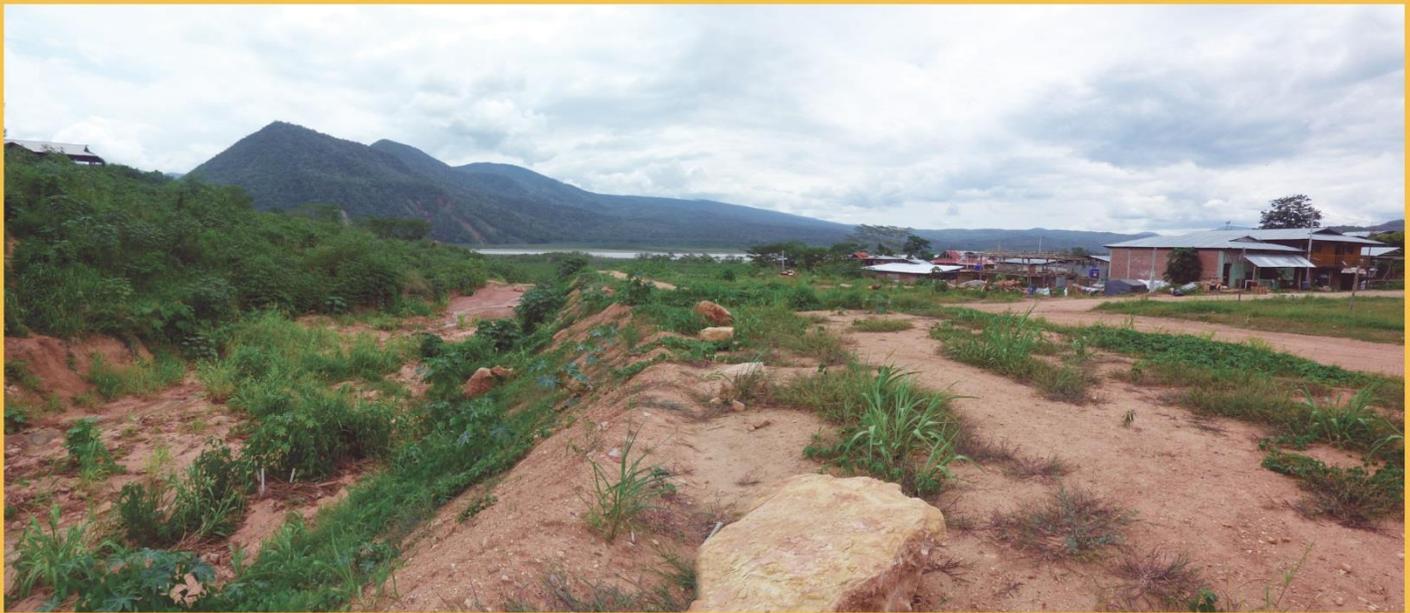


Informe Técnico N° A 6754

PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO PUERTO PRADO

Región Junín
Provincia Satipo
Distrito Río Tambo
Paraje Puerto Prado



POR:

SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
JULIO LARA CALDERÓN

ABRIL
2018

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ANTECEDENTES	2
3. UBICACIÓN, ACCESIBILIDAD Y CLIMA	3
3.1 Ubicación	3
3.2 Accesibilidad	3
3.3 Clima	3
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	4
5. ASPECTOS GEOLÓGICOS	6
6. PELIGROS GEOLÓGICOS	11
6.1 Flujo de detritos o huaicos	12
7. EVALUACIÓN DEL ÁREA DE REUBICACIÓN	18
7.1 Peligros geológicos en la zona de reubicación.	19
7.2 Medidas a considerar en la zona de reubicación	21
RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
ANEXO	28
GLOSARIO DE TÉRMINOS	28

“PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO PUERTO PRADO”

(Distrito Río Tambo, Provincia Satipo, Departamento Junín)

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET como entidad pública competente sobre la Gestión del Riesgo de Desastres elabora informes técnicos, los cuales tienen por finalidad contribuir al conocimiento sobre los peligros geológicos que afectan a los centros poblados y obras de infraestructura.

Por su ubicación geográfica y relieve, en el centro poblado Puerto Prado, se presentan lluvias intensas. El 02 de marzo del 2017, se presentó una lluvia excepcional, que activó las quebradas Canaán Edén y Meshashi, formando flujos de detritos (huaicos) que afectó severamente al poblado de Puerto Prado.

El presente informe brinda información sobre los aspectos geomorfológicos-geológicos y peligros geológicos del centro poblado Puerto Prado, así como los peligros geológicos que afectan a dicho centro poblado y las recomendaciones que se deben considerar para evitar mayores daños.

Finalmente, se emiten las conclusiones y recomendaciones a considerar, debido los peligros que está expuesto el centro poblado Puerto Prado.

2. ANTECEDENTES

El alcalde y presidente de la Plataforma de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Puerto Prado, mediante Oficio N° 161-2017-A/MDRT, se dirige al presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando se realice un informe técnico sobre el centro poblado Puerto Prado.

Este informe técnico, se pone en consideración del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Dicho documento se basa en la inspección realizada en campo, así como la información disponible de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET; incluye textos, ilustraciones fotográficas, así como conclusiones y recomendaciones.

2.1 Trabajos Anteriores

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

- Informe de Emergencia N° 388 – 31/03/2017 / COEN - INDECI / 17:30 Horas (Informe N° 11); señala que el 02 de marzo de 2017 a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales, se reactivó la quebrada Canaán Edén, produciendo un huaico que afectó al centro poblado de Puerto Prado.
- “Inspección geológica en el sector Puerto Prado” realizado por Núñez, 2016; menciona la presencia de asentamientos diferenciales en una zona de relleno, como también inundaciones fluviales que afectan al sector del puerto.

3. UBICACIÓN, ACCESIBILIDAD Y CLIMA

3.1 Ubicación

El centro poblado Puerto Prado, políticamente se encuentra ubicado en el distrito Río Tambo, provincia Satipo y departamento Junín; en las coordenadas centrales UTM (WGS 84-Zona 18 Sur), Figura 01:

Norte: 8 767 005
Este: 582 946
Altitud: 350 m.s.n.m.

Limita:

- Por el Norte: con la CC.NN. Santavancori.
- Por el Sur: con la CC.NN. Santavancori.
- Por el Este: con la CC.NN. Shimavenzo.
- Por el Oeste: con la CC.NN. Santavancori.

3.2 Accesibilidad

El centro poblado Puerto Prado, esta interconectado al sistema nacional de vías mediante la carretera que une las ciudades de Lima - Tarma - La Merced - Satipo -Mazamari - Puerto Chata y Puerto Prado; así como Huancayo - Tarma - La Merced - Satipo - Mazamari - Puerto Chata y Puerto Prado.

3.3 Clima

Este centro poblado está situado en el piso altitudinal entre 0 a 500 m.s.n.m., presenta un clima húmedo, que varía de cálido a templado, siendo el periodo más desfavorable las temporadas de lluvias entre los meses de diciembre a marzo, donde se alcanzan ente 200 y 600 mm de precipitaciones.

Los datos sobre las características climáticas son:

- Temperatura máxima absoluta: 40°C

- Temperatura promedio: 25°C
- Temperatura mínima absoluta: 10°C
- Velocidad máxima del viento: 75 Km/h
- Humedad relativa promedio: 70%

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El centro poblado Puerto Prado se ubica en la margen izquierda del río Perené, aguas abajo del río mencionado se une al río Ene para formar el río Tambo.

Se han identificado las siguientes unidades

a) *Terraza baja aluvial*

Relieve con baja pendiente, plano, cercana a la margen izquierda del río Perene. Constituidos por gravas de formas redondeadas, englobadas en matriz arenosa.

b) *Terraza proluvial*

Constituidos por los depósitos dejados por los huaicos, forman una terraza con una ligera pendiente, constituida por gravas, bloques de formas subangulosas y subredondeadas, englobados en una matriz areno-limosa; se encuentran canalizados sobre las quebradas que cruzan al sector Puerto Prado (foto 1), como también se ha identificado en la zona de reubicación.

c) *Colinas y lomadas en roca sedimentaria:*

Elevaciones naturales del terreno, constituidas por una agrupación o cadena de cerros (foto 1). Presenta un relieve pronunciado (pendiente fuerte) disectado por numerosas quebradas en drenaje dendrítico y subparalelo. Litológicamente se compone de rocas sedimentarias tipo areniscas, limolitas y calizas.



SIMBOLOGÍA	
■	Centro Poblado
---	Quebrada
—	Carretera afirmada

Figura 01

 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico	
ACT-01: ASISTENCIA TÉCNICA A LOS GOBIERNOS LOCALES, REGIONALES Y NACIONAL Y ESTANDARIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA ACTIVIDAD	
MAPA DE UBICACIÓN DE PUERTO PRADO	
Escala: 1 / 5,000	Año: 2017

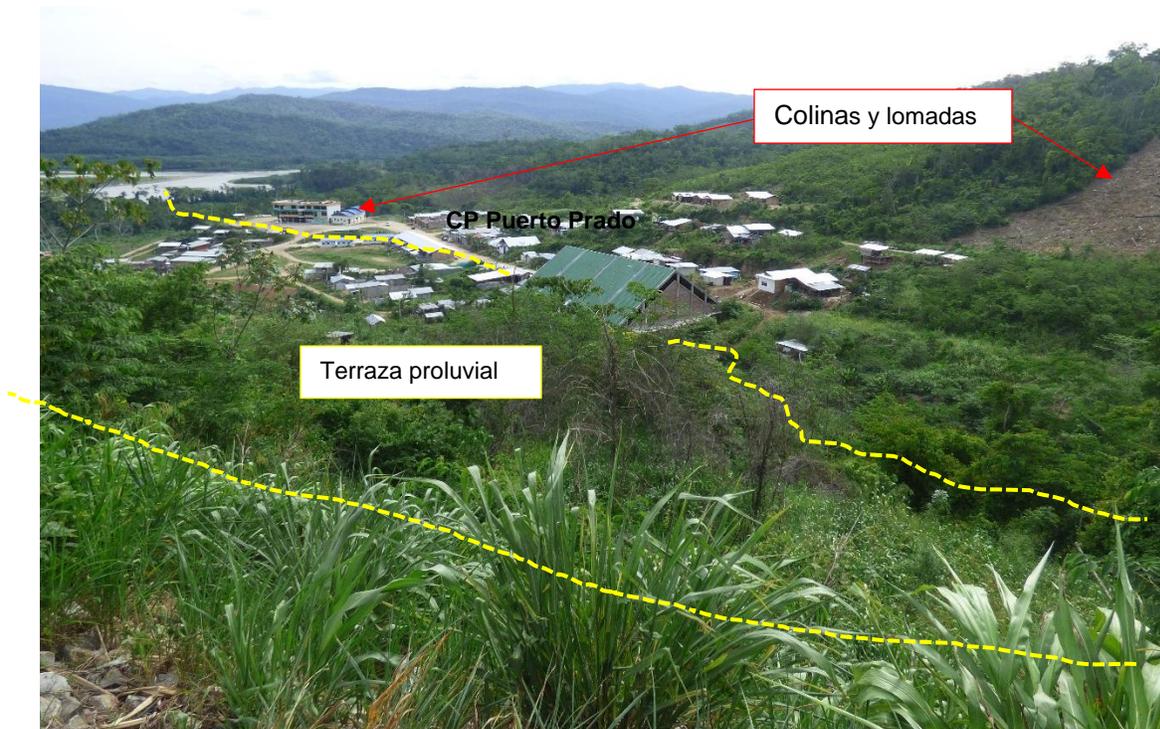


Foto 1: Vista de la terraza proluvial, sobre la cual se ubica el centro poblado Puerto Prado y de las colinas y lomadas que rodean dicho centro poblado.

5. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Tomado como referencia la cartografía del cuadrángulo de Puerto Prado 23-ñ (LAGESA-C.F.G.S., 1997), en la zona de estudio afloran sedimentitas del Paleozoico (Carbonífero-Pérmico indiferenciado) y rocas sedimentarias tipo calizas, limolitas, lutitas y areniscas (Formación Chonta); así como depósitos Cuaternarios (aluviales y fluviales), figura 2.

a) *Depósitos Fluviales*

Se ubica en la margen izquierda del río Perene, formado barras de arena, constituidas por gravas heterogéneas subredondeadas envueltas en una matriz arenosa, arenas de grano medio a grueso y algunos niveles de limo.

b) *Depósitos proluviales*

Cantos, gravas y bloques subangulosos a subredondeados, de tamaño variable, envueltos en una matriz areno-limosa (foto 2).

c) *Depósitos aluviales.*

Se encuentran en la margen izquierda del río Perene, con una extensión tierra adentro hasta de 300 m, están conformados por gravas, arenas y limos. Los fragmentos de roca son de formas redondeadas. Están siendo usadas como canteras.

d) *Formación Chonta*

Está constituida principalmente por calizas masivas gris oscuras, limolitas calcáreas beige y verde, calizas gris verdosas, lutitas verde amarillentas, areniscas y lodolitas laminadas blancas, limolitas rojo amarillentas y calizas gris amarillentas con intercalaciones de lutitas verdes laminadas.

En la zona de reubicación se tienen afloramientos de limolitas de color rojo y areniscas de color amarillento blanquecinas (foto 3).

e) *Grupo Ambo (Carbonífero-Pérmico):*

En el área de Puerto Prado se apreció, que por debajo del depósito proluvial se encuentra un afloramiento de limolitas de color amarillento (foto 04).



Foto 02: Depósitos proluviales identificados en la quebrada Canaán Edén



Foto 03: Areniscas blanquecinas de grano fino a medio, laminares, con ligero plegamiento, de la Formación Chonta.



Foto 04: Afloramiento de limolitas pertenecientes al Grupo Ambo

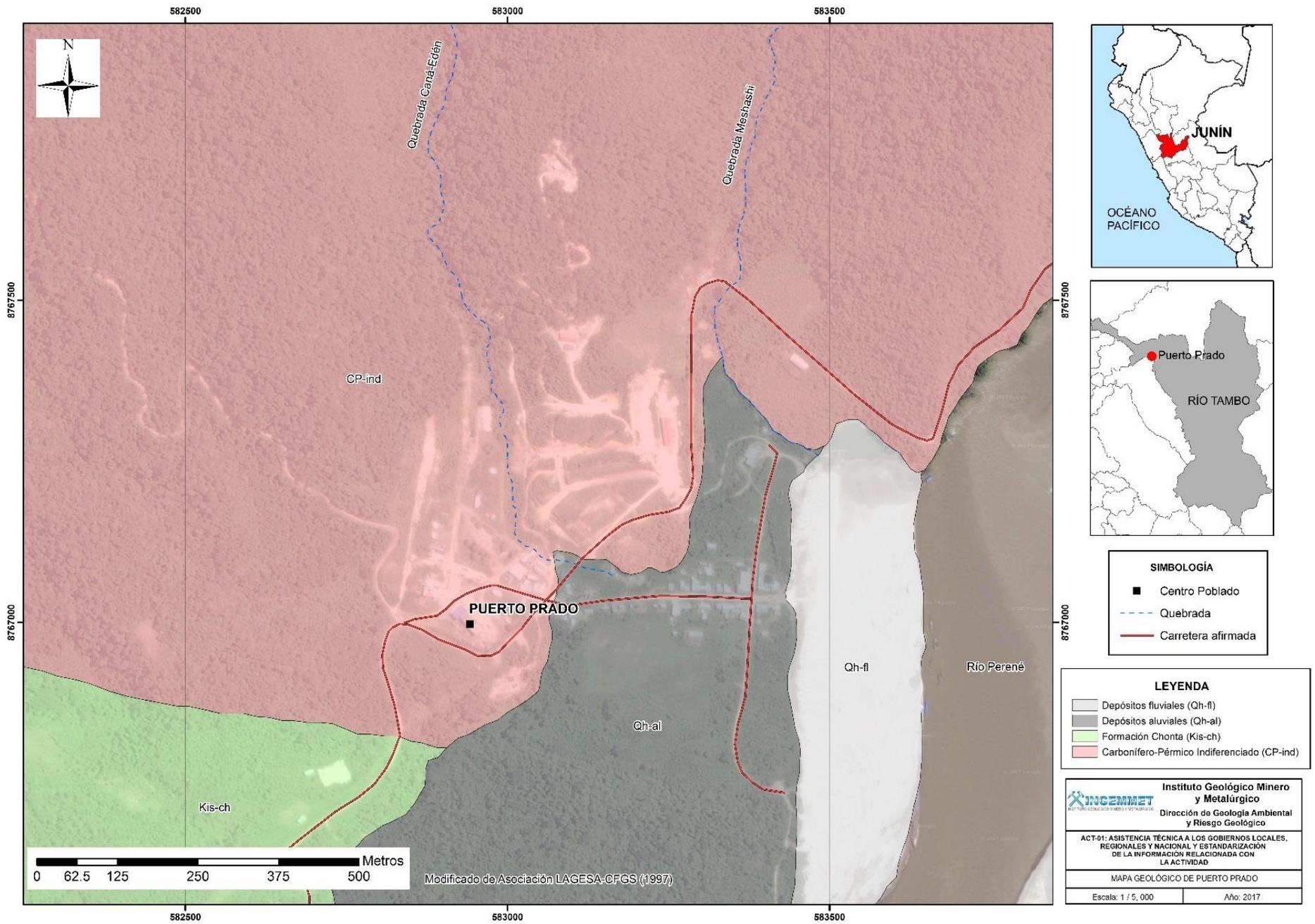


Figura 02: Unidades geológicas en la zona de Puerto Prado y alrededores. Tomado de LAGESA-C.F.G.S., 1997.

6. PELIGROS GEOLÓGICOS

Según Luque, *et al* 2017, en el estudio “Riesgo Geológico en la región Junín” (Inédito), el sector Puerto Ocopa-Puerto Prado, tiene alta susceptibilidad a los movimientos en masa. Esto se debe a las condiciones geológicas (litología, geomorfología, hidrogeología y pendiente del terreno).

En el centro poblado Puerto Prado, en el mes de marzo del 2017, ocurrió un flujo de detritos, que lo afectó, figura 3.

Por lo observado en la quebrada Canaán Edén y Meshashi, se tienen depósitos de antiguos depósitos de huaicos (foto 5). En la pared de la primera quebrada mencionada, se tienen bloques de rocas (arenisca), que tienen formas subangulosas y subredondeadas con tamaños hasta de 0,50 cm, englobados en una matriz areno-limosa, dispuestos en forma caótica.



Foto 5: Margen derecha de la quebrada Canaán Edén, se muestra un depósito dejado por huaico, muestra los tamaños de los bloques de roca, dispuestos en forma caótica.

6.1 Flujo de detritos o huaicos

Estos eventos se iniciaron en la parte alta de las quebradas Canaán Edén y Meshashi, detonados por las intensas precipitaciones pluviales (lluvias) registradas durante en marzo de 2017.

Las lluvias generaron mayor erosión en las nacientes de las quebradas, el material suelto se canalizó por el cauce de la quebrada, desplazando aguas abajo. Es muy probable que, en la cuenca alta de las quebradas, se halla formado un embalse temporal por la obstrucción del cauce a raíz de algún derrumbe o deslizamiento de sus márgenes, que produjo un desembalse violento y originó estos eventos.

El flujo por moverse sobre la superficie de un terreno con pendiente fuerte, el material removido, adquiere mayor velocidad y poder erosivo, provocando erosión lateral en ambas márgenes, ocasionando derrumbes en las paredes de la quebrada, así como el desprendimiento de árboles; de esta manera, hay un mayor aporte de material.

En el depósito se aprecian restos de troncos de árboles de raíces, algunos quedaron sobre la superficie de la terraza¹ (foto 6) y el resto se movilizó hasta la desembocadura². Sobre la margen derecha, en la terraza, se apreció los bloques de roca (calizas) con formas subangulosas, con tamaños hasta de 2 m de diámetro (foto 7).



Foto 06: Algunos de los restos de troncos de árboles transportados por el huaico reciente.

¹ Los materiales que venían flotando en el flujo.

² El resto de troncos que llevaba en el frente del flujo.



Foto 07: Bloques de roca, de formas subangulosas transportados por el huaico.

Finalmente, los flujos de detritos se depositaron en la parte baja de las quebradas Canaán Edén (fotos 8 y 9) y Meshashi (foto 10), afectando viviendas y local público del centro poblado de Puerto Prado.

Hay que mencionar que el cauce de la quebrada Canaán Edén, se amplió por efecto del paso del flujo de detritos (foto 11); en la actualidad ha llegado a tener un ancho de 15 m en la parte alta y donde se abre en su desembocadura alcanza hasta 50 m; con profundidad promedio de hasta de 5 m. (foto 12).

Al explayarse el depósito proveniente del huaico de la quebrada Canaán Edén, se dirigió hacia la zona del puerto, afectado las viviendas que se encontraban en este lugar. Este flujo se unió con el otro que provenía de la quebrada Meshashi.

a) Factores condicionantes y detonantes

En la mayor parte de la Faja Subandina los huaicos son detonados por las intensas precipitaciones pluviales (lluvias) o por causas antrópicas (deforestación o corte de talud para obras civiles).

Las condiciones naturales del terreno (suelo o roca), expresadas en su grado de fracturamiento, meteorización y pendiente de las laderas, se ven afectadas por lluvias cortas e intensas, o prolongadas o por la modificación del talud para efectuar un corte para un canal o carretera (Zavala, 2011).

Por lo tanto, las causas de los huaicos ocurridos en el centro poblado Puerto Prado son:

- Colinas con laderas de pendiente promedio de 25°.
- Substrato rocoso conformado por limolitas calcáreas, lodolitas, limolitas y areniscas; las primeras permiten la retención del agua y la última permite la filtración del agua, esto lo convierte en un substrato poco resistente.

- El aumento de peso del terreno por la saturación de agua, el suelo se vuelve inestable.

El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales intensas que se presentaron.

b) Daños ocasionados

Según INDECI (2017), los huaicos generaron los siguientes daños (fotos 8 y 9):

- 25 familias damnificadas, 10 familias afectadas y cuatro heridos.
- 25 viviendas destruidas y 10 afectadas; un local de la UGEL destruido.



Foto 08



Fotos 8 y 9: Viviendas afectadas (arriba) y destruidas (abajo) por los flujos de detritos provenientes de la quebrada Canaán Edén (Fuente CENEPRED).

Por tal motivo, es recomendable realizar la reubicación de la zona afectada del centro poblado Puerto Prado.



Foto 10: Flujo de detritos canalizados por la quebrada Meshashi.



Foto 11: Cauce ampliado de la quebrada Canaán Edén.



Foto 12: Flujo de detritos canalizados por la quebrada Canaán Edén, afectó al sector del puerto.

c) Estado situacional de viviendas ubicadas en la terraza proluvial

En el huaico ocasionado el mes de marzo del 2017, afectó a las viviendas que estaban en borde y cauce de la quebrada Canaán Edén, según INDECI un total de 25 viviendas y centro educativo.

De generarse un huaico de mayores dimensiones podría afectar las viviendas ubicadas en la margen derecha (foto 13).



Foto 13. Se limita el sector que pueden ser afectadas por un posible huaico de mayores dimensiones.

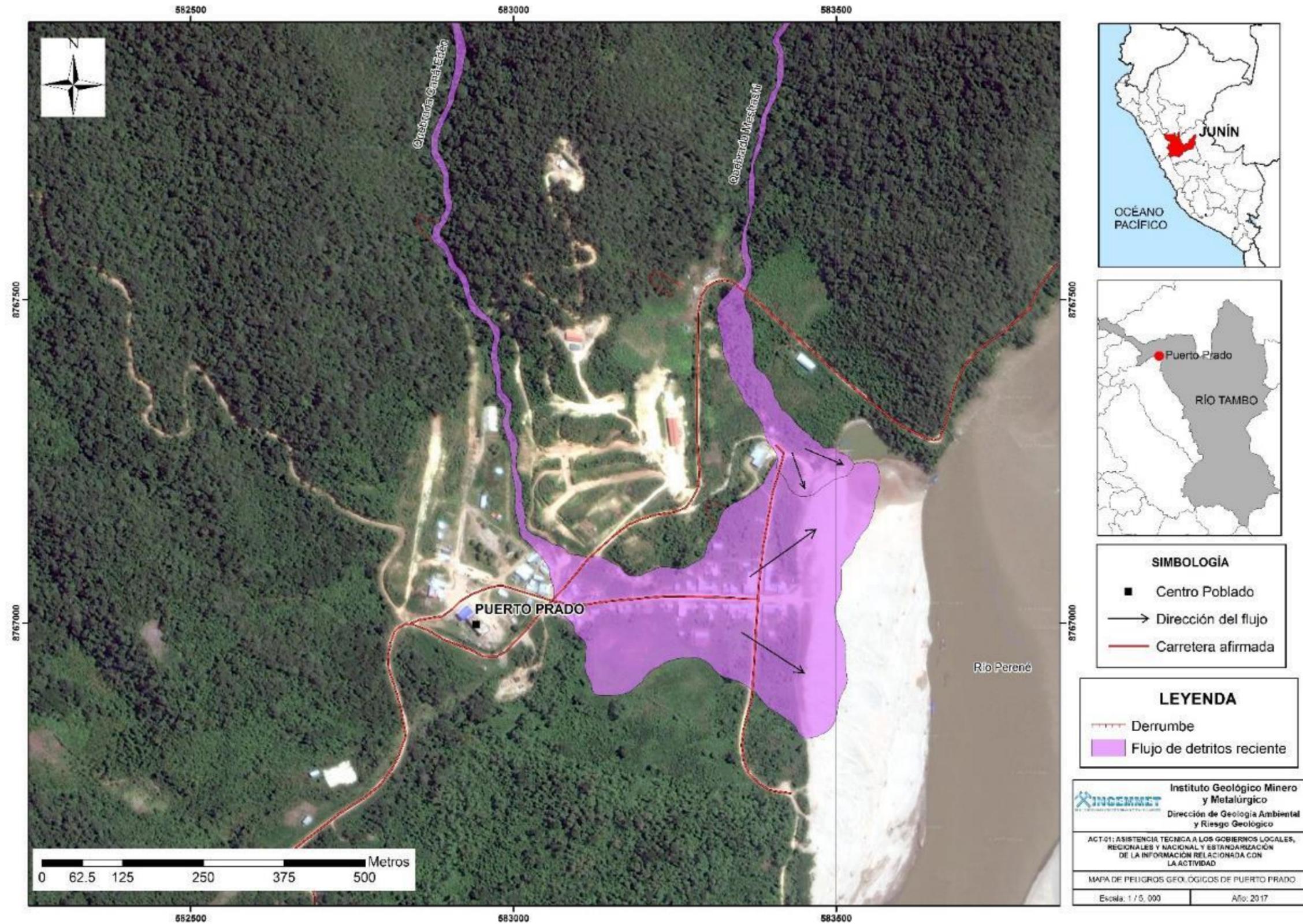


Figura 03. Flujos de detritos que afectaron al sector de Puerto Prado.

7. EVALUACIÓN DEL ÁREA DE REUBICACIÓN

El área de reubicación propuesta por la municipalidad distrital Río Tambo tiene un área aproximada de 19.98 ha y se encuentra en las coordenadas centrales UTM (WGS 84-Zona 18 Sur), figura 04.

Norte: 8 766 632
Este: 580188
Altitud: 336 m.s.n.m.

Geomorfológicamente, se encuentra sobre una lomada con laderas de pendientes comprendidas entre 10° a 15°, cubierta por vegetación (foto 14); presenta depósitos recientes proluviales y terrazas aluviales.

El substrato está conformado por areniscas limosas, color beige blanquecino, con intercalaciones de areniscas limosas y limolitas (foto 15); las capas son de espesores menores a 50 cm, con rumbo N50° O y buzamiento 55°SO. El corte de talud es E-O y con inclinación entre 60° a 70° (foto 10).

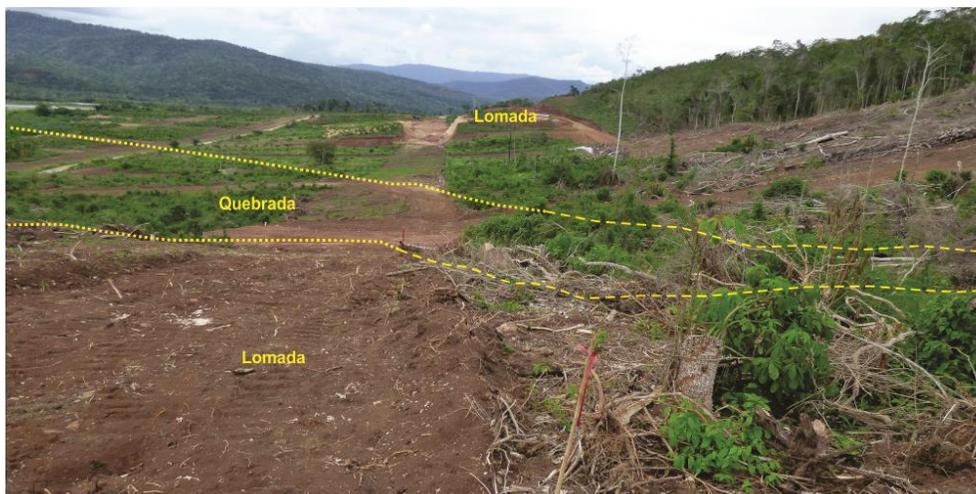


Foto 14: Terreno para reubicación del centro poblado Puerto Prado



Foto 15: Afloramiento del substrato rocoso del terreno de reubicación de Puerto Prado

7.1 Peligros geológicos en la zona de reubicación.

En la zona de reubicación se identificaron dos tipos de peligros, el primero son huaicos, que provienen de tres quebradas; el segundo son la zona inundable por parte del río Perene de la margen izquierda.

a) Flujos de detritos (huaicos)

Se detectaron tres quebradas, que en el pasado geológico han generado flujos de detritos.

- Quebrada Maritori (Quitaro) (figuras 04, 05 y foto 16).

Por los materiales encontrados en su cauce de la quebrada, como son los tipos de materiales, gravas con tamaños entre 20 a 10 cm y bloques erráticos hasta de 1 m, con matriz arenosa-limosa y presencia de gravilla, que se disponen en forma errática.

Por la geoforma que tiene la quebrada en la desembocadura, un cono truncado, por la erosión fluvial del río Perene.

Estas son características de antiguos huaicos de grandes dimensiones. En la actualidad se aprecia en la desembocadura de la quebrada que genera flujos de menores dimensiones.

Pero el pasado geológico, nos muestra, que en actualidad se pueden generar eventos, que afectaría a la zona de reubicación.

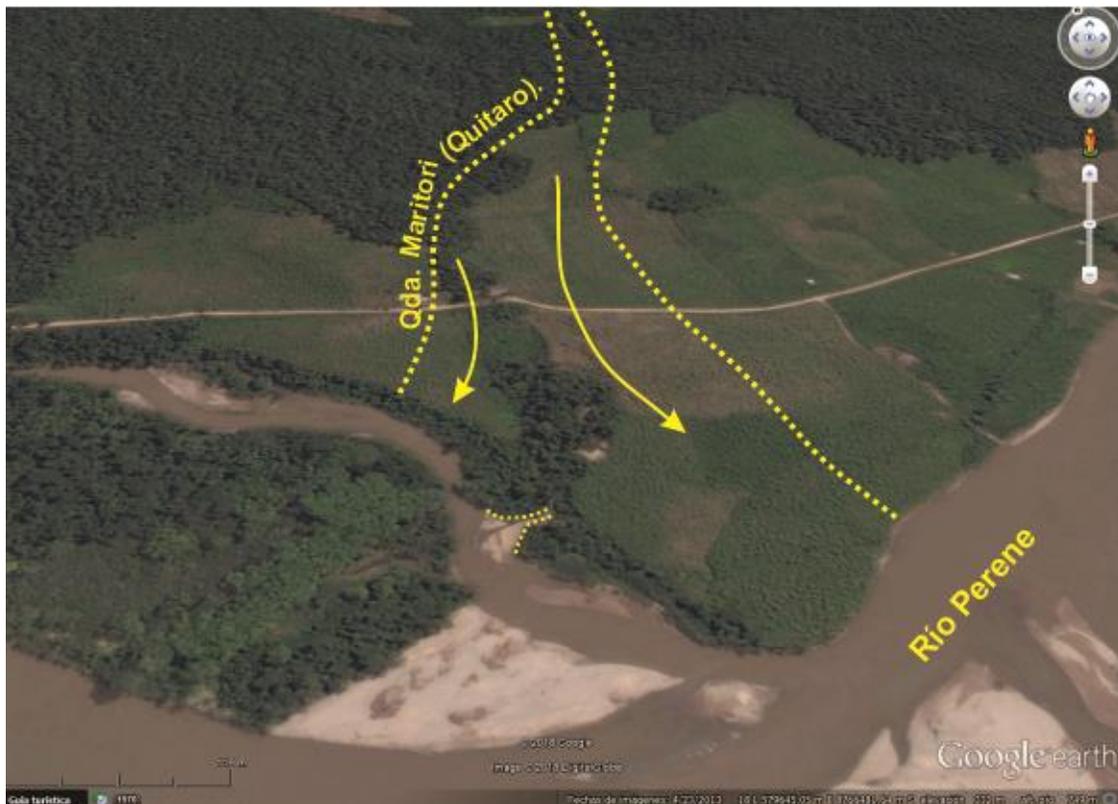


Figura 4, Muestra el área de influencia de la quebrada Maritori (Quitaro).



Foto 16. Cauce actual de la quebrada Maritori (Quitara).

- Quebrada 1 (S/N)

Se encuentra entre las coordenadas 580390 E, 8766592 N. Por el cauce de la quebrada se encontró la evidencia de bofedales, presenta un ancho de 80 m.

En la vía (trocha) que cruza el sector de la reubicación se observó una zona depresionada, que corresponde al ancho del cauce de la quebrada (foto 17).

De generarse un represamiento aguas arriba de la quebrada³, el desembalse generaría un huaico que afectaría seriamente al sector donde se proyecta reasentar.

Se tiene un suelo conformado por limo y arena. Se presentan filtraciones de agua (foto18), esto disminuye la cohesión del suelo, es decir es de mala calidad. En tiempo de lluvia por esta quebrada debe fluir agua.

Las lomadas tienen laderas con pendientes menores a 15° y cubiertas por vegetación

³ En zona de selva, los represamientos de las quebradas por derrumbes o deslizamientos, generan un desembalse es muy violento, donde llega a formar huaicos de grandes volúmenes.



Foto 17. Cauce de la quebrada 1 S/N.



Foto 18. Se aprecia la zona húmeda que se presenta en el cauce de la quebrada 1 S/N.

- Quebrada 2 (S/N)
Se encuentra en las coordenadas 580696 E y 8766518 N.
Es una quebrada menor, por las condiciones geológicas y geográficas existentes, podría presentarse la misma situación de la quebrada anteriormente descrita. Es decir, puede generar huaico, o procesos de erosiones de laderas.

b) Inundación

Hacia el río Perene, margen izquierda, se identificó una terraza inundable, la cual no debería ser ocupada para construcción de vivienda u otra actividad. Puede proyectarse un malecón con sus respectivas defensas ribereñas.

7.2 Medidas a considerar en la zona de reubicación

Por las condiciones geológicas, de evidencias de antiguos eventos en ciertas áreas de la zona de reubicación. Antes de ser habilitado el terreno de reubicación, se debe realizar lo siguiente:

- Para efectos de la ubicación de viviendas, estas solo deben ubicarse en la zona de lomadas, por ningún motivo los cauces de las quebradas o la zona inundable. Estas zonas son intangibles.
- El material que extraigan de los cortes de talud, debe ser eliminado a un botadero, no en el cauce de la quebrada o laderas de la lomada.
- Los botaderos de desmonte que se formen, nunca deben ser ocupados con fines urbanísticos.
- Realizar un drenaje pluvial en la futura zona de reubicación, para evitar la infiltración de agua al subsuelo. Estas deben ir hacia la zona de quebradas.
- Realizar un estudio geotécnico de suelos para determinar los tipos de cimentaciones y capacidad portante, para la construcción de las futuras viviendas.
- Las zonas de quebradas y zonas de inundación deben ser forestadas, con la finalidad de darle una mejor estabilidad al terreno. Al igual que las zonas aledañas.
- Las áreas colindantes los cauces de quebradas, deben reforestadas, con su respetiva canalización.
- No construir obras civiles, que causen el estrechamiento del cauce natural de las quebradas, es decir, las obras proyectadas tienen que respetar los cauces antiguos de las quebradas.
- En las zonas inundables, dar un margen de 100 m, para poder construir viviendas, el espacio que quede libre para la forestación.

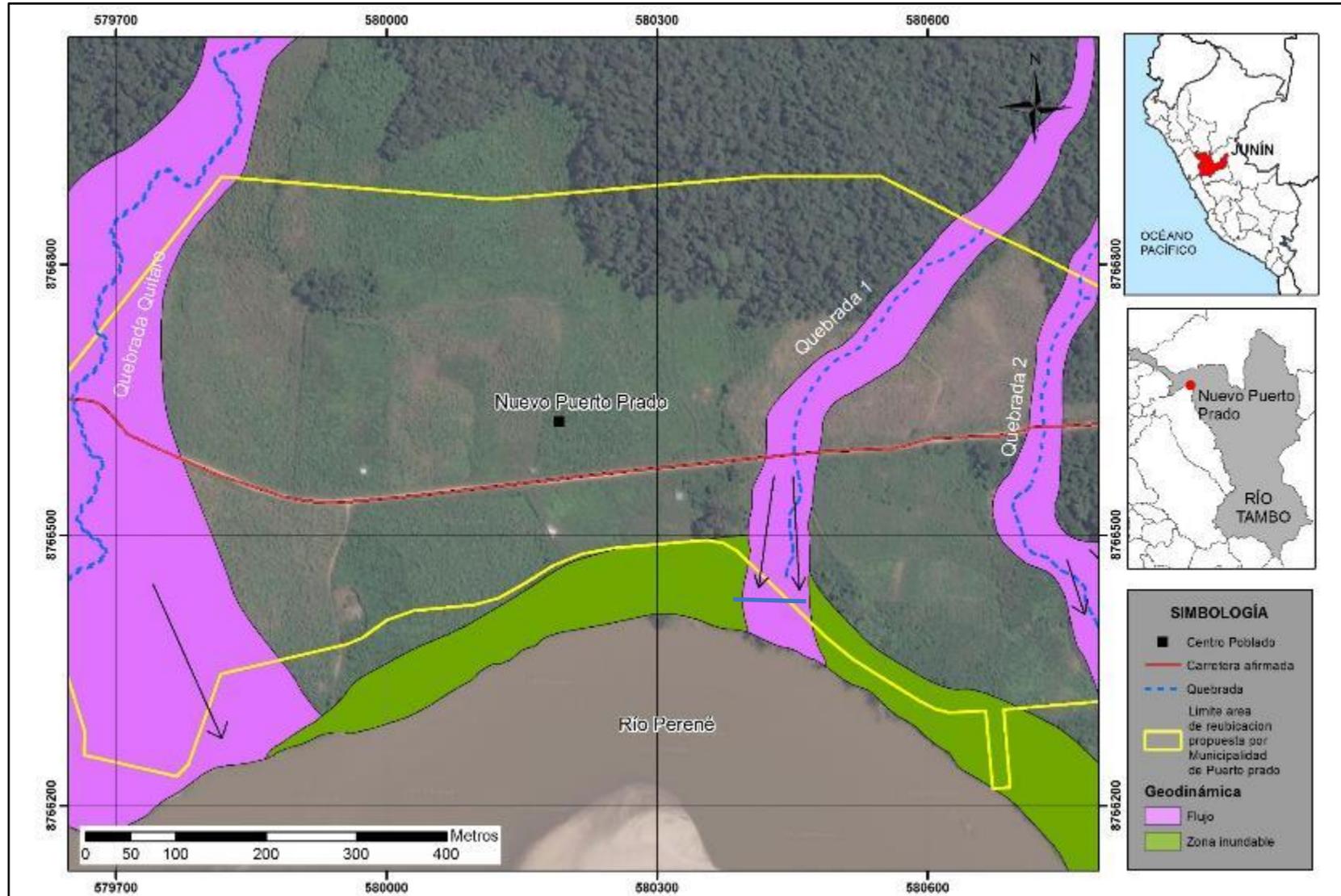


Figura 05: Mapa de peligros geológicos del área de reubicación propuesta por la municipalidad de Puerto Prado.

CONCLUSIONES

1) Para Puerto Prado

- a) En marzo del 2017 en Puerto Prado se presentaron intensas precipitaciones pluviales, que activaron las quebradas Canaán Edén y Meshashi y generaron huaicos, los eventos afectaron severamente al poblado Puerto Prado. Se considera de muy alto peligro y de peligro inminente ante la presencia de lluvias excepcionales
- b) Parte del centro poblado Puerto Prado se ubica sobre una terraza proluvial, rodeada de colinas y lomadas, la primera con pendiente menor de 25° y la segunda menor a 15°, unidades disectadas por quebradas.
- c) Se tienen terrazas de origen aluvial (proveniente del río Tambo) y proluvial (proveniente de los depósitos de huaicos), en esta última unidad se encuentra asentada la mayor parte de viviendas del poblado de Puerto Prado.
- d) Las causas de los flujos son:
 - Se tienen secuencias de lodolitas, limolitas y areniscas, la primera y segunda retienen el agua y la tercera permite su filtración. Las primeras se pierden su cohesión y se desestabilizan.
 - Aumento del peso de la masa inestable, por el exceso de agua filtrada.
 - Laderas con pendientes menores de 25°, con suelos conformados de limos, arcillas y de arenas, inconsolidados; ello permite que se desestabilicen cuesta abajo, que llegan a obstaculizar el cauce de la quebrada.
 - Es muy probable que, en las cuencas altas de las quebradas se formó un embalse por derrumbe o deslizamiento, que al romperse la presa generó el huaico. Esto, no es visible en la zona por la intensa vegetación.

El factor detonante, fueron las precipitaciones pluviales intensas.

2) Para la zona de reubicación

- a) La zona de reubicación propuesta por la Municipalidad de Río Tambo, se encuentra sobre lomadas, disectada por tres quebradas, entre las cuales la quebrada Meritori (Quitari) tiene actividad. Por lo que se considera de peligro alto que ante lluvias intensas se puede reactivar.
- b) Por lo observado en la imagen satelital y su comprobación en campo, sobre la quebrada Meritori (Quitari), se han presentado huaicos en el pasado geológico reciente, donde sus depósitos originaron cambios en el curso en río Perene, como un desvío ligero de la margen izquierda a la derecha, que tiene forma conoide. Las otras dos quebradas no muestran evidencias notorias de huaicos, pero por fines preventivos es necesario no ocupar sus cauces. Hay que tener en cuenta que se tiene en la zona un clima con precipitaciones intensas.

- c) En el cauce actual de la quebrada Quitaro, se aprecian depósitos inconsolidados, como gravas y bloques subangulosos a subredondeados de tamaño variable, envueltos en una matriz areno-arcillosa, dispuestos en forma caótica. Son productos de huaico.
- e) Las lomadas presentan laderas con pendientes menores de 15°, rocas tipo areniscas, limolitas y calizas, se encuentra altamente meteorizadas y mediamente fracturadas.
- f) El buzamiento de la roca está dispuesto en contra del talud de corte, permite una estabilidad de la zona a habilitar.
- g) Por las condiciones geológicas actuales del terreno, los sectores que cruzan las quebradas, pueden generar huaicos. Por ningún motivo deben ser ocupados con fines urbanísticos.

RECOMENDACIONES

1) Para Puerto Prado

- a) Realizar la reubicación de la zona afectada por los huaicos.
- b) La zona ubicada en la margen derecha de la quebrada Canaán Edén, podría ser afectada por un flujo de mayores dimensiones. Por ello tienen que reubicarse en forma paulatina.
- c) Reforestar la zona.
- d) No ocupar por ningún motivo las zonas afectadas por los huaicos.

2) Para la zona de reubicación

- a) Canalizar las quebradas, no ocupar las zonas de cauces.
- b) Por ningún motivo las zonas de quebradas deben ser ocupadas por viviendas, deben quedar como áreas libres, pueden ser forestadas con vegetación autóctona como árboles. Al igual que la zona inundable.
- c) Realizar un drenaje pluvial adecuado en la zona de reubicación para evitar la saturación del suelo a causa de las precipitaciones pluviales.
- d) Forestar toda la zona aledaña al área de reubicación, con la finalidad de darle una mejor estabilidad al terreno.
- e) Construir canal de coronación, que circunde el lado superior del área a reubicar, para derivar las aguas pluviales, así atenuar el humedecimiento del terreno destinado para la reubicación. La caída de agua debe ser hacia la zona de quebradas.

- f) Realizar un estudio geotécnico de suelos, en la zona de reubicación, para determinar la capacidad portante del suelo y así poder establecer el tipo de cimentación de las viviendas.
- g) El material que extraigan de los cortes de talud del terreno de reubicación (corte de laderas de la lomada), debe ser revertido a un botadero, no en la ladera ni en los cauces de las quebradas, para evitar posibles expansiones urbanas sobre estos rellenos.
- h) Los trabajos deben ser dirigidos y ejecutados por profesionales con conocimiento y experiencia en el tema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) Asociación LAGESA - C.F.G.S. (1997) - Geología de los Cuadrángulos de los cuadrángulos de Satipo y Puerto Prado. Lima - Perú, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 86. 250 p.
- b) Cruden, D. M. y Varnes, D. J. (1996) - Landslide types in processes, in 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.
- c) Instituto Nacional de Defensa Civil (2017) – Huayco en el Distrito de Río Tambo - Departamento Junín, en <https://www.indeci.gob.pe/objetos/alerta/MjY5Ng==/20170331231818.pdf>
- d) Núñez, S. (2016) - “Inspección geológica en el sector Puerto Prado”. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental. Informe Técnico N° A6716. 18 p.
- e) 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.

ANEXO

GLOSARIO DE TÉRMINOS

MOVIMIENTOS EN MASA: El término movimiento en masa, incluye todos los desplazamientos de una masa rocosa, de detrito o de tierra por efectos de la gravedad (Cruden y Varnes, 1996).

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos: la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal (ausencia de vegetación); combinados con factores extrínsecos: construcción de viviendas en zonas no adecuadas, construcción de carreteras, explotación de canteras. Se tiene como “detonantes” las precipitaciones pluviales extraordinarias y movimientos sísmicos.

FLUJO DE DETRITOS: Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada, Figura 6.

Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos. Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de “U”, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales. Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo (PMA-GCA-2007).

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido, y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hung, 2005).

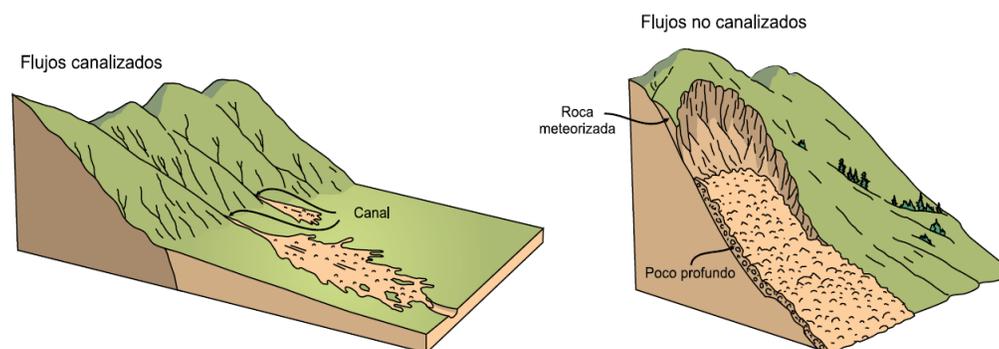


Figura 6: Esquema de flujos canalizados y no canalizados (Cruden y Varnes, 1996)