendas y terrenos de cultivo.
- e) Se tiene ocupación urbana no planificada.
- f) Por las condiciones geológicas y geodinámicas, los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el anexo de Misca son considerados como **Zonas Críticas**, de peligro muy alto por inundación y erosión fluvial; y se encuentran en **Peligro Inminente** ante la presencia de lluvias intensas y/o extraordinarias.

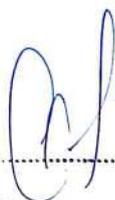
Ing. NORMILA
Especialista en
Geológicos
INGEMMET

RECOMENDACIONES

- a) Implementar un sistema de alerta temprana, en temporadas de lluvias intensas y/o extraordinarias para informar a la población involucrada y que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.
- b) Implementar un sistema de señalización de rutas de evacuación ante la ocurrencia de lluvias excepcionales.
- c) Las viviendas que se encuentran próximas al cauce del río Chaupihuaranga (expuestas directamente a la zona de erosión e inundación), se consideran en Riesgo Alto; por lo que no se debe permitir su habitabilidad.
- d) Las obras de rehabilitación deben ser dirigidas y ejecutadas por profesionales con conocimiento y experiencia en el tema.
- e) Es necesario estabilizar el deslizamiento del centro poblado de Chango, para evitar un embalse en el río Chaupihuaranga, porque su desembalse afectaría a los poblados que se encuentran aguas abajo
- f) Es necesario que la población del centro poblado de Chango, por medidas preventivas, sea reubicada tal como lo menciona el informe técnico N° A6892 "Evaluación de peligros geológicos del sector propuesto para la reubicación del centro poblado de Chango".



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



Ing. NORMA
Especialista
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*, 77, 244 p

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - 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.

Gómez, J.; Vivanco, M.; Arone, R. & Lavado, H. (2015) - Evaluación geológica-geodinámica y geotécnica del Centro Poblado de Chango, distrito de Chacayán, provincia Daniel A. Carrión, región Pasco. Instituto Geofísico del Perú, IGP, 39 p.

Hungr, O. & Evans, S.G. (2004) - Entrainment of debris in rock avalanches: an analysis of a long run-out mechanism: Geological Society of America Bulletin, v.

Luque, G. & Rosado, M. (2013) - Zonas críticas por peligros geológicos en la región Pasco. Informe Técnico preliminar. INGEMMET, 59 p.

Luque, G. & Rosado, M. (*Inédito*). Riesgo Geológico en la región Pasco. *Boletín inédito Serie C*. INGEMMET, 195 p.

Maddox, I. (2014) - Three Common Types of Flood Explained, Blog web, <http://www.intermap.com/risks-of-hazard-blog/three-common-types-of-floodexplained>

Municipalidad Distrital de Chacayán (2017) - Instalación del servicio de protección ante inundaciones de las localidades de Huertapampa, Santa Rita y Misca, distrito de Chacayán - Daniel Alcides Carrión - Pasco, 110 p.

Sen, D. (2018) - What Is a River Flood?. Blog web, <https://sciencing.com/about6310709-river-flood-.html>

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.

Zavala, B. & Vilchez, M. (2003) - Peligro por erosión fluvial en la ribera adyacente a la ciudad de Pucallpa. Informe técnico N° A5896. INGEMMET, 62 p.