

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6864

EVALUACIÓN GEOLÓGICA-GEODINÁMICA, PARA LA REUBICACIÓN DE LOS SECTORES AFECTADOS POR EL HUAICO DE LA QUEBRADA SICRE DEL 21/12/2018

Región Cusco
Provincia La Convención
Distrito Huayopata
Paraje Sicre



SEGUNDO NUÑEZ JUÁREZ
DULIO GÓMEZ VELÁSQUEZ

ENERO
2019

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS PREVIOS	3
3. ASPECTOS GENERALES	5
3.1. Ubicación y accesibilidad	5
3.3. Objetivo	6
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	6
4.1. Pendiente del terreno.....	6
4.2. Unidades geomorfológicas.....	7
4.2.1. Montañas en roca sedimentaria.....	7
4.2.2. Montañas en roca intrusivas.....	7
4.2.3. Montañas en roca metamórficas.....	7
4.2.4. Vertiente coluvio deluvial.....	7
4.2.5. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (Proluvial).....	8
4.2.6. Vertiente con depósitos de deslizamientos.....	8
4.2.7. Terraza aluvial	8
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS	10
5.1. Formación Málaga.....	10
5.2. Grupo San José.....	10
5.3. Depósitos aluvial.....	10
Roca intrusiva.....	10
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	11
6. ZONAS PROPUESTAS PARA LA REUBICACIÓN Y ALBERGUE TEMPORAL 15	
6.1 Sector de Choquellohuanca (reubicación definitiva).	15
6.2 Sector Vivero (Albergue temporal)	16
6.3 Sector de Ipal 1 (Albergue temporal)	17
6.4 Sector Ipal. Centro Educativo (Albergue temporal).....	18
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20
REFERENCIAS	21

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el apoyo y/o asistencia técnica a los gobiernos locales, regionales y nacional; su alcance consiste en contribuir con entidades gubernamentales en el reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en territorios vulnerables, con la finalidad de proporcionar una evaluación técnica que incluya resultados y recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención de fenómenos activos en el marco del Sistema de Gestión de Riesgo de Desastre.

El Congresista de la Republica Edgar Ochoa Pezo, solicito a nuestra institución mediante Oficio N°0201-2018-2019-DC-EAOP/CR, de fecha 04 de enero del presente, la evaluación técnica de peligros geológicos en la quebrada Sicre.

El INGEMMET, por intermedio de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico comisiono a los profesionales Segundo Núñez Juárez y Dulio Gómez Velasquez especialistas en gestión de riesgos geológicos, para realizar la evaluación técnica, en el sector previamente mencionado, los cuales se realizaron del 12 al 17 de enero del presente año, previa coordinación con personal del Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI y autoridades locales.

La evaluación técnica, se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anterior realizados por el Ingemmet, la interpretación de imágenes satelitales, preparación de mapas para trabajos de campo, toma de datos (fotografía y GPS), cartografiado y redacción de informe preliminar

Este informe, se pone en consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS PREVIOS

- a) Zonas Críticas por peligros geológicos en la región Cusco (Vilchez, M. 2014) determina 75 zonas críticas, de los cuales 16 pertenecen a la provincia La Convención. Estas zonas críticas resaltan las áreas o lugares, que luego del análisis de los peligros identificados, la vulnerabilidad a lo que están expuestos (infraestructuras y centros poblados) por estos peligros, se consideran zonas con peligro potencial de generar desastres y que necesitan que se realicen obras de prevención y/o mitigación.
 - Caso carretera Ollantaytambo-Quillabamba, tramo Amaybamba-Huyro-Santa María. (Huayopata) La Convención. Es afectado por peligros de tipo flujo de detritos y erosión fluvial. (figura 1)
 - Tramo de unos 20 km (km 487 – km 707), cortado por flujos de detritos que discurren por las quebradas Choquellohuanca, Yanayacu, Sicre, Calquiña, Aputinya, Quispicanchi y Chuyamayo.
 - Por la quebrada Calquiña discurrió un flujo de detritos (huaico) el 12 de febrero del 2013. El flujo se originó en el tramo superior de la quebrada, y sus mayores consecuencias se produjeron en el tramo medio e inferior, en donde se encuentran asentadas las viviendas del sector denominado antiguo Huyro

- Estudio de riesgos geológicos de la región Cusco, elaborado por el Ingemmet – 2014, realiza el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, donde se determina que los centros poblados de: Ichubamba, Amaybamba, Choquellohuanca, Yanayacu, Sicre, Triunfo, Cuarta etapa, Huyro antiguo, Pedregal y Tablahuasi, se ubican en zona de Alto y Muy Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión fluvial. (Figura 2).

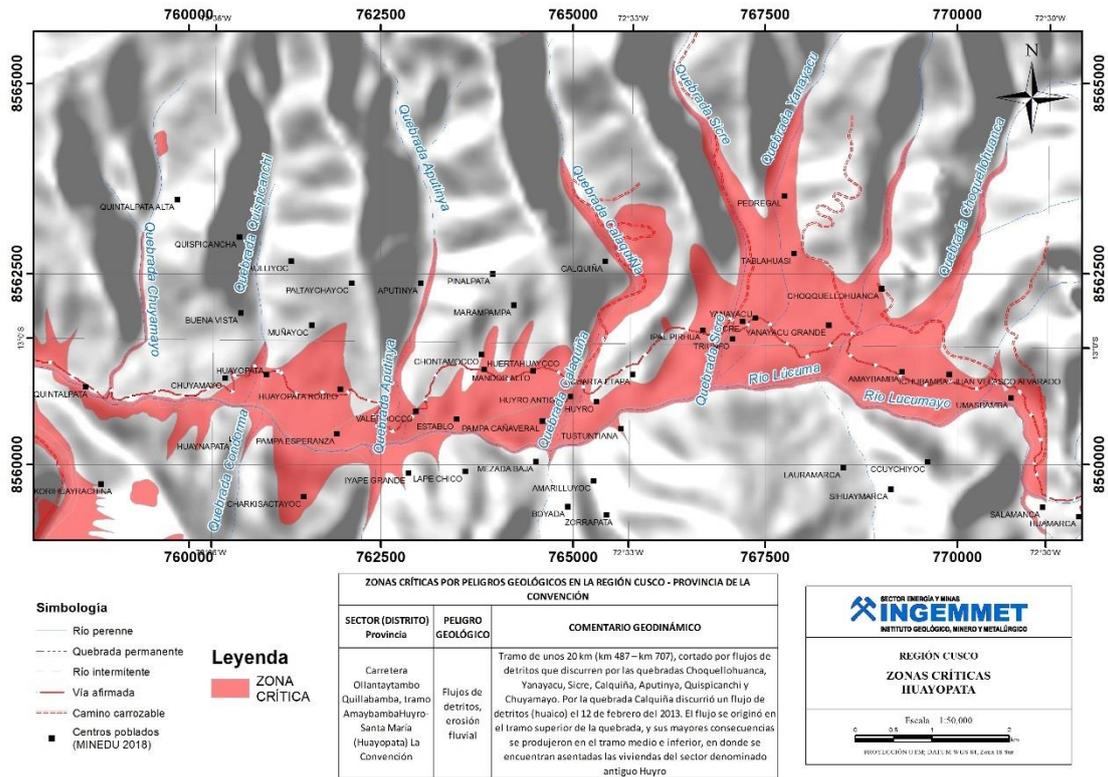


Figura 1. Mapa de zonas críticas, carretera Ollantaytambo-Quillabamba, tramo Amaybamba - Huyro-Santa María. (Huayopata) La Convención

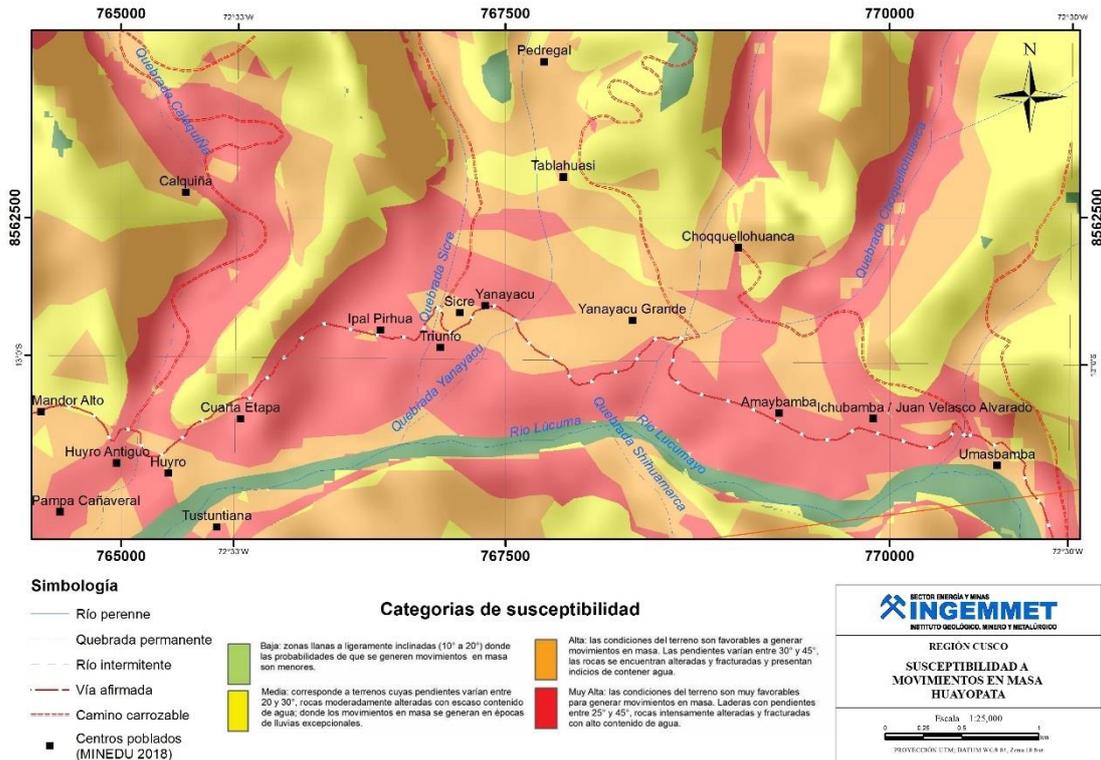


Figura 2. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región Cusco, se observa que los centros poblados de: Ichubamba, Amaybamba, Choquelohuanca, Yanayacu, Sicro, Triunfo, Cuarta etapa, Huyro antiguo, Pedregal y Tablahuasi, se ubican en zona de Alto y Muy Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión fluvial. (tomado de Ingemmet, 2014).

- b) Informe Técnico N° A6635 “Peligros geológicos en el ámbito de la Mancomunidad Municipal Amazónica (Provincia La Convención-Cusco), realizado por el Ing. Manuel Vilchez, menciona que el sector de Huyro fue afectado por un flujo de detritos que ocurrió el 12 de febrero del 2013.
- c) En el boletín Riesgo Geológico de la Región Cusco, realizado por Vilchez et al, 2019 (inédito), menciona que el sector de Huayro-Amaybamba, se encuentran en una zona crítica, con alto potencial a ser afectados por flujos de detritos

3. ASPECTOS GENERALES

3.1. Ubicación y accesibilidad

La zona evaluada está ubicada entre los centros poblados Pedregal, Tablahuasi, Huayopata, del distrito de Huayopata, provincia la Convención , región Cusco. (Figura 3). Las coordenadas geográficas son: 12°59’03.98” Sur, 72°32’08.04” Oeste, y una cota 1808 msnm.

El acceso a la zona de estudio:

Tramo		Km	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Cusco	1102	Asfaltada	19:02

Cusco	Huayopata	173	Asfaltada	4:01
-------	-----------	-----	-----------	------



Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

3.3. Objetivo

El objetivo es identificar y tipificar los peligros geológicos por movimientos en masa y peligros geohidrológicos, que afectaron a los sectores de Pedregal, Sicre y Tablahuasi, obras de infraestructura, terrenos de cultivo y vías de comunicación; así como, las causas de su ocurrencia. Emitir las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación del riesgo.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La zona está constituida geomorfológicamente por montañas en roca sedimentaria, colinas y lomadas en roca sedimentarias e intrusivas, vertiente coluvio-deluviales y terrazas aluviales. Las pendientes es variada, de llano volviéndose escarpados en sus inmediaciones (figura 04).

4.1. Pendiente del terreno.

Uno de los aspectos importantes en la clasificación de unidades geomorfológicas, aparte del relieve, es la pendiente de los terrenos.

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

Es fácil que ocurran movimientos en masa en laderas de colinas y montañas como cauces de quebradas, en la primera influye la pendiente que varía entre moderada a fuerte, porque facilita el escurrimiento superficial. En la segunda se tiene material suelto de fácil acarreo.

El caso de las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros factores netamente geomorfológicos y dinámicos, también ocurren en terrenos de suave pendiente.

En la zona de estudio, las laderas de los cerros tienen pendientes comprendidas entre 20° a 45°. Las cuales se le considera como de moderada a fuerte pendiente. Esto facilita el escurrimiento superficial de los material sueltos dispuestos en las laderas.

Se tienen pendientes menores de los 5°, se encuentran situadas en la parte baja de las quebradas Ipal, Sicre y Choquellohuanca.

4.2. Unidades geomorfológicas

4.2.1. Montañas en roca sedimentaria

Corresponde a afloramientos de rocas sedimentarias afectados por procesos tectónicos y erosivos conformados por rocas de tipo cuarcitas, meta areniscas grises intercaladas con esquistos, filitas en estratos gruesos a medianos. Presentan laderas de pendiente media a fuertes. Se observa en inmediaciones de la localidad.

4.2.2. Montañas en roca intrusivas

Corresponde a afloramientos de rocas intrusivas afectados por procesos tectónicos y erosivos conformados por rocas de tipo granitos y granodioritas. Presentan laderas de pendiente fuerte. Se observa en inmediaciones de la localidad.

4.2.3. Montañas en roca metamórficas

Corresponde a afloramientos de rocas metamórficas afectados por procesos tectónicos y erosivos conformados por rocas de tipo Pizarras gris con contenido de pirita y limolitas intercaladas. Presentan ladera de pendiente media a fuerte. Se observa en inmediaciones del cerro Calquiña.

4.2.4. Vertiente coluvio deluvial

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa del tipo deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas y/o movimientos en masa y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea; son depósitos de corto recorrido relacionados a las laderas superiores adyacentes. Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue de movimiento en masa.

4.2.5. Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (Proluvial)

Esta unidad geomorfológica, ocupan las partes bajas del relieve montañoso y colinoso adyacentes a las referidas zonas; son fragmentos rocosos heterométricos (cantos, bolos y bloques, etc. , con relleno limo arenoso -arcilloso depositado en el fondo de valles tributarios y conos deyectivos en la confluencia con el río Lucumayo.

Forman parte de la configuración de esta unidad geomorfológica las terrazas que se encuentran en el fondo de las quebradas Calaquíña, Ipal, Sicre y Choquellohuanca, conformando un intenso valle donde actualmente es utilizado como terrenos agrícola.

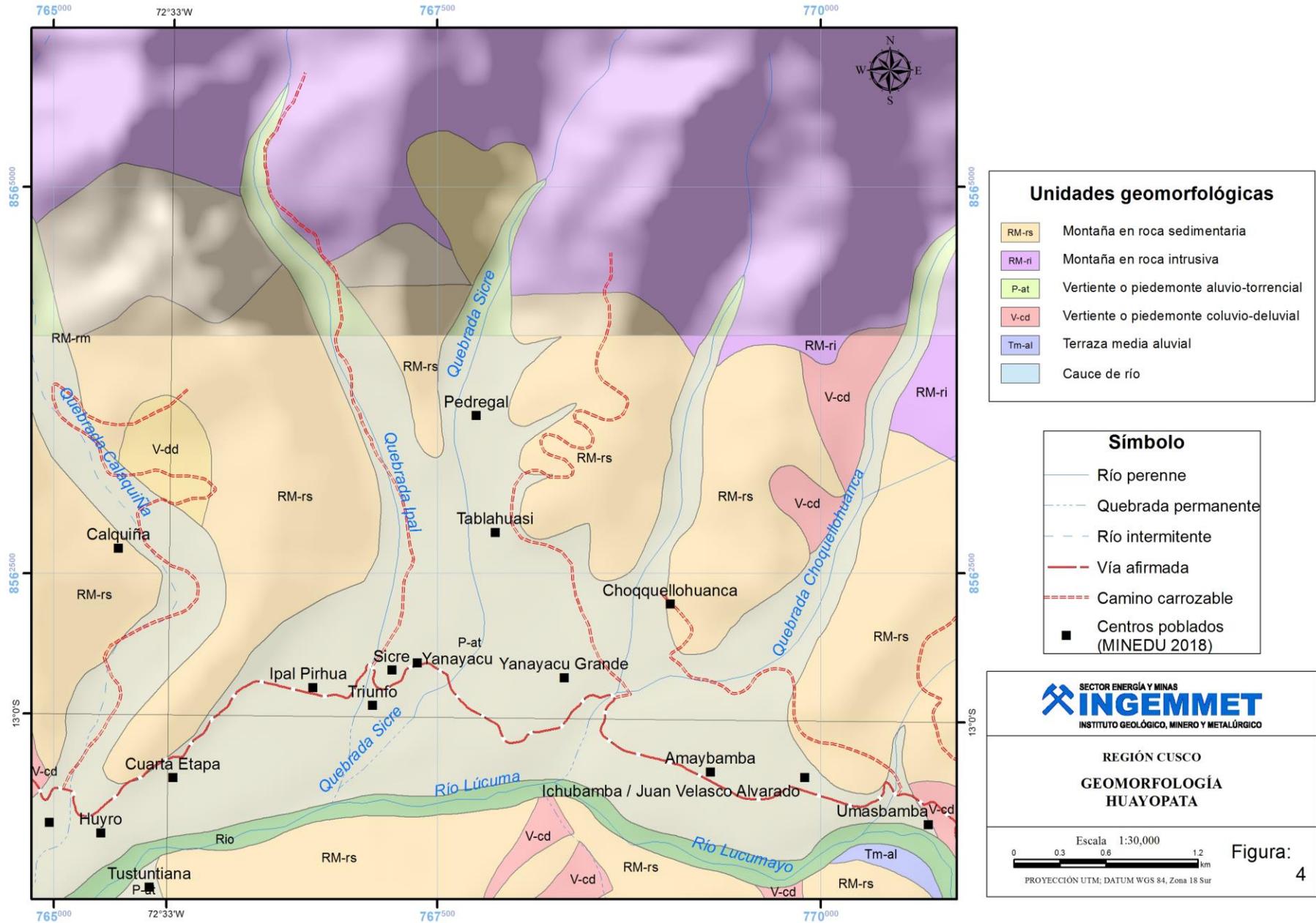
4.2.6. Vertiente con depósitos de deslizamientos

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, son depósitos de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles. Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Esta unidad corresponde a zonas inestables y de fácil erosión en periodos de lluvias, se generan deslizamientos interrumpiendo el curso del caudal (presas naturales) al desembalsar inundan la parte baja de las vertientes.

4.2.7. Terraza aluvial

Se caracterizan por presentarse dentro del curso de los ríos, sobre todo tienen su mayor extensión en los ríos estacionarios. Litológicamente está compuesta por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Lucumayo, se depositan formando terrazas bajas en ambas márgenes. Son consideradas susceptible a inundaciones en periodos de lluvias excepcionales.



4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología está constituida por unidades litoestratigráficas con edades que van del Paleozoico inferior como la Formación Málaga y el Grupo San José, (Carlotto *et al* 1999), depósitos aluviales (figura 5).

5.1. Formación Málaga

Está compuesto principalmente por rocas sedimentarias, formado por cuarcitas, meta areniscas grises intercaladas con esquistos, filitas en estratos gruesos a medianos (Carlotto *et al* 1999). Substrato muy meteorizado, fracturado con grado de saturación medio. De calidad geotécnica mala, de susceptibilidad alta a la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa.

5.2. Grupo San José.

Aflora en el cerro Calquiña. Está compuesta principalmente por pizarras grises con contenido de piritas diseminada y esquistos se hallan fuerte mente foliadas (Romero & Torres 2003). Substrato meteorizado, fracturado de calidad geotécnica media

5.3. Depósitos aluvial

Según Carlotto *et al* 1999, Estos depósitos están conformados por bloques y gravas, envueltos por una matriz areno – arcillosa.

En la zona de estudio, se identificó depósitos aluviales importantes, en donde se han edificado poblados, estos depósitos provienen de huaycos antiguos.

Roca intrusiva.

Macizo de Mesapelada, aflora en el cerro del mismo nombre. Este macizo intruye rocas del Grupo San José, donde la roca macroscópicamente tienen textura fanerítica de grano grueso y son leucócratas. A partir del análisis estructural de fallas podemos distinguir varios eventos tectónicos uno de compresión NE-SO que parece el más importante y afecta a los intrusivos y a rocas del Paleozoico inferior, este evento es relacionado a la evolución Andina, macizo muy fracturado, intemperizado de calidad geotécnica media.

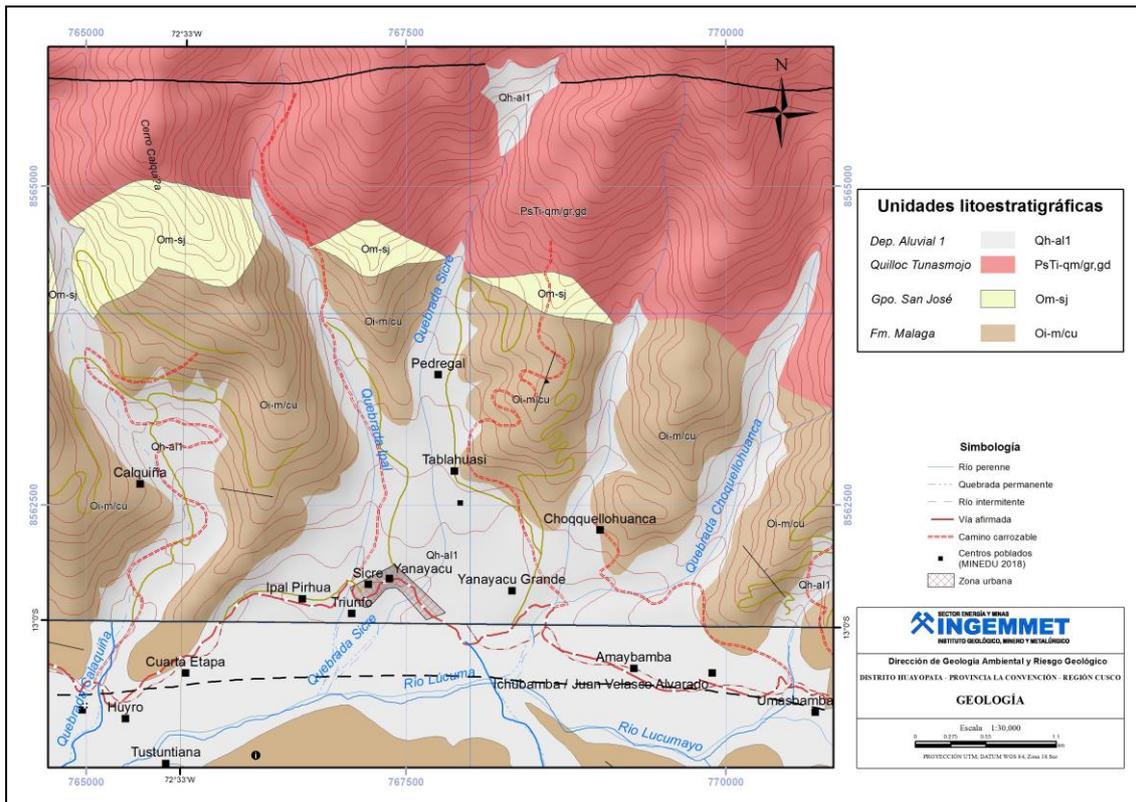


Figura 5. Mapa geológico de la zona de estudio. (Tomado de Ingemmet, 1999).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La zona de estudio, presenta una ladera de montaña en roca intrusivas que instruyen al Grupo San José de pendiente fuerte a muy fuerte (25° a 45°), disectados que forman quebradas y valles. Litológicamente formado por pizarras esquistosa, cuarcitas (Grupo San José) y rocas intrusivas (granodioritas).

En las superficies de las laderas colindantes a las quebradas Sique y Choquellohuanca, se tienen eventos de movimientos en masa antiguos y recientes, que se reactivan con precipitaciones pluviales intensas y excepcionales, generando material suelto, esto alimenta los cauces de las quebradas. (Figura 6)

El evento ocurrido el 21 de diciembre del año 2018, en la quebrada Sique, es condicionado por:

- Laderas de pendiente fuerte (25° a 45°).
- Substrato muy fracturado debido a la orogenia andina.
- Roca muy meteorizadas, de mala calidad.
- Depósitos de eventos antiguo como deslizamientos, que son de fácil remoción
- Pendiente de las laderas, comprendidas entre 20° a 45° , consideradas como laderas inestables, susceptible a la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes.
- Represamiento del cauce de la quebrada, su desembalse generó el flujo de detritos (huaico).

Al generarse el desembalse, el flujo arrastró material y palizada, esto originó la destrucción de terrenos de cultivo, caminos y viviendas en su recorrido; el huaico llegó a superar el nivel del cauce actual de la quebrada. El material se esparció sobre la terraza.

El detonante principal fue las precipitaciones pluviales intensas y/o excepcionales, presentadas en el mes de diciembre.

El material que trajo el flujo de detritos de la quebrada Sicre, está conformado por bloques que alcanza hasta 6 m, (figura 6), gravas angulosos a subangulosos, arenas en matriz limoarcillosos; el material se depositó en la parte central de la quebrada, afectó viviendas de los sectores Pedregal y Tablahuasi, mientras que el poblado de Sicre fue afectado por lodo (figuras 7 y 8).

También se debe mencionar que similar comportamiento ha tenido la quebrada Choquellohuanca, donde se formó un huaico que afectó severamente al puente de Amaybamba de la Red Vial Nacional.

Se tiene conocimiento del evento ocurrido en la quebrada Ipal el año 2010, este no tuvo mayor magnitud, solamente afectó terrenos de cultivo.

Según versiones de los moradores, en el año 1970, se generó un huaico por la quebrada Sicre, donde el flujo arrastró bloques que llegaron a sobrepasar la vía Cusco-Huayopata, que en ese entonces no estaba asfaltada.



Figura 6. Izq. Deposito del flujo formado de bloques entre 0.40 hasta 1.00 m de diametro y Der. Deposito del flujo ocurrido el 21 de diciembre de 2018.



Figura 7. Se observa que las viviendas de Sicre afectadas por flujo de lodo



Figura 8. Daños ocasionados: Izq. Viviendas afectada en el sector Pedregal. Der. Se observa muros de contención superados por el nivel del flujo.

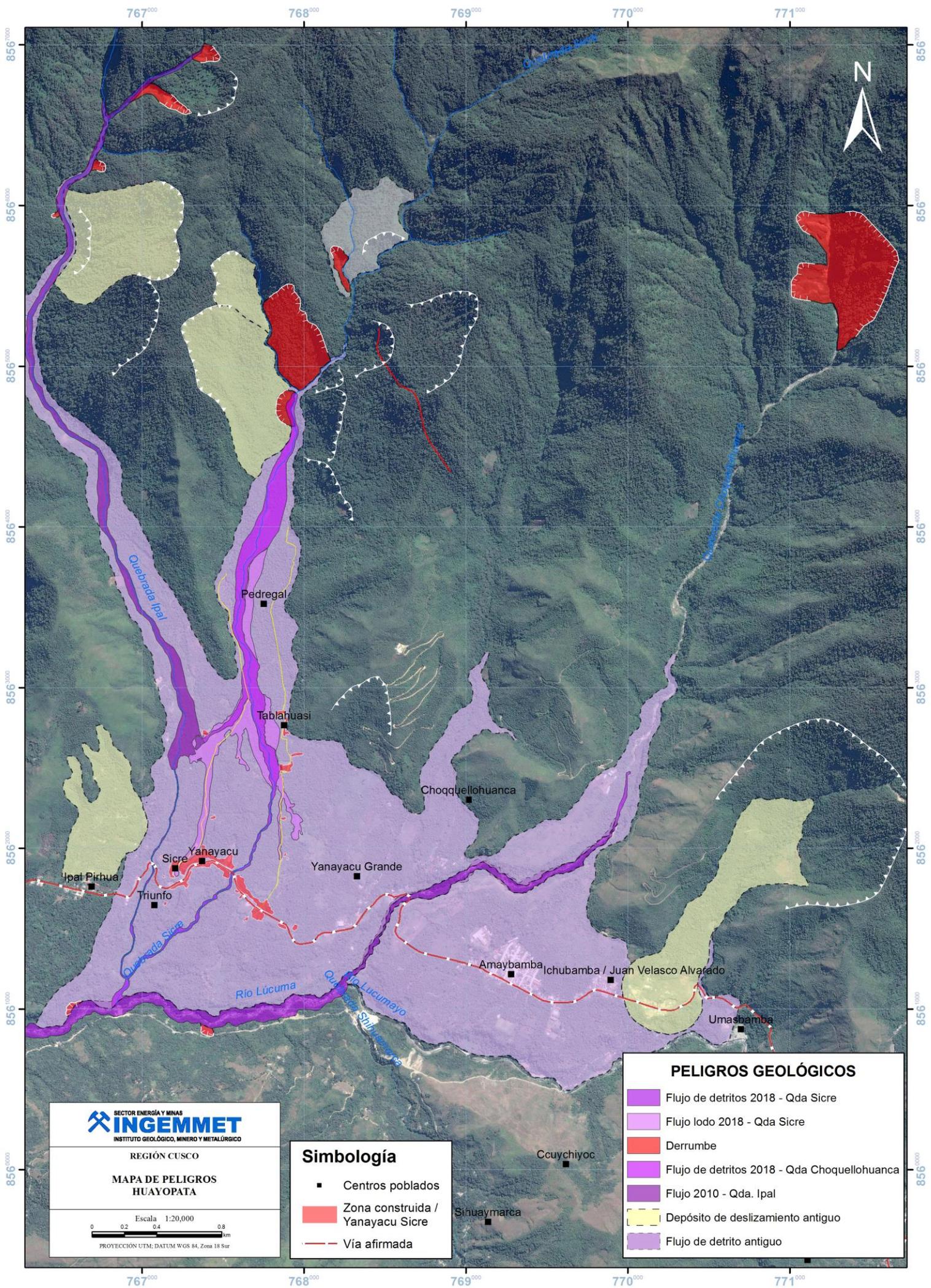


Figura 9. Mapa de peligros de la quebrada Sicre

6. ZONAS PROPUESTAS PARA LA REUBICACIÓN Y ALBERGUE TEMPORAL

De los trabajos de campo, se determinaron las siguientes áreas para la reubicación y albergue temporal.

6.1 Sector de Choquellohuanca (reubicación definitiva).

Se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas:

- ✓ 769267 E, 8562541 N
- ✓ 769352 E, 8562468 N
- ✓ 769425 E, 8562457 N
- ✓ 769496 E, 8562434 N
- ✓ 769555 E, 8562447 N
- ✓ 769599 E, 8562409 N
- ✓ 769489 E, 8562384 N
- ✓ 769417 E, 8562391 N
- ✓ 769278 E, 8562452 N
- ✓ 769219 E, 8562519 N

Altitud 1970.

Esta zona se encuentra sobre la cresta de una colina sedimentaria, presenta su cumbre es suave, hacia los bordes se tienen laderas con pendientes de 25° a 30°.

Se tienen afloramientos de rocas sedimentarias como lutitas de la Formación San José que se caracterizan por presentar fracturamiento muy intenso.

Actualmente no se tienen evidencias de movimientos en masa que les pueda afectar.

La futura zona urbana deberá ceñirse solamente en la zona de cresta de la colina.

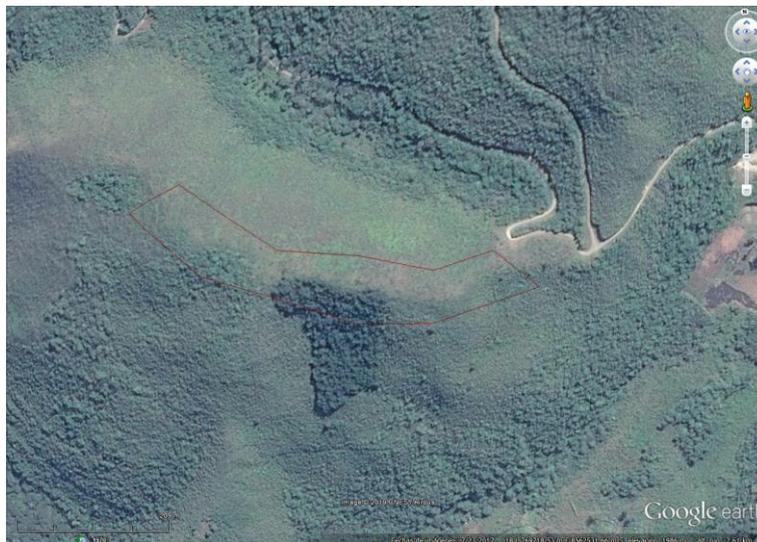


Figura 10. Cima de la colina, sector adecuado para la reubicación de la población.

Para habilitar el área se deben tener las siguientes recomendaciones:

- Estudio de suelo, para determinar las características del suelo, con fines de cimentación.
- Hacer un drenaje pluvial, para evitar la infiltración de agua hacia al subsuelo.

- La expansión urbana por ningún motivo debe realizarse en los bordes de las laderas, se debe ceñir hacia la cumbre.
- Los cortes de ladera tendrán que realizarse con dirección técnica especializada.

6.2 Sector Vivero (Albergue temporal)

Se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas:

- ✓ 768560 E, 8561432 N
- ✓ 768472 E, 8561301 N
- ✓ 768593 E, 8561216 N
- ✓ 768678 E, 8561337 N

Esta zona se ubica en la margen izquierda de la quebrada Choquellohuanca, sobre depósitos de flujos de detritos antiguos, que forman una terraza aluvial.

La altura entre el cauce de la quebrada y el depósito del antiguo huaico es de 20 m, para que se forme una terraza similar, tendría que generarse un represamiento en la cuenca alta de la microcuenca de la quebrada.

Recomendaciones:

- Implementar un sistema de alerta temprana, esto no solo servirá para la zona de albergue temporal, sino también para la población de Amaybamba.
- Arborizar los bordes de la zona de albergue temporal.
- Realizar un sistema de drenaje pluvial.
- Por ningún motivo la zona se a ocupar se debe dirigir hacia el lado de la quebrada.

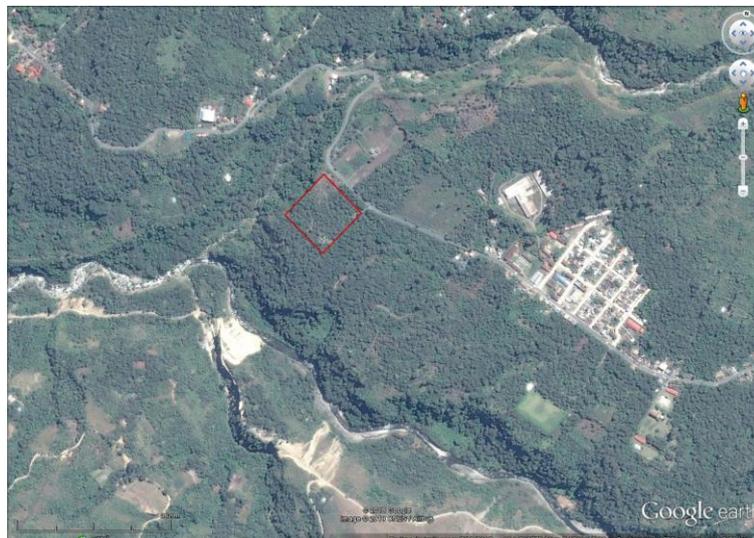


Figura 11. Sector de Vivero, propuesta como albergue temporal.

6.3 Sector de Ipal 1 (Albergue temporal)

Se encuentra en las siguientes coordenadas:

- ✓ 766499 E, 8561689 N;
- ✓ 766580 E, 8561675 N;
- ✓ 766625 E, 8561679 N;
- ✓ 766652 E, 8561722 N;
- ✓ 766704 E, 8561710 N;
- ✓ 766619 E, 8561523 N;
- ✓ 766450 E, 8561591N.

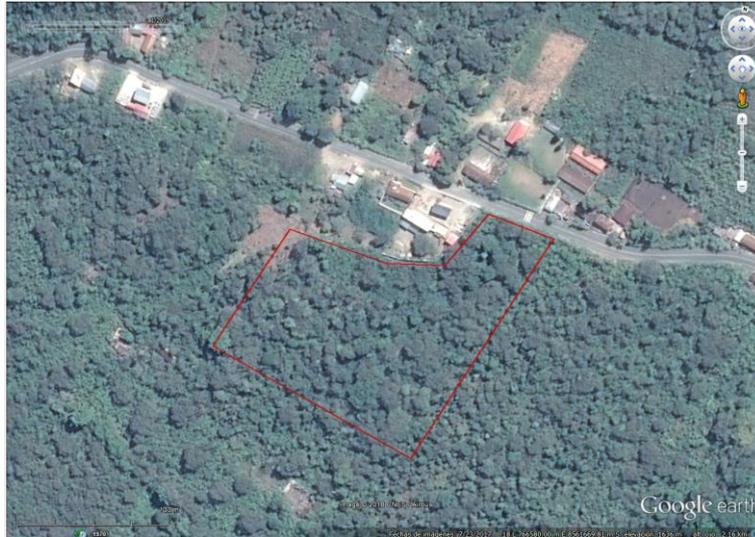


Figura 12. Sector Ipal, propuesto para albergue temporal.

Este sector se encuentra sobre un depósito aluvial antiguo, donde el material proviene de procesos de erosión de las laderas colindantes y parte de la quebrada Ipal.

Hacia el norte de la zona de reubicación, se tiene una colina sedimentaria con laderas de pendientes comprendidas en 20° a 25°, no muestra evidencias movimientos en masa que pudieran afectar a la zona de reasentamiento.

Se pueden presentar flujos de grandes dimensiones provenientes de la quebrada Ipal, que podría afectar la zona de albergue temporal.

Recomendaciones:

- Implementar un sistema de alerta temprana, en la quebrada Ipal.
- Realizar un estudio de suelos para determinar el tipo de cimentaciones de las futuras viviendas e infraestructura.
- Arborizar los bordes de la zona de albergue temporal.
- Realizar un sistema de drenaje pluvial.
- El drenaje pluvial de carretera debe estar en óptimas condiciones.
- Por ningún motivo el albergue temporal se debe dirigir hacia el lado de la quebrada.
- Para darle una mejor estabilidad al terreno es necesario construir muros disipadores de energía en la cuenca baja de la quebrada Ipal.

- Realizar estudios geotécnicos, hidráulicos y modelamientos, para determinar el tipo y espaciado que debe tener los muros disipadores.

6.4 Sector Ipal. Centro Educativo (Albergue temporal)

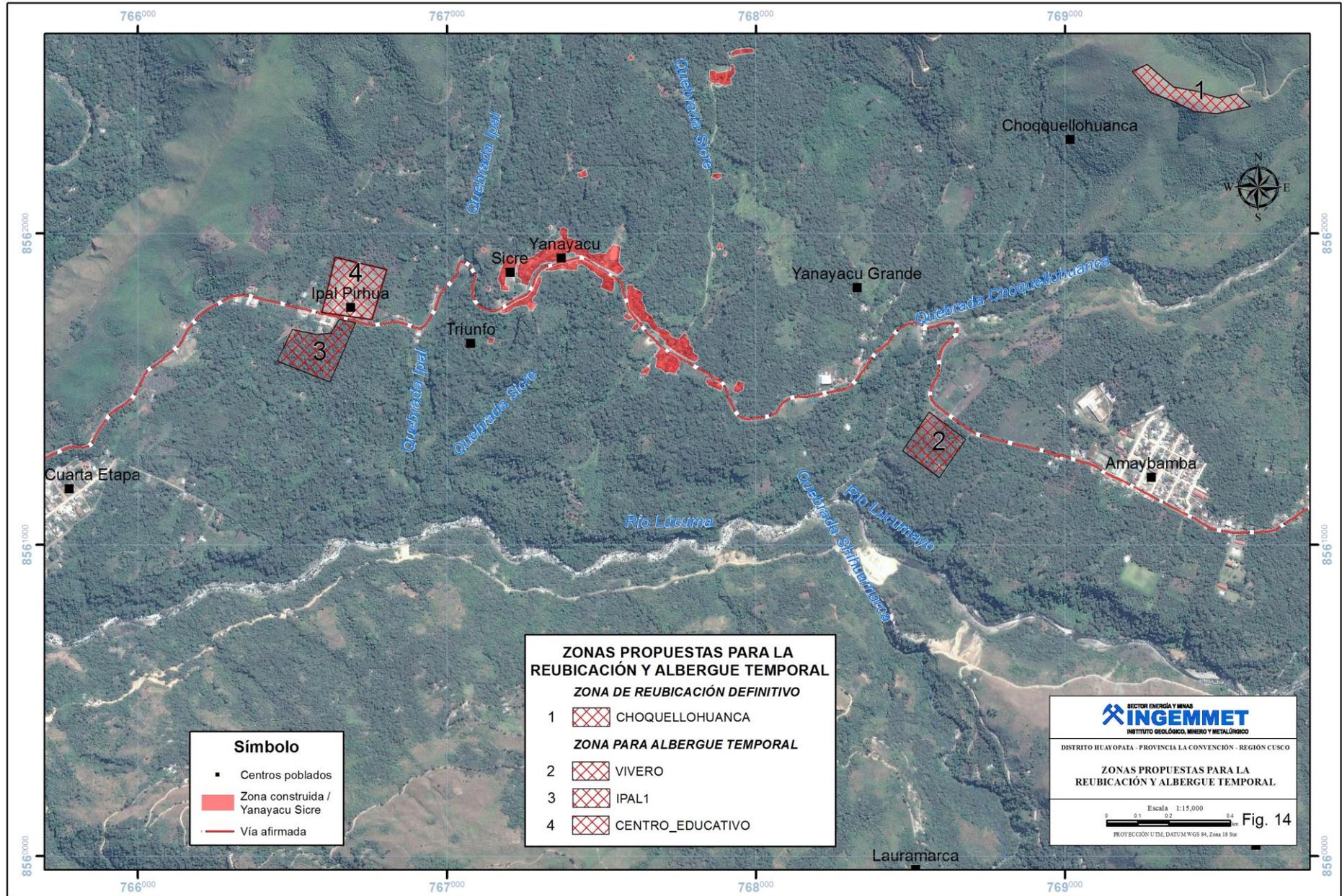
Se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas:

- ✓ 766757 E, 8561723 N
- ✓ 766803 E, 8561883 N
- ✓ 766638 E, 8561921 N
- ✓ 766595 E, 8561748 N

Las condiciones de estabilidad son semejantes a las encontradas en la zona de reubicación Ipal 1.



Figura 13. Sector centro educativo Ipal, propuesto como albergue temporal.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) Por las condiciones geológicas, como roca muy meteorizada de fácil remoción, pendiente del terreno, depósitos de antiguos deslizamientos y de flujos de detritos, muy susceptibles a ser removidos; los terrenos de los poblados de Sicre, Pedregal y Tablahuasi, se les considera como de **zona crítica, de alta susceptibilidad a huaicos y de peligro inminente** ante lluvias intensas y excepcionales.
- b) Es necesario la reubicación de los sector afectado por los flujos de detritos que ocurrieron en las quebradas Sicre y Choquellohuanca.
- c) Se dan tres alternativas para albergues temporales, en las cuales se deben considerar las recomendaciones de los ítem 6.2, 6.3 y 6.4.
- d) Como zona de **reubicación definitiva se propone el sector 1 Choquellohuanca_Huayopata**, es considerado como ideal, para su habilitación se debe considerar lo propuesto en el ítem 6.1.
- e) El flujo de detritos (huaico) ocurrido el 21 de diciembre del 2018, movilizó material como bloques hasta de 7 m de diámetro, palizadas, gravas, arena y limo y arcilla, lo que muestra la magnitud del evento.
- f) Realizar un programa integral de la forestación, con árboles de raíces profundas.
- g) Descolmatar y encausar la quebrada Sicre y Choquellohuanca, respetando el cauce natural.
- h) Implementar un estación meteorológica, con la finalidad de tener datos precisos de las precipitaciones pluviales que detonan los movimientos en masa.

REFERENCIAS

Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36–75.

Carlotto V., Gil W., Cárdenas J., Chávez R. & Vallenás V. (1996). - Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. Boletín N° 65 Serie A: Carta Geológica Nacional. (Hojas 27r y 27s). INGEMMET. Lima.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) - Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

Vilchez M. (2015) Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la región Cusco, Informe Técnico Geología Ambiental – Ingemmet. Informe Preliminar

Vilchez, M. & Sosa, N. (2018)- Riesgo geológico en la Región Cusco. Inédito INGEMMET. Proyecto de Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica.

Vilchez, M. & Sosa, N. (2013). Peligros geológicos en el ámbito de la Mancomunidad Municipal Amazónica. Provincia La Convención, Región Cusco. INGEMMET Informe técnico N° A6635. 85 p.