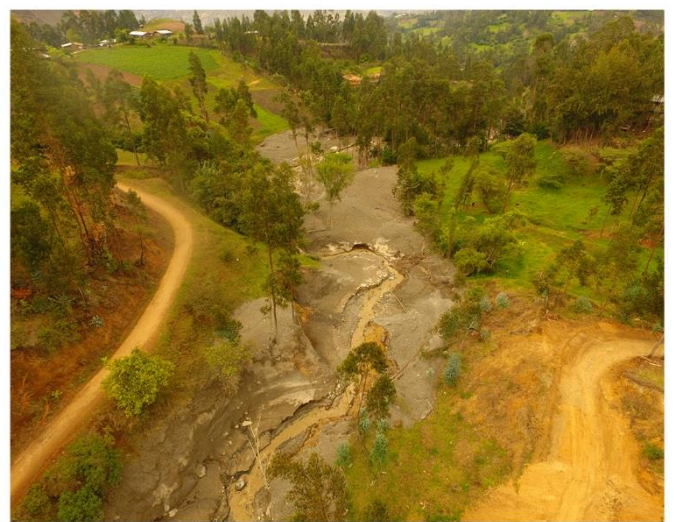


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7016

EVALUACIÓN POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA UNGULO

Región Piura
Provincia Huancabamba
Distrito Huancabamba



INDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. TRABAJOS PREVIOS.....	2
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	3
3.1 General.....	3
3.2 Específicos	3
4. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	3
5. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	5
6. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	6
6.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	6
6.2 Geoformas de carácter tectónico deposicional y agradacional.....	8
7 PELIGROS GEOLÓGICOS	8
7.1 Conceptos básicos	9
7.2 Evaluación de los peligros geológicos	12
7.3 Mapa de peligros geológicos	24
CONCLUSIONES.....	31
RECOMENDACIONES.....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMEN

En la quebrada Ungulo, ubicada en el distrito de Huancabamba, provincia de Huancabamba y región Piura; se ha identificado peligros por erosión de laderas, deslizamientos y flujo de detritos, este último afecta viviendas en la zona urbana del distrito de Huancabamba, generando zozobra en la población.

Con el objetivo de evaluar el peligro por flujo de detritos (huaico) que podría afectar a los pobladores del pueblo de Huancabamba por la reactivación de las quebradas Ungulo y Cajunga; entre los días 09 al 13 de diciembre del 2019, a solicitud del Gobierno Regional de Piura, se inspeccionó las quebradas en compañía de representantes de la municipalidad y lugareños.

El huaico del 07 de diciembre descendió de la parte alta de la microcuenca de la quebrada Ungulo y llegó a la ciudad de Huancabamba a las 15 horas, la masa transportada por el flujo ocupó por completo el ancho del cauce alcanzando una altura aproximada de 2.5 m, tapando por completo la luz del puente Ungulo ubicado en la calle Dos de Mayo; además, destruyó a su paso 05 viviendas, puentes peatonales, caminos y servicios básicos.

El huaico provino de la quebrada Cajunga y al llegar al ápice de su abanico, en su desembocadura en la margen izquierda de la quebrada Ungulo, depositó parte del material, luego se encauzó siguiendo la trayectoria de la quebrada Ungulo. En su recorrido erosionó las márgenes de la quebrada arrastrando árboles y bloques, alcanzando a la ciudad de Huancabamba donde causó graves daños. Finalmente, llegó hasta el río Huancabamba donde chocó contra la orilla sin llegar a represar el cauce.

Como resultado de la evaluación, se ha determinado que la quebrada Ungulo afectada por fenómenos de movimientos en masa, corresponde a una zona **crítica de peligro muy alto por deslizamientos y flujo de detritos**, ante la presencia de lluvias intensas o extraordinarias y movimientos sísmicos, pudiendo afectar gravemente la zona urbana de Huancabamba. Por ende, se deben tomar acciones inmediatas para prevenir o mitigar daños ocasionados por los peligros identificados, considerando ejecutar obras estructurales a fin de proteger las zonas urbanas, agrícolas y viales. Al ser un evento recurrente, que anteriormente ha causado daños según versiones de las autoridades y lugareños, se debe efectuar un estudio detallado, debiendo trabajarse a nivel de cuenca para solucionar el problema que anualmente se repite con las lluvias estacionales.

1. INTRODUCCIÓN

El Jefe de la Oficina Regional de Seguridad y Defensa Nacional del Gobierno Regional de Piura, Alfredo Santiago Valencia Godos, mediante Oficio N°489-2019/GRP-100043 de fecha 09 de diciembre del presente año, dirigido al Presidente Ejecutivo de INGEMMET, Ing. Henry Luna Córdova, solicitó la identificación de los peligros geológicos que podrían afectar a la ciudad de Huancabamba; debido a que, el 07 de diciembre del 2019 se originó un huaico (flujo de detritos) en la quebrada Ungulo a consecuencia de las lluvias intensas, que afectó a varias viviendas ubicadas en la parte baja de la zona urbana, áreas de cultivo y vías de comunicación.

En base a la evaluación de campo se puede señalar que el pueblo ubicado en el distrito de Huancabamba, se ve afectado por la recurrente reactivación de las quebradas Cajunga y Ungulo que generan flujos de detritos (huaicos) y comprometen las vías de acceso, terrenos de cultivo, así como la zona urbana ubicada en las márgenes de la quebrada. Según los trabajos realizados en campo, se puede determinar que en la parte alta de la quebrada Cajunga existen procesos de deslizamientos activos en dirección al cauce de la misma, así, existe un gran aporte de material a la quebrada Ungulo causando el represamiento del puente Ungulo y su desborde, afectando a los pobladores en la parte baja.

El presente reporte contiene la identificación y caracterización de los peligros geológicos recientes identificados en las zonas evaluadas, los cuales dieron origen a la ocurrencia del huaico. En este documento se emiten las conclusiones y recomendaciones pertinentes, que la Municipalidad provincial de Huancabamba debe tomar en cuenta para la prevención y mitigación de los procesos geológicos ocurridos, evitando así, futuros desastres que pongan en peligro la integridad física de los pobladores.

2. TRABAJOS PREVIOS

La zona evaluada está incluida en el área de estudio de trabajos de geología y peligros de escala regional y local, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- a) Informe Técnico - Geología Ambiental, "Zonas críticas por peligros geológicos en la Región Piura - Primer Reporte – INGEMMET (Vilchez *et al.*, 2009), menciona que, flujo de detritos que discurre por la quebrada Ungulo, puede afectar viviendas ubicadas en las márgenes de la quebrada y la carretera que conduce a Sondor.
- b) Boletín N° 52 Serie C: "Riesgo Geológico en la Región Piura" - INGEMMET, (Vilchez *et al.*, 2013). Describe el flujo de detritos que discurre por la quebrada Ungulo, la cual ha sido encausada aguas abajo. Se ha colocado un pontón y defensas de concreto en la margen derecha de la quebrada para proteger las viviendas que se encuentran muy cerca del cauce, en la margen izquierda, presenta flujos de tierra que aportan material. El empuje de estas tierras avanza progresivamente reduciendo el ancho del cauce de la quebrada. Se recomienda limpieza del cauce de la quebrada y prohibir construcción de viviendas cerca las márgenes.

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

3.1 General

- Evaluar los peligros geológicos en los sectores en el distrito de Huancabamba, provincia de Huancabamba y región Piura.

3.2 Específicos

- Cartografiar e identificar los peligros geológicos en la zona afectada.
- Determinar los factores condicionantes y detonantes de los diferentes peligros geológicos.
- Recomendar acciones de prevención y/o mitigación de los peligros identificados.

4. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La zona de estudio se localiza al sur del distrito de Huancabamba, provincia de Huancabamba, región Piura (figura 1), sobre los 1850 m s.n.m., en las coordenadas WGS84 – 17S: 673629 E; 9422048 N.

Se accedió por la siguiente ruta: Cajamarca – Chiclayo – Huancabamba, teniendo el itinerario siguiente (Cuadro 1):

Cuadro N° 1: Itinerario de viaje

DIA	RUTA A SEGUIR	Km	TIPO DE VÍA
01	Cajamarca – Lambayeque	315	Asfaltada
02	Lambayeque – Palambra Palambra - Huancabamba	342	Asfaltada Carretera afirmada
03	Huancabamba	30	Calles asfaltadas y trocha carrozable.
04	Huancabamba – Palambra Palambra - Chiclayo	362	Carretera afirmada Asfaltada
05	Chiclayo-Cajamarca	303	Asfaltada

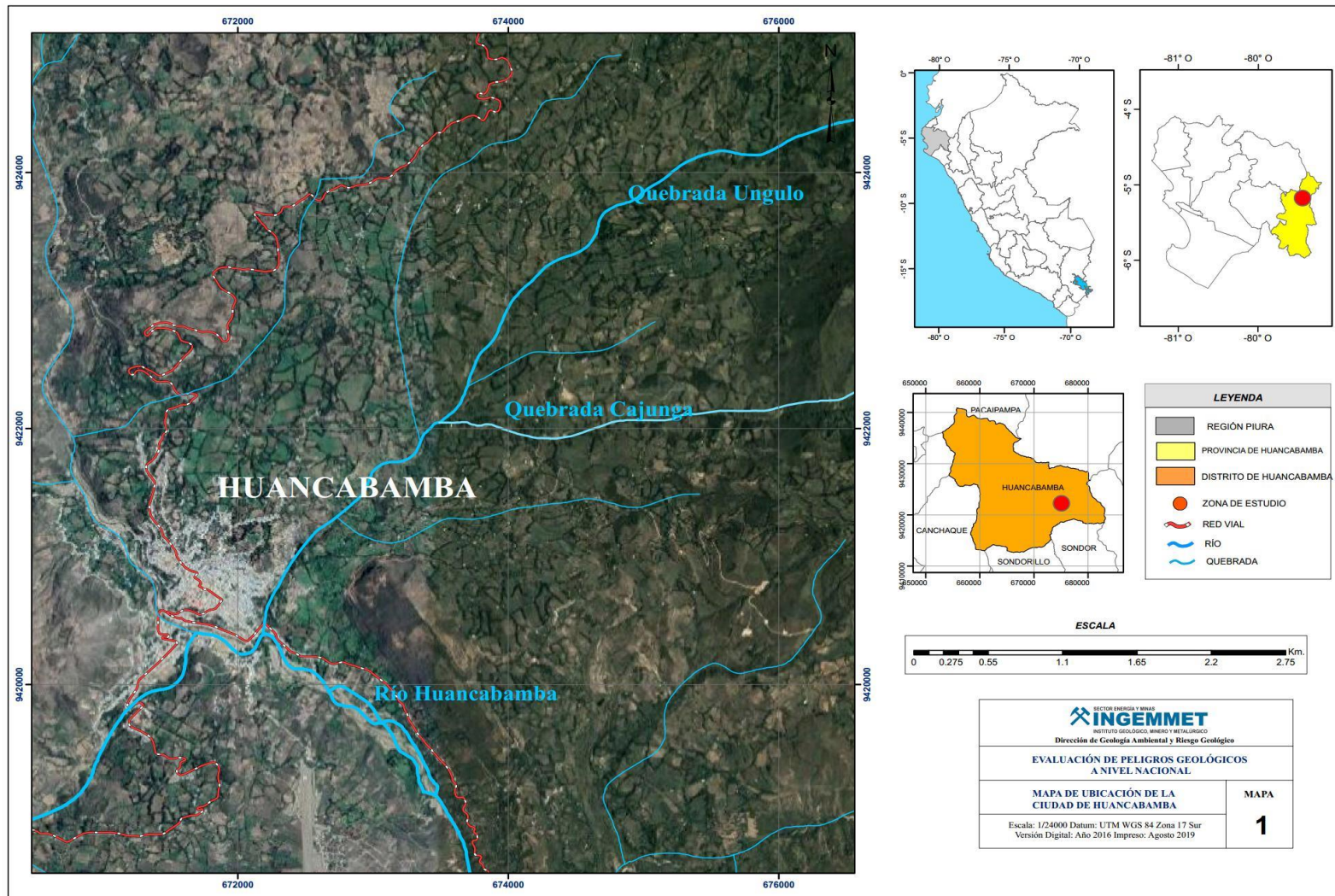


Figura 01: Mapa de ubicación de la ciudad de Huancabamba y la quebrada Ungulo.

5. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló teniendo como base el Boletín N° 39, Serie A, Geología del cuadrángulo de Huancabamba - Hoja: 11 – e (Reyes & Caldas, 1987), donde indican que en la zona de estudio afloran rocas metamórficas tipo filitas, depósitos Cuaternarios (aluviales y coluviales) y rocas volcánicas. En la zona de estudio, encontramos la siguiente litología:

- **Grupo Salas**
Encontramos una secuencia de rocas metamórficas, constituidas principalmente por filitas lustrosas de color gris y pizarras manchadas, ver figura 02.
- **Formación Río Seco**
Conformada por cuarcitas gris oscuras a negruzcas, recristalizadas con segregaciones de cuarzo lechoso como relleno de fracturas, intercalada con filitas lustrosas gris blanquecinas a blanco amarillentas y pizarras lustrosas.
- **Volcánico Llama**
Presenta bancos de brechas piroclásticas andesíticas, gris violáceas intercaladas con niveles de tobas.
- **Depósitos coluviales**
Depósitos poco consolidados que están constituidos principalmente por niveles de clastos angulosos heterométricos con matriz arenolimososa, son deleznable y permeables, favoreciendo el arranque del material que se moviliza como flujo.



Figura 02: Vista de afloramientos de filitas en las márgenes de la quebrada Cajunga, nótese que estrecha su cauce.

6. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La quebrada Cajunga es tributaria de la quebrada Ungulo, que a su vez confluye en el río Huancabamba. Las pendientes de ambas quebradas decrecen progresivamente desde las cabeceras hasta su desembocadura, lo que le confiere al perfil una curva cóncava. Las cabeceras de las quebradas están ubicadas en zonas montañosas correspondientes a la Cordillera Occidental y desembocan en el valle del río Huancabamba.

Para la determinación de las unidades geomorfológicas en la zona evaluada, se tuvo en cuenta algunos aspectos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación tomando en cuenta para la clasificación de las unidades geomorfológicas, la publicación de Villota (2005), tenemos:

Tabla 2: Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Sub Unidad
Montañas	Relieve montañoso en rocas volcánico – sedimentaria RM – rvs
	Relieve Montañoso en rocas metamórficas RM – rm
Unidades geomorfológicas de carácter deposicional y agradacional	
Unidad	Sub Unidad
Planicies y depresiones	Terraza Indiferenciada T-i

6.1 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 las siguientes unidades:

Unidad de montañas

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

Sub Unidad de Relieve montañoso en rocas metamórficas (RM-rm)

Está conformada por laderas de montañas, modelada en rocas metamórficas, presentando fuertes pendientes, que varían entre los 25° a 40°, muy susceptible a la formación de movimientos en masa, como deslizamientos, esta geoforma la encontramos en la parte media y alta de la quebrada Cajunga, (fotografía 1).

Este sector presenta pendientes muy variables de moderada a fuerte, es donde se originan los movimientos en masa, deslizamientos, erosión de laderas, lo cuales tienen dirección hacia la quebrada.



Fotografía 1: Muestra la sub unidad de Relieve montañoso en rocas metamórficas en la parte media de la quebrada Cajunga.

Sub unidad de Relieve montañoso en rocas volcánico – sedimentaria

Correspondientes a montañas ubicadas en la parte media baja de la quebrada Cajunga encontrando en este sector material volcánico y depósitos sedimentarios, en esta unidad se observan pendientes entre los 20° a 30°, (fotografía 2).



Fotografía 2: Muestra la sub unidad de Relieve montañoso en rocas volcánico sedimentarias en la parte media – baja de la quebrada Cajunga.

6.2 Geoformas de carácter tectónico deposicional y agradacional

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.

Unidad de planicies

Sub unidad de Terrazas Indiferenciadas

Valles tributarios de cauce angosto, que discurren cortando la cordillera occidental de los Andes, donde no ha sido posible diferenciar el fondo de valle, las terrazas y llanuras de inundación, esta sub unidad la encontramos en la parte baja de la quebrada Ungulo, ver fotografía 3.



Fotografía 3: Muestra la sub unidad de terraza indiferenciada, ubicada en la parte baja de la quebrada Ungulo.

7 PELIGROS GEOLÓGICOS

El incremento del caudal de las quebradas constituye un proceso natural, en las cuales las quebradas habilitan su cauce. Cualquier alteración producida por cambios bruscos puede originar desastres cuando los caudales y la carga superan la capacidad de sus cauces.

Es importante mencionar que el origen más frecuente de los flujos de detritos son las lluvias cortas de gran intensidad o lluvias prolongadas de baja o gran intensidad. La ocurrencia de huaicos (flujos de detritos) se caracteriza por tener un tiempo o periodo de retorno, en el que desborda su cauce inundando superficies en las márgenes. Según versión de los pobladores este último huaico en la quebrada Ungulo ha tenido lugar después de aproximadamente 36 años.

A continuación, se describe el marco conceptual de algunos conceptos básicos relacionados a los peligros identificados en la zona evaluada.



Figura 3: Vista de las viviendas ubicadas en el cauce de la quebrada Ungulo y en las márgenes del mismo que han sido gravemente afectadas por el huaico.

7.1 Conceptos básicos

A continuación, se definen algunos conceptos básicos referentes a peligros geológicos que serán utilizados en el presente informe.

Deslizamiento

Es un movimiento ladero abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

Deslizamiento Rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava, ver figura 4. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

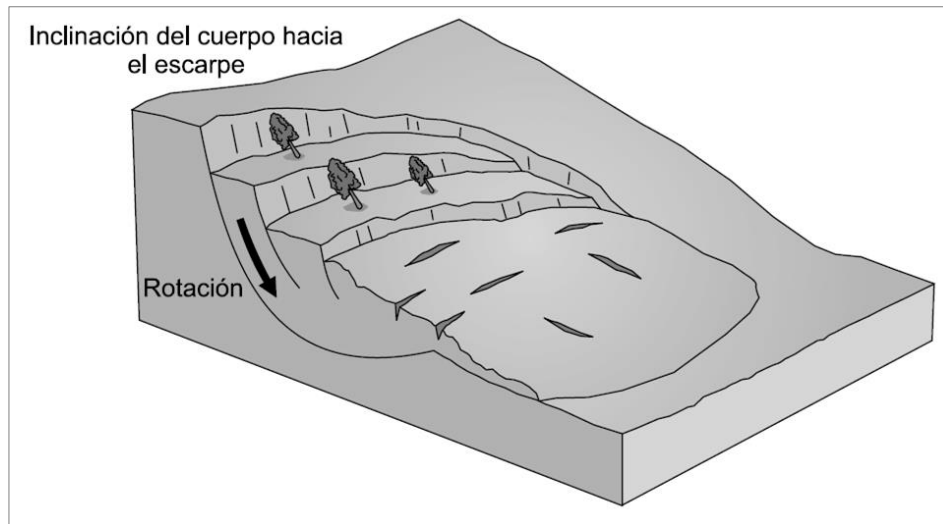


Figura 4: Esquema de un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos.

Cárcavas

Las incisiones que constituyen las cárcavas, se ven potenciadas por avenidas violentas y discontinuas, lluvias intensas o continuas sobre terrenos desnudos o por la concentración de flujos superficiales fomentados por obras de drenaje de caminos o carreteras.

En general, los cursos de agua fluctúan hacia un punto de equilibrio, de forma que, si el caudal se incrementa, el canal se ensanchará, profundizará o incrementará su pendiente hasta conseguirlo, y sólo podrá recuperar su estado original si las alteraciones son leves; pero si la cárcava comienza, será necesario un esfuerzo de mayor magnitud para conseguir volver a esa situación inicial. En la denominada erosión por cárcavas, el escurrimiento superficial es grande y con elevada energía erosiva, de forma que se concentra dando lugar a surcos o cárcavas que pueden alcanzar decenas de metros, tanto en dimensión longitudinal como altitudinal.

La FAO (1967) describe el crecimiento de las cárcavas como el resultado de la combinación de diferentes procesos, los cuales pueden actuar de manera aislada. Estos procesos comprenden:

- Erosión en el fondo o en los lados de la cárcava por la corriente de agua y materiales abrasivos (fragmentos de roca o partículas de suelo).
- Erosión por el agua de escorrentía que se precipita en la cabecera de la cárcava y que ocasiona la regresión progresiva de ésta.
- Derrumbes en ambos lados de la cárcava por erosión de las aguas de escorrentía.

Las cárcavas inicialmente tienen una sección transversal en forma de “V” pero al presentarse un material más resistente a la erosión o interceptar el nivel freático, se extienden lateralmente, tomando una forma en “U” (figura 5).

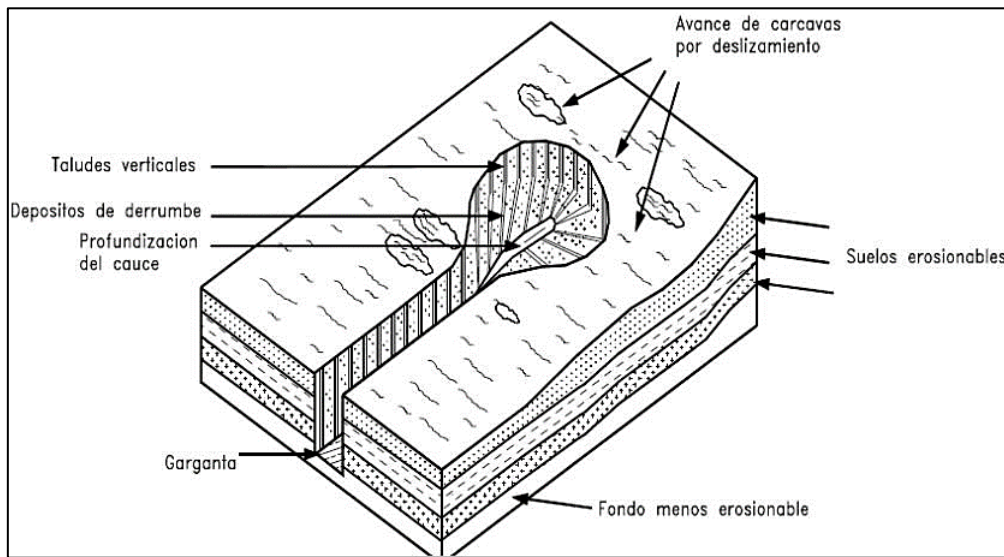


Figura 5: Esquema general de una cárcava. Tomado de Suárez (1998).

Flujo

Según Varnes (1978), un flujo es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco (ver figura 6). En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída.

Flujo de Detritos (Huaico)

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. 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.

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 (GEMMA, 2007). Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.

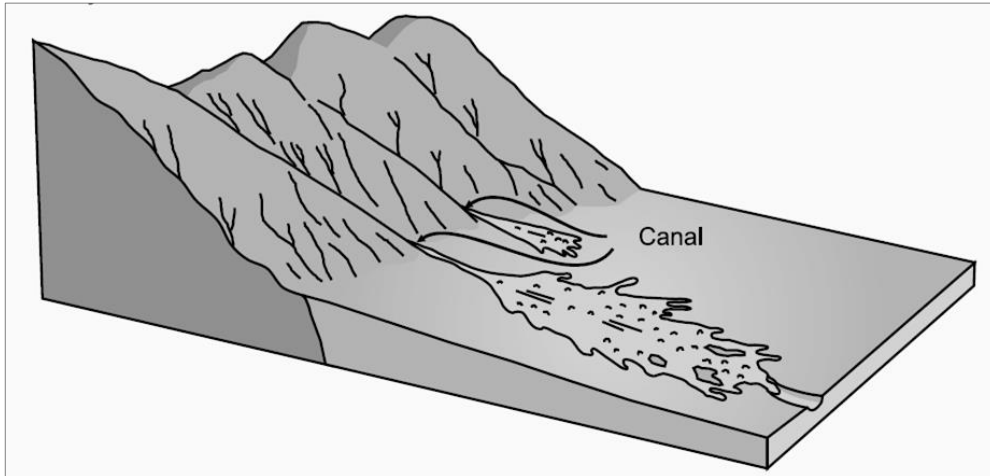


Figura 6: Esquema de un flujo canalizado (Cruden y Varnes, 1996).

7.2 Evaluación de los peligros geológicos

Vilchez et al (2014), menciona que la ciudad de Huancabamba, es considerada como zona crítica por deslizamiento y flujos de detritos (huaico).

La ausencia de una planificación territorial adecuada en la ciudad de Huancabamba, ha llevado al asentamiento de viviendas no solo en las márgenes de la quebrada Ungulo sino dentro del cauce (figura 03); es decir, muchas edificaciones se emplazaban sobre depósitos provenientes de antiguos huaicos.

Se describen los peligros geológicos activados recientemente.

- a. En el trayecto de las **quebradas Cajunga** (en la cual se originó el huaico) y **Ungulo**, la litología presente es de susceptibilidad muy alta a ser erosionada por el agua de lluvia, por ello, en las márgenes de las quebradas se han identificado procesos de erosión en cárcavas y deslizamientos (figuras 7 al 13).



Figura 7: Vista de la zona de nacimiento de la quebrada Cajunga. Obsérvese erosión por cárcavas en la ladera ubicada hacia la margen izquierda.



Figura 8: Vista de la zona de nacimiento de la quebrada Cajunga. Obsérvese erosión por cárcavas en la ladera ubicada hacia la margen izquierda.



Figura 9: Vista de afloramientos de filitas en las márgenes de la quebrada Cajunga, nótese que estrecha su cauce.

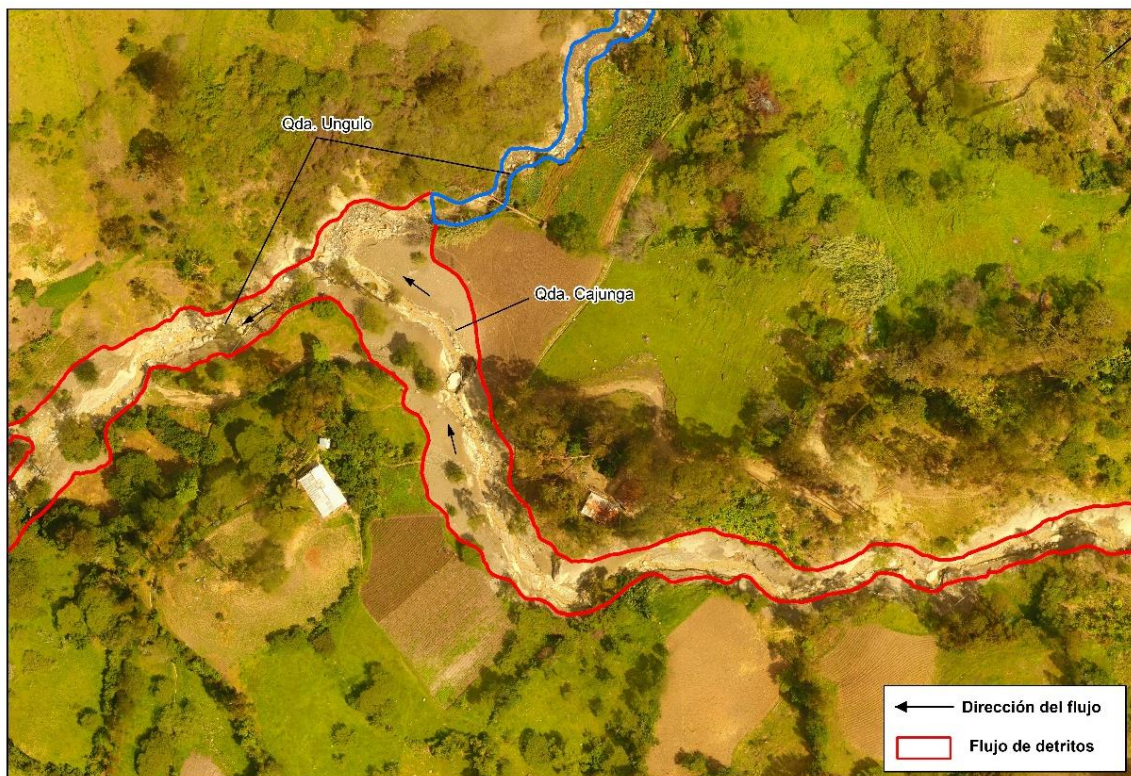


Figura 10: Vista de la quebrada Cajunga, tributario principal de la quebrada Ungulo. Nótese que el flujo de detritos provino de la quebrada Cajunga y luego se encauzó por la quebrada Ungulo.



Figura 11: Deslizamiento activo de material coluvial en la margen derecha de la quebrada Cajunga que aporta material que se moviliza como flujo.



Figura 12: Deslizamiento activo de material coluvial en dirección de la quebrada. Nótese las numerosas escarpas que indican el desplazamiento continuo.



Figura 13: Proceso de erosión en cárcava en la ladera ubicada en la margen izquierda con orientación hacia la quebrada Cajunga.

- b. El origen del huaico tuvo lugar en la quebrada Cajunga, en la cual el flujo alcanzó alturas de hasta 5 metros, (figura 14).



Figura 14: Vista del curso medio de la quebrada Cajunga. Obsérvese que en este sector la quebrada ha alcanzado alturas de hasta 5 metros y es visible la zona inundada.

- c. El material transportado por el huaico proveniente de la quebrada Cajunga desembocó en la margen izquierda de la quebrada Ungulo y se depositó gran parte del material para luego encauzarse siguiendo la trayectoria de la quebrada Ungulo, ver figura 15.



Figura 15: Vista de la quebrada Ungulo desde la ciudad de Huancabamba. Nótese que en esta zona el flujo de detritos alcanzó 2.5 metros de altura.

- d. En la ciudad de Huancabamba el flujo ocupó todo el cauce de la quebrada Ungulo alcanzó una altura aproximada de 2.5 metros.
- e. Estrechamiento del cauce en la Av. Dos de Mayo (Huancabamba), debido a la construcción de viviendas en las márgenes de la quebrada Ungulo, ver figura 16.
- f. Desborde del flujo en la intersección de las avenidas Dos de Mayo y Morropón, que obturó completamente la luz del puente Ungulo y destruyó a su paso varias viviendas ubicadas en el cauce y márgenes de la quebrada.



Figura 16: Vista de las viviendas afectadas en la zona urbana de la ciudad de Huancabamba. En el círculo rojo, se delimitan las moradas que se han construido en las márgenes de la quebrada Ungulo.

Quebrada Cajunga

Debido a las lluvias intensas en la parte media y alta de la microcuenca de la quebrada Cajunga, se activaron varios deslizamientos, que aportaron material suelto al cauce de la quebrada como, bloques de roca, restos de árboles y sedimentos que se incorporaron a la masa del flujo (figura 17) ocasionando el represamiento en varios sectores; lugares en donde el cauce es estrecho por la presencia de afloramientos de roca masiva en ambas márgenes. Este represamiento permite que el huaico llegue a superar los cinco metros de altura en ambas márgenes, arrancando material en las zonas de pendiente pronunciada y depositando material en las zonas de baja pendiente.

En el trayecto de la quebrada Cajunga se evidencian varios procesos de erosión de laderas y deslizamientos activos en los cuales han caído varios árboles con dirección a la quebrada, los cuales podrían nuevamente causar su embalse pudiendo desencadenar otro huaico, el cual se encauzaría siguiendo el trayecto de la quebrada principal Ungulo, llegando hasta la ciudad de Huancabamba y pudiendo afectar nuevamente a la población asentada en el cauce y márgenes de la quebrada.



Figura 17: Confluencia de la quebrada Cajunga y Ungulo, donde la quebrada Cajunga ha depositado gran parte del material debido a la baja pendiente, nótese la presencia de bloques acarreados por el flujo (señalados con línea roja).

Quebrada Ungulo

Esta quebrada recibió el material que acarreo la quebrada Cajunga (figura 18 y 19). El huaico en el sector Cerro Colorado causó socavación de la ribera (en ambas márgenes) de la quebrada donde se tiene viviendas asentadas sobre depósitos inconsolidados (figuras 20, 21 y 22). En este sector también se aprecia el estrechamiento de la quebrada que permitió la elevación y fuerza de arrastre del material transportado.

En la parte baja de la quebrada Ungulo, el flujo de detritos llegó a transportar bloques de roca de diferente tamaño como también, restos de troncos de árboles, ocasionado represamiento al paso del material sobre el puente Ungulo¹ (figuras 23 y 24). A consecuencia del taponamiento, se originó el rebalse del material transportado por el huaico hacia ambas márgenes de la quebrada, de esta forma fueron afectadas las viviendas ubicadas en ambas márgenes de la quebrada y el puente (impidiendo el tránsito vehicular, ver fotografías 4, 5 y 6). Finalmente, el material transportado por el flujo llegó hasta el río Huancabamba, por donde discurrió libremente, no llegando a represar su cauce.



Figura 18: Sector Cerro Colorado, flujo de detritos en ambas márgenes aguas abajo de la quebrada Ungulo.

¹ Ubicada en la zona urbana de Huancabamba.



Figura 19: En la margen izquierda de la quebrada Ungulo se observa que el material transportado alcanzó alturas promedio entre 3 y 4 m, socavando la ribera.



Figura 20: Viviendas ubicadas en la margen derecha, que pueden ser afectadas ante la ocurrencia de un nuevo evento.



Figura 21: Vivienda que puede colapsar por la erosión de la margen izquierda de la quebrada. Vista tomada desde el puente Cerro Colorado.



Figura 22: Escarpe de un deslizamiento, el evento ha afectado un muro artesanal.



Figura 23: Sector Cerro Colorado, se puede observar la huella del flujo de detritos – huayco, con una altura de hasta 3 metros, así como el estrechamiento del cauce, presencia de clastos y bloques en el lecho de la quebrada. Nótese un tronco obstruido en la zona más estrecha.



Figura 24: Material acarreado por el flujo de detritos (huayco), obstruye el Puente Ungulo, y el material transportado pasa sobre él, destruyendo y afectando viviendas encontradas en su en ambas márgenes de su trayecto.



Fotografía 4: Vivienda colapsada por arrastre de material del huaico.



Fotografía 5: Material transportado por el huayco afecta vivienda, dejándola en condición de inhabitable.



Fotografía 6: Flujo de detritos en la calle Dos de Mayo.

7.3 Mapa de peligros geológicos

En las figuras 25 (Mapa 2-A), 26 (Mapa 2-B), 27 (Mapa 2-C), 28 (Mapa 2-D) y 29 (Mapa 2-E) se presentan los mapas de peligros geológicos de la zona evaluada. Para una mejor visualización se separó los mapas en:

Cuenca Alta - Quebrada Cajunga

El flujo de detritos tuvo su origen en la cuenca alta de la quebrada Cajunga en el sector denominado Cabeza en donde se identificó procesos de deslizamientos activos y erosión de laderas muy pronunciadas (ver Mapa 2-A); el material acumulado en el cauce de la quebrada, producto de los procesos de movimiento en masas y los escombros (restos de árboles) ocasionaron el represamiento del flujo en los lugares más estrechos y posteriormente debido a la presión del material un desembalse que le permitiera ganar velocidad y capacidad erosiva. Los procesos de deslizamientos activos en este sector podrían ser detonados nuevamente con la presencia de lluvias intensas originando un flujo de detritos de mayor envergadura.

Cuenca Media – Quebrada Cajunga

En el sector denominado Tierra Negra - Cataluco, debido al incremento de la velocidad del flujo, la erosión de las laderas en ambos márgenes de la quebrada es muy pronunciada habiendo generado el incremento del volumen del flujo, donde se puede apreciar que llega a alcanzar hasta los 5 metros de altura respecto al nivel del cauce natural hasta llegar a la quebrada Ungulo (ver Mapa 2-B).

Cuenca Baja – Quebrada Cajunga

Se incrementa la velocidad y la capacidad erosiva en la parte baja de la quebrada debido al aumento de la velocidad del flujo, se identificó procesos de deslizamientos activos en las márgenes de la quebrada (ver Mapa 2-C).

Cuenca Baja – Quebrada Ungulo

El flujo de detritos ingresa a la quebrada Ungulo en la parte baja del sector Cataluco, superando en muchos caso la altura de las riberas, invadiendo zonas de cultivo y depositándose en la zonas de menor pendiente, debido a la presencia de agua de la quebrada Ungulo, el acarreo del material origina el taponamiento del puente Ungulo, ocasionando el desborde y la destrucción de las viviendas aledañas (ver mapa 2-D), finalmente llega hasta el río Utcubamba sin llegar a represar su cauce (ver mapa 2-E).

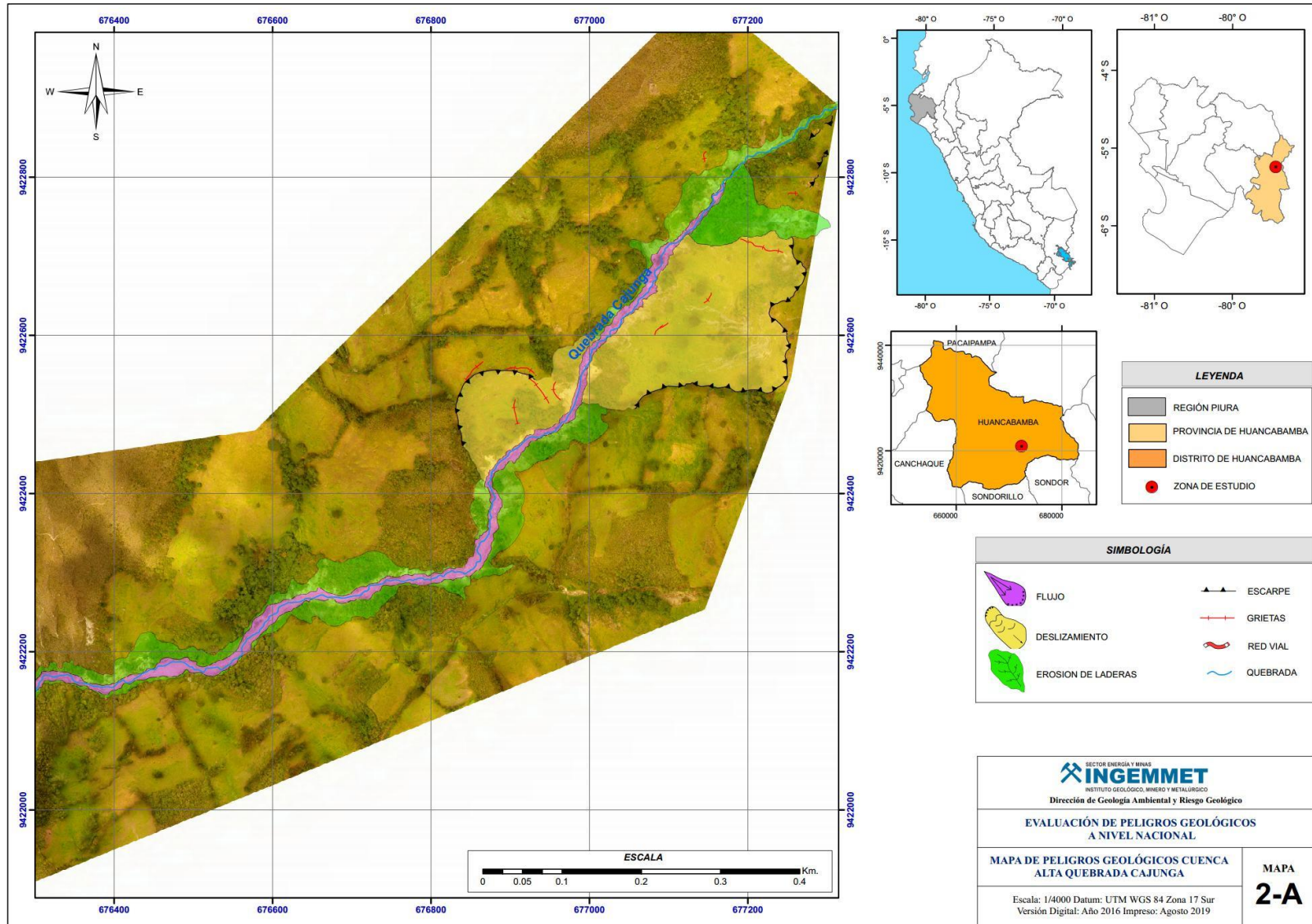


Figura 25: Mapa de peligros geológicos de la ciudad de Huancabamba. Mapa: 2-A

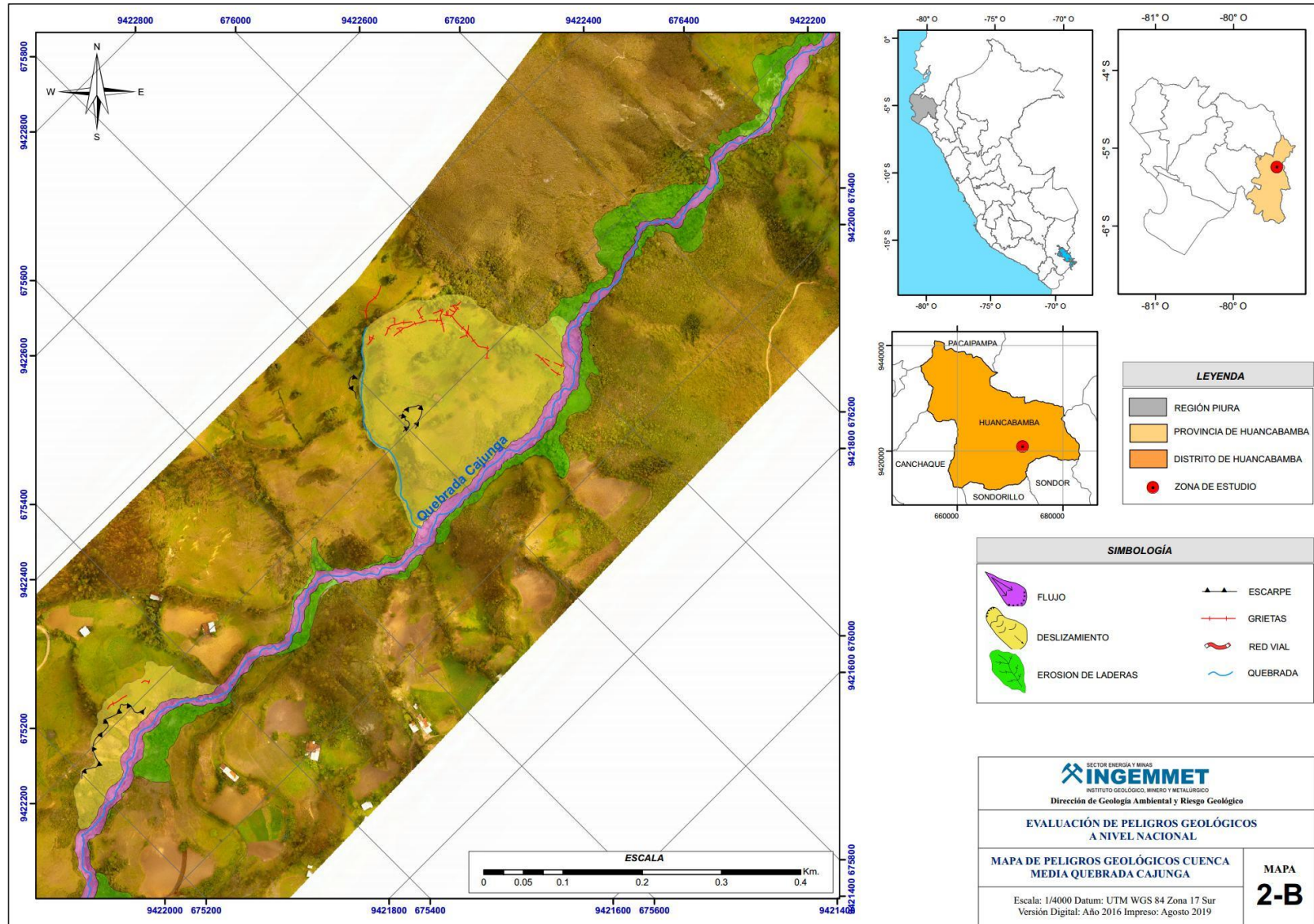


Figura 26: Mapa de peligros geológicos de la ciudad de Huancabamba. Mapa: 2-B

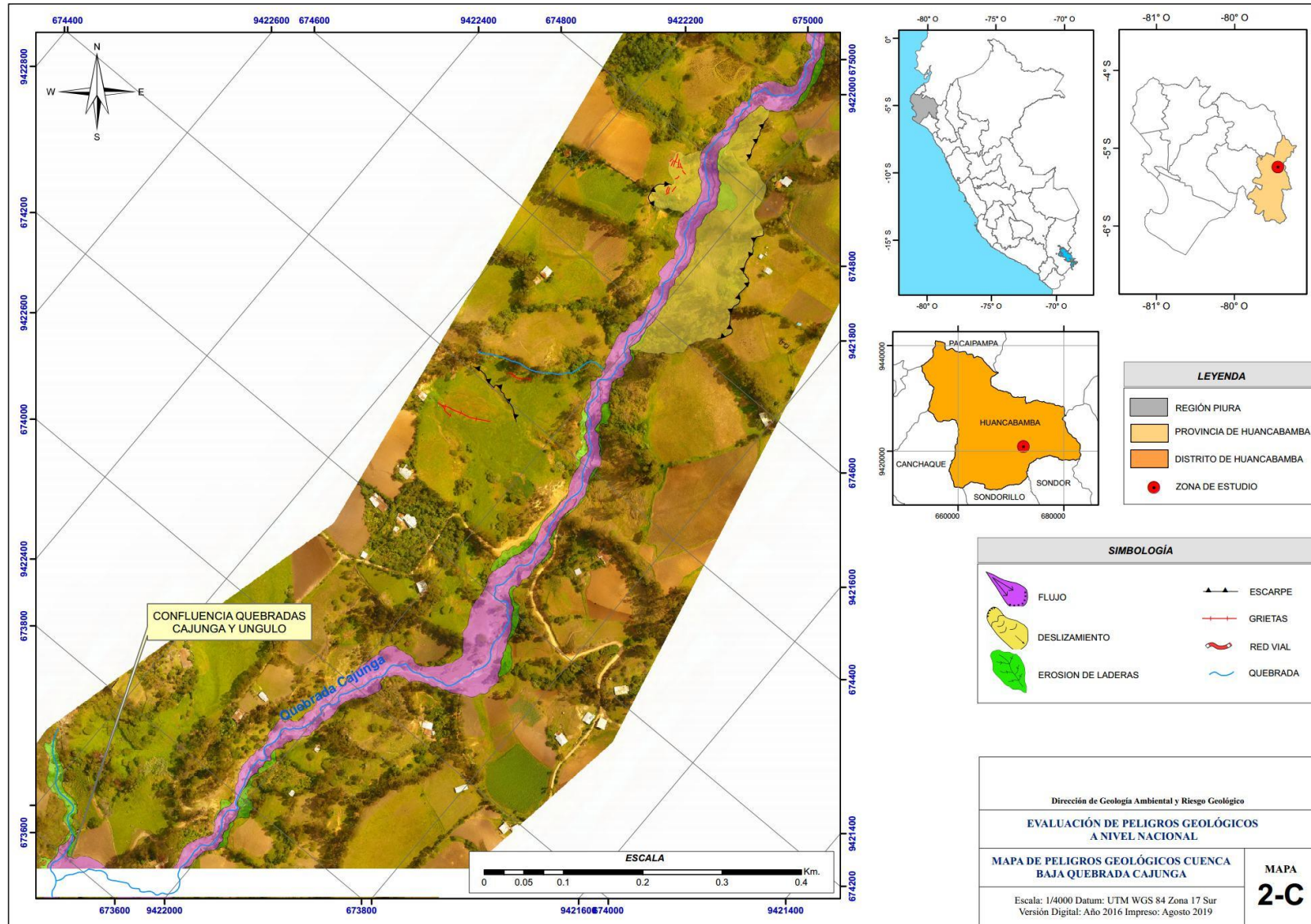


Figura 27: Mapa de peligros geológicos de la ciudad de Huancabamba. Mapa: 2-C

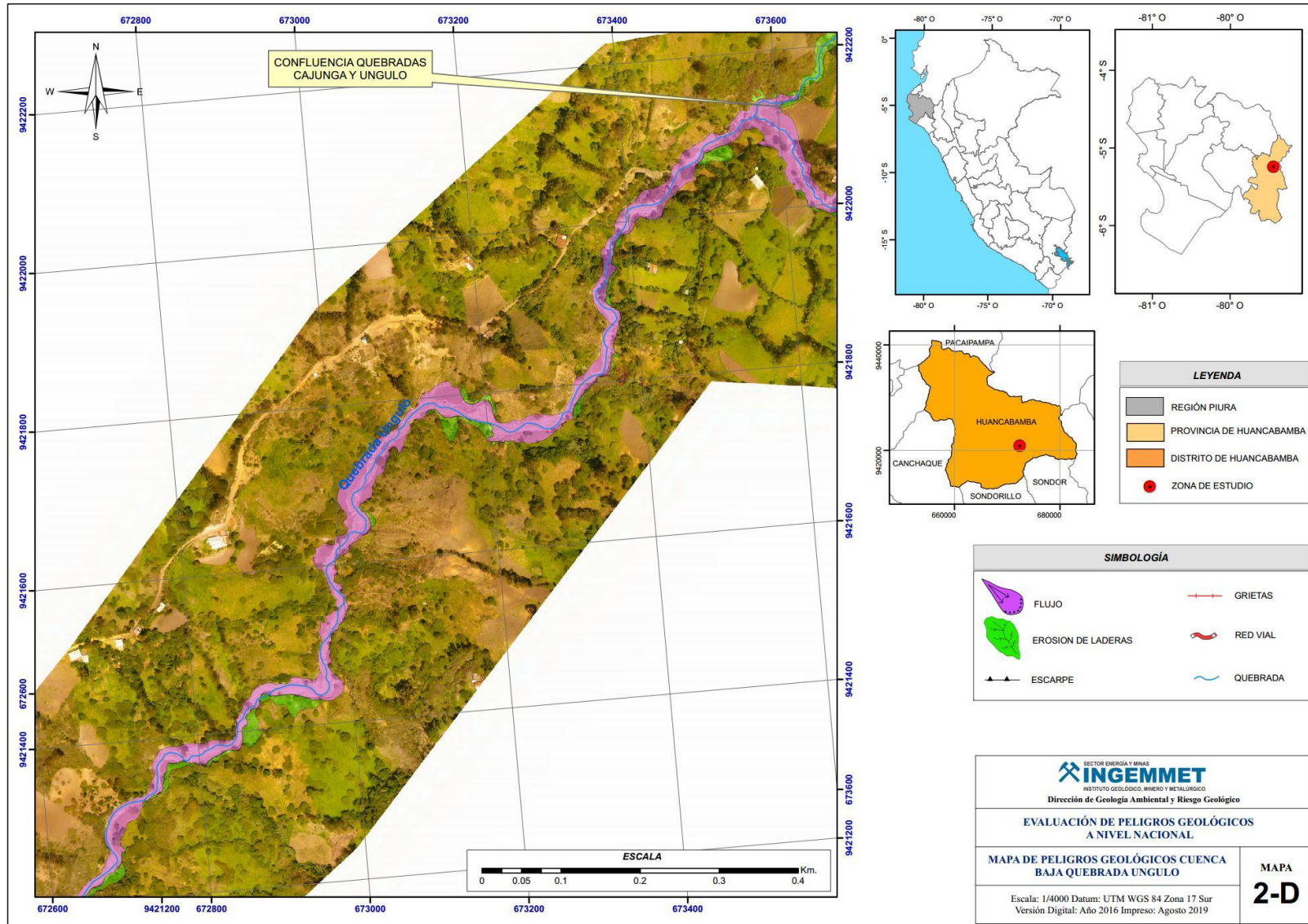


Figura 28: Mapa de peligros geológicos de la ciudad de Huancabamba. Mapa: 2-D

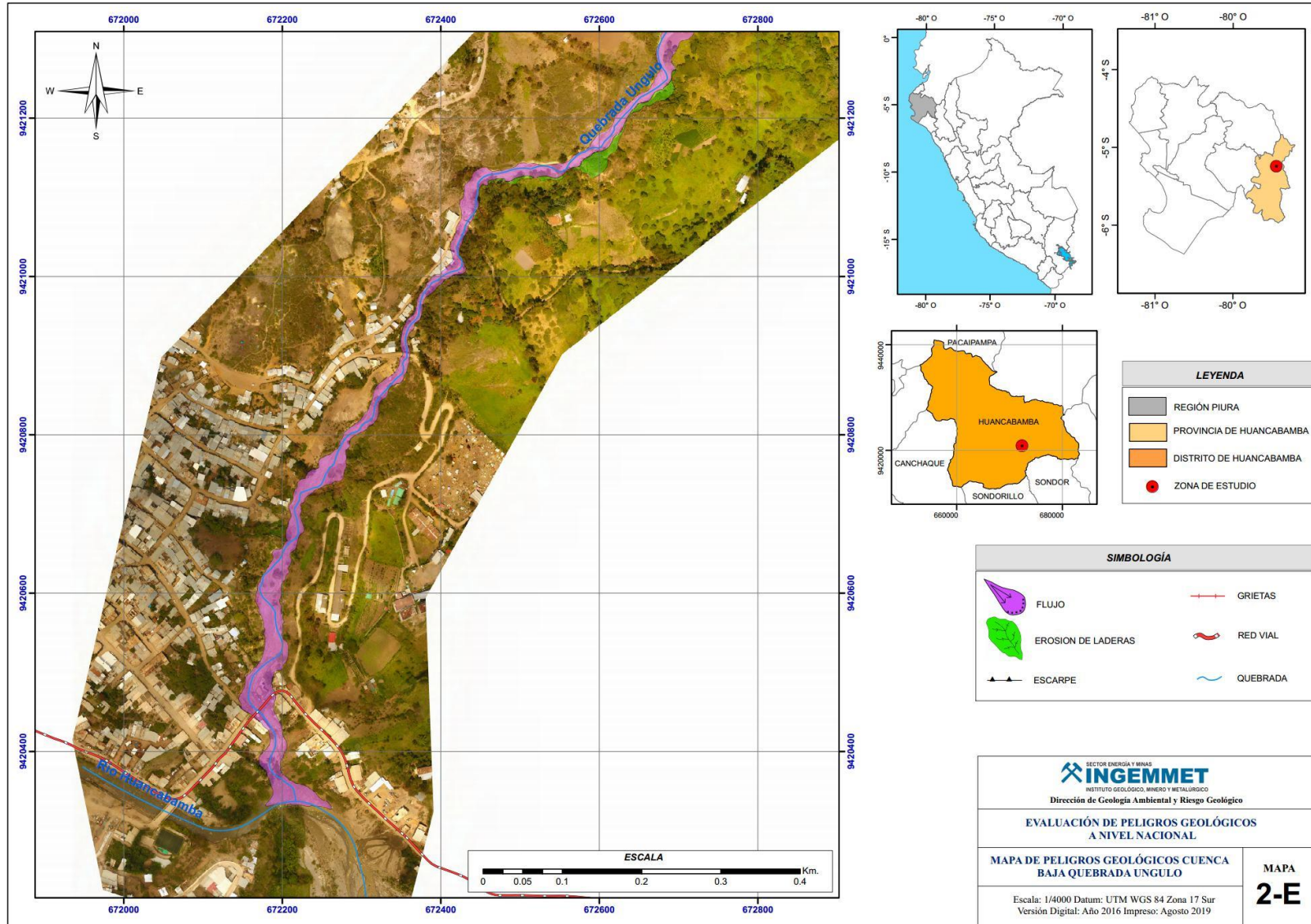


Figura 29: Mapa de peligros geológicos de la ciudad de Huancabamba. Mapa: 2-E

CONCLUSIONES

- a) El 07 de diciembre del 2019, se generó un huaico que afectó a la ciudad de Huancabamba que afectó las viviendas ubicadas en las Avenidas Dos de Mayo y Morropón, este proceso se inició en la quebrada Cajunga. Además, se identificó a lo largo de las quebradas una serie de procesos de movimientos en masa que se activaron, el material suelto generado por estos procesos, se incorporó a la masa del huaico a su paso.
- b) Los factores son:
Condicionantes:
- Suelo conformado por limos y arcillas que permite la retención del agua, esto contribuye con la saturación del terreno
 - Pendiente del terreno, laderas con 20° a 35°, que permite que la zona inestable de la ladera se movilizara cuesta abajo.
 - Cauce de la quebrada, con material suelto de fácil remoción.
 - Rocas volcánicas y metamórficas muy meteorizadas y fracturadas, que contribuye con material suelto.
 - Estrechamiento del cauce del cauce de la quebrada Ungulo, por el crecimiento urbano.
- El factor desencadenante fue la lluvia intensa.
- c) El material transportado por el huaico represó en varios sectores de las quebradas Cajunga y Ungulo, esta condición permitió que el flujo se eleve hasta una altura de cinco (05) metros, lo cual se observó entre los sectores Tierra negra y Cataluco. El represamiento a la altura del puente Ungulo alcanzó los dos metros y medio (2.5) de altura aproximadamente.
- d) El material que transportó el huaico, estuvo conformado por bloques, gravas, arenas y limas, con restos de troncos de árboles, este último contribuyó con la obstrucción del puente Ungulo (con luz insuficiente).
- e) El terreno donde se encuentra la Ciudad de Huancabamba se considera como **zona crítica movimientos en masa (deslizamiento y huaico)**, por las razones antes descritas.

RECOMENDACIONES

- a) Limpieza constante de las quebradas Cajunga y Ungulo, evitando la excesiva acumulación de sedimentos en la parte alta y media que puedan ser movilizados como flujo durante un periodo de lluvias intensas. Además, se debe forestar, para evitar la erosión de laderas y la futura sedimentación de las quebradas.
- b) Respecto a las márgenes de la quebrada Cajunga, es necesario practicar el desbroce de los árboles que están por caer hacia su cauce, para evitar su represamiento aguas abajo.
- c) Implementar un Sistema de Alerta Temprana, para mantener vigilantes frente a cualquier eventualidad, a los pobladores asentados en la parte baja de la ciudad de Huancabamba
- d) Reubicar las viviendas ubicadas en el cauce de la Quebrada Ungulo, estas viviendas están expuestas a un alto peligro latente de ser afectadas por huaicos.
- e) Rediseñar el puente de la calle Dos de Mayo, con mayor longitud y luz, así aumentará la capacidad de la caja hidráulica, evitando futuros represamientos.
- f) Plantear la construcción de barreras dinámicas en la quebrada Cajunga, a fin de reducir el impacto de los huaicos. El estudio y diseño deberá ser elaborado por un especialista en geotecnia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- FAO (1967) - La erosión del suelo por el agua. Cuadernos de fomento agropecuario. N° 81 Roma. 207 p.
- Gómez, A.; Schnabel, S.; Lavado, F.; 2011. Procesos, factores y consecuencias de la erosión por cárcavas; rabajos desarrollados en la Península Ibérica. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 55: 59-80 p.
- Hungr, O., Evans, S.G., Bovis, M., y Hutchinson, J.N., 2001, Review of the classification of landslides of the flow type: Environmental and Engineering Geoscience, v. 7, p. 22–238.
- Hungr, O., 2005, Classification and terminology, en Jakob, M., y Hungr, O., ed., Debris flow hazard and related phenomena: Chichester, Springer-Praxis, p. 9–23.
- Hutchinson, J.N., 1988, Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology, en Memorias, 5th International Conference on Landslides, Lausanne, p. 3–35.
- Rivera, J.H.; Sinisterra, J.A.; Calle, Z.; 2007. Restauración ecológica de suelos degradados por erosión en cárcavas en el enclave xerófito de Dagua, Valle de Cauca, Colombia. Fundación CIVAP.
- Reyes & Caldas, (1987), Boletín N° 39, Serie A, Geología del cuadrángulo de Huancabamba - Hoja: 11 – e, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET. Perú. 88 p.
- Varnes, D.J. (1978) - Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., Landslides, analysis, and control. Washington, DC: Transportation Research Board, National Research Council, p. 11-33, Special Report 176.
- Vilchez et al., (2009), Informe Técnico - Geología Ambiental, “Zonas críticas por peligros geológicos en la Región Piura - Primer Reporte, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET. Perú. 54 p.
- Vilchez *et al.* (2013), Boletín N° 52 Serie C: “Riesgo Geológico en la Región Piura” - Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET. Perú. 285 p.
- Villota, H. (2005) – Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación de Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Bogotá, Colombia. 184 p.