

# **Caracterización Geológica, Geomorfológica y Geodinámica de la quebrada Urubamba, distrito, provincia y región Cajamarca**

## **Geological, Geomorphological and Geodynamic characterization of the Urubamba ravine, district, province and Cajamarca region**

Gilberto Cruzado Vásquez<sup>1\*</sup>, Roberto Gonzales Yana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa 1070, C.P. 06003, Cajamarca, Perú

\*Autor de correspondencia: [gcruzadovasquez@gmail.com](mailto:gcruzadovasquez@gmail.com)

### **Resumen**

Los objetivos son conocer características geológicas y geomorfológicas de la quebrada Urubamba, conocer el tipo de material litológico más susceptible de la remoción de masas de rocas y suelos se encuentra en la quebrada y determinar las zonas de riesgo por movimientos de masas de rocas y suelos. Los materiales que se utilizaron fueron: Carta geológica nacional del INGEMMET, escala 1:100000, hoja 15-f, GPS, lupa, ácido clorhídrico, cámara fotográfica, palana, picota, libreta con formato de campo. La investigación se desarrolló en cuatro etapas. La longitud de la quebrada prospectada es de 3.84 km. Incluye a las formaciones Farrat, Chulec, Pariatambo, Yumagual, parcialmente del Paleógeno/Neógeno, Volcánico Huambos y el Cuaternario aluvial, con tres unidades geomorfológicas: valle fluvial, ladera de montaña escarpada y ladera de montaña fuertemente empinada. El desarrollo de la quebrada a través de toda su longitud presenta cuatro tipos de litología; al inicio de su formación son rocas sedimentarias del Cretáceo inferior, rocas volcánicas del Paleógeno Neógeno del Volcánico Huambos y en la parte plana depósitos del Cuaternario. Las unidades geomorfológicas corresponden a valle fluvial, ladera de montaña escarpada y ladera de montaña fuertemente empinada y los procesos geodinámicos activos se encuentran mayormente en las rocas sedimentarias las cuales se encuentran muy edafizadas. Los deslizamientos son frecuentes en las rocas sedimentarias de las formaciones ya descritas, ello provoca movimientos temporales en todo el trayecto y los movimientos son favorecidos cuando hay anomalías climáticas.

**Palabra clave:** Geomorfología, Geo-Quebrada Urubamba, litología, rocas sedimentarias, zona de riesgo

### **Abstract**

The objectives are to know the geological and geomorphological characteristics of the Urubamba creek, to know the type of lithological material most susceptible to the removal of rock masses and soils found in the creek and to determine the risk areas due to movements of rock and soil masses. The materials used were: INGEMMET national geological chart, scale 1: 100,000, sheet 15-f, GPS, magnifying glass, hydrochloric acid, camera, palana, pillory, notebook with field format. The investigation was developed in four stages. The length of the prospected stream is

3.84 km. It includes the Farrat, Chulec, Pariatambo, Yumagual formations, partially Paleogene / Neogene, Volcanic Huambos and alluvial Quaternary, with three geomorphological units: fluvial valley, steep mountain slope and hillside of strongly steep mountain. The development of the stream through its entire length presents four types of lithology; At the beginning of their formation, they are sedimentary rocks of the Lower Cretaceous, volcanic rocks of the Neogene Paleogene of the Huambos Volcanic and in the flat part deposits of the Quaternary. The geomorphological units correspond to fluvial valley, steep mountain slope and strongly steep mountain slope and the active geodynamic processes are mainly found in sedimentary rocks which are very edafized. Landslides are frequent in the sedimentary rocks of the formations already described, this causes temporary movements throughout the entire route and movements are favored when there are climatic anomalies.

**Keywords:** Geomorphology, Geo-Quebrada Urubamba, lithology, risk zone, sedimentary rocks

## Introducción

El trabajo consistió en describir las características geológicas, geomorfológicas y procesos geodinámicos de la quebrada Urubamba. La petrografía y las estructuras de deformación son muy heterogéneas y es típico de la zona, la petrografía sedimentaria es predominante y es donde los procesos de geodinámica externa e interna son intensos y han ocurrido casi ininterrumpidamente a lo largo de prolongados periodos geológicos hasta la actualidad; los depósitos del cuaternario son pocos en la superficie, solo afloran las formaciones del cretáceo y del Paleógeno/ Neógeno (Derrau y Bout, 2004).

Furrier et al. (2017) en su trabajo sobre Caracterización Geomorfológica y Mapeo de Cartagena de Indias y zonas adyacentes reportan que, desde el punto de vista geomorfológico, el área se encuentra sobre los sedimentos no consolidados del Cuaternario y que el Cinturón del Sinú cuya formación geológica más antigua es datada como Oligoceno-Mioceno, los sectores más bajos del relieve del área son los depósitos cuaternarios no consolidados, donde las altitudes no pasan los 20 m; a partir de levantamientos cartográficos, interpretaciones de imágenes orbitales, observaciones en campo y de la integración e interpretación obtenidas, se puede concluir que la tectónica cenozoica constituye el factor más importante en la configuración morfológica del área.

El perfil topográfico es una representación de la superficie de la corteza terrestre donde muestra una sección transversal a lo largo de un camino elegido (Rivera, 2004). Por lo general, sigue siendo la misma escala, pero la escala vertical es exagerada para mejorar la visualización (Morris, 1934). Cuando se agregan las informaciones geológicas a los perfiles topográficos, el producto final obtiene una mayor importancia porque se pueden comparar, con una buena precisión, las formas del relieve con el basamento rocoso (Soeters, 1976).

El objetivo del presente trabajo de investigación, es contribuir al conocimiento litológico, geomorfológico y geodinámico de la quebrada Urubamba a fin de plantear medidas de mitigación donde el conocimiento de los mencionados componentes es muy importante para evitar el riesgo. La investigación tiene el propósito de generar

el conocimiento respecto a la identificación y análisis de los factores que interviene en los procesos de remoción de masas de suelos y de rocas de la quebrada materia de estudio, cuya litología proviene del Cretáceo inferior y del Paleógeno/Neógeno que ocupan actualmente la ladera respectivamente y de sedimentos del Cuaternario que ocupa la zona plana. En toda la extensión de ha encontrado material lítico alterado o meteorizado donde los suelos son arcillosos, limosos, con fragmentos de roca de arenisca, caliza meteorizada y de traquita

## **Materiales y métodos**

### ***Equipo geológico de campo***

Los materiales que se han empleado para el estudio fueron los siguientes: Carta geológica nacional emitida por el INGEMMET, hoja 15-f, escala 1:100.00, brújula Brunton, GPS Map 76CSx, lupa: 14 y 20 aumentos, ácido clorhídrico: (HCl 15%), cámara digital, auger drilling, palana derecha, picota, libreta de campo, formato para la toma de datos de campo.

### ***Población***

Representado por la quebrada Urubamba que tiene una longitud de 3.84 km de desarrollo y donde existen problemas de remoción de masas de rocas y suelos y producen embalses temporales y consecuentemente inundaciones y desbordes en el curso bajo y afectan a la población que viven aledaña a su cauce.

### ***Muestra***

Estuvo constituida por la identificación de la litología, geomorfología y procesos geodinámicas que existen en el cauce de la quebrada.

### ***Unidad de análisis***

Quebrada, geología, geomorfología y geodinámica.

### ***Procedimientos***

Método Universal: Inductivo, Observación, interpretación y análisis de parámetros. Métodos Generales. Deducción, abstracción, deducción, análisis e interpretación. Métodos Específicos. El trabajo se ha desarrollado en cuatro etapas:

- a) Fase de Recopilación y Evaluación de Información bibliográfica respecto a geología regional, cartografía geológica y geomorfológica, geología volcánica y cuaternaria (Cruzado, 2006).
- b) De otro lado también se ha obtenido el mapa topográfico, para que, sobre ello ejecutar el levantamiento geológico, geomorfológico y ubicar las zonas en procesos geodinámicas.

- c) Fase de campo. El reconocimiento general del área ha sido esencial para el planeamiento del tiempo de las actividades de campo.

Se ha realizado el cartografiado geológico, geomorfológico y geodinámica. Para ello se ha utilizado el GPS map 76CSx. En cada caso se ha prospectado las características físicas del suelo de la formación geológica que se ha encontrado y con estos datos se ha elaborado el mapa del deslizamiento.

- d) Fase final de gabinete. En esta etapa se ha trabajado en la digitalización y elaboración de mapas, así como la interpretación de los datos de campo para la redacción final del informe

La técnica que ha sido relevante para la toma de datos para la investigación y es la observación en el campo y el análisis; ello ha permitido relacionarse con el objeto del estudio y construir por sí mismo la realidad existente en la zona. El propósito fue la recopilación de datos sistemáticamente por parte del investigador sobre la realidad de los fenómenos geológicos, geomorfológicos, suelos y geodinámicos y ha servido para estudiar el ambiente sobre el cual existe el problema; con esta información se ha podido acercarse a la información que aún no ha sido estudiada y reportada para la elaboración de los mapas. Se utilizó fichas de trabajo de campo en las que se ha registrado los hechos mapeados; además se utilizó una cámara fotográfica para obtener imágenes de la zona.

### ***Análisis de la información***

Se tomó como base la carta geológica nacional del INGEMMET, escala 1:100,000 hoja 15-f y con ello se hizo el estudio en todo el desarrollo de la quebrada y el programa ARG GIS. Se ha realizado un análisis de correlación del comportamiento de las rocas frente a los procesos geodinámicos que ha activado la filtración dentro de la masa de la roca y del suelo en pendiente, provocando movimientos de masas de rocas y suelos.

### **Resultados y discusión**

El lugar prospectado, examinado y analizado geológicamente incluye a la era geológica del Cenozoico, periodo Cretáceo inferior, formaciones Farrat, Chulec, Paritambo, Yumagual y sistema Paleógeno/Neógeno, formación Volcánico Huambos, y depósitos fluviales del Cuaternario. Los procesos geodinámicos se producen mayormente en las rocas sedimentarias las cuales se encuentran completamente meteorizadas y por tanto la zona es muy inestable, lo que le confiere mala calidad geotécnica y menor grado en las rocas del Volcancito Huambos, y las inundaciones en la zona plana, donde existen depósitos del cuaternario (Viers, 1973). Los deslizamientos se producen por infiltración del agua de lluvia y probablemente por flujos subterráneos. Se ha encontrado fenómenos de remoción de masas de rocas y suelos de gran magnitud en los taludes de la quebrada donde hay escorrentía superficial y el agua ha intemperizado a los minerales de las rocas, produciendo arcillas poco expandibles y limo calcáreo y consecuentemente desplomes y socavamiento del talud y constituye un riesgo para la zona. El Cuaternario fluvial reciente los suelos son brechosos y de buena calidad geotécnica, sin embargo, en la zona de menor pendiente y adyacente a la quebrada, son altamente vulnerables a ser erosionados (Chorley, 2002).

La topografía, la geología, geomorfología y el factor edáfico con sus diversas manifestaciones han ejercido una acción importante en el proceso geodinámico. La configuración geomorfológica de la quebrada incluye a valle fluvial estrecho, ladera de montaña escarpada y ladera de montaña fuertemente empinada en roca caliza y en arenisca sobre una pendiente mayor de 450; esto permite que la masa del suelo y roca intemperizada sea inestable y se deslice cuesta abajo por el cauce de la quebrada. Existen acuíferos fisurados y surgencia de agua en la formación Farrat que podrían captarse y ser aprovechados por los vecinos que viven adyacentes a la quebrada. Como una actividad antrópica influyente, se puede decir que existe una ocupación inadecuada del suelo, cultivan sin criterios de conservación de suelos y aguas.

## **Conclusiones**

La litología de la quebrada Urubamba está constituida por rocas sedimentarias del Cretáceo inferior de las formaciones: Farrat, Chulec, Paritambo y Yumagual y volcánicas del Paleógeno/Neógeno, Volcánico Huambos, y depósitos del Cuaternario en la parte plana.

La geomorfología de la quebrada en sus flancos tiene una pendiente que va desde empinada hasta extremadamente empinada, esto tiene relación con cada una de las formaciones geológicas. Tiene la forma de V en el curso superior, porque la mayor concentración de la fuerza erosiva es en el fondo y en la mitad del cauce, U en la parte media porque la fuerza erosiva se produce en las vertientes y en el fondo y la pendiente del fondo de la quebrada va disminuyendo y U muy abierta en la parte baja, aquí la erosión lateral es muy fuerte, porque el agua sólo se desplaza por la fuerza de la gravedad. En el curso medio presenta procesos erosivos y movimiento de masas de rocas y suelos. Presenta un uso indebido del espacio público y procesos constructivos en zonas de alto riesgo de movimiento de masas de rocas y suelos.

## **Referencias**

- Chorley, R. J. 2002. *Geomorphology*, Edit. University of Cambridge, Londres, 420 p.
- Cruzado, V. G. 2006. *Geología de Cajamarca*, Gobierno Regional de Cajamarca. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial, Cajamarca, Perú, 99 p.
- Derruau, M. y Bout, P. 2004. *Géomorphologie, Relief, Processus, Environnement*. Edit. Masson, Francia, 260 p.
- Furrier, M.; Vargas-Cuervo, G.; Moncada, C. C. 2017. Caracterización y mapeo geomorfológico de Cartagena de Indias y adyacencias. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 41, 5-15.
- Morris, W. 1934. *Geographic Methods in Geologic Investigations*, National Geographic Magazine, USA, 26 p.
- Rivera, H. 2004. *Geología General*. Edit Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 512 p.

Soeters, R. 1976. Landslide Risk Management. Edited by Oldrich hugr, Robin Fell, Rejean Couture and Erik Eberhardt, Editorial Taylor & Francis Group, Inc. London, 755 p.

Viers, G. 1973. Geomorfología y Uso del Suelo. Editada por la Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 108 p.