

## **NUEVO MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DEL VALLE DEL RÍO HUATANAY Y LA CIUDAD DEL CUSCO: INSTRUMENTO PARA EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

Víctor Carlotto<sup>1,2</sup>, José Cárdenas<sup>2</sup>, Eliana Ricalde<sup>3</sup>

1 INGEMMET, Av. Canadá, 1470 San Borja Lima. vcarlotto@ingemmet.gob.pe

(2) Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. cardenasroque@gmail.com

(3) CEC Guamán Poma de Ayala: Jr. Retiro 346, Tahuantinsuyo, Cusco. eliana@guamanpoma.org

### **INTRODUCCIÓN**

Como parte del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Cusco, la población organizada a través de la Asociación de Municipalidades del Valle Sur, con la colaboración y asesoramiento del Centro Guaman Poma de Ayala, realizó los estudios de peligros geológicos en valle sur durante los años 1990 y 2000, trabajo que prosiguió en el valle norte y se culminó en una primera etapa, el año 2002.

En los meses de enero y febrero del año 2010, las intensas y extraordinarias precipitaciones pluviales pusieron al descubierto la vulnerabilidad física de la ciudad, afectando las laderas y quebradas de la ciudad del Cusco, tal como se indicaba en el mapa de peligros y vulnerabilidad elaborados por el Centro Guaman Poma (Ver Carlotto et al., 2004). Una evaluación geodinámica reciente llevada a cabo luego de estas lluvias, ha permitido actualizar la versión del mapa de peligros, trabajo realizado con la Municipalidad Provincial del Cusco, el que será la base del Plan de Ordenamiento Territorial (Ver Cárdenas et al., 2010 en este congreso).

El objetivo del presente trabajo es recordar que los mapas de peligros geológicos fueron realizados y publicados hace ya varios años. Incluso en el caso del Valle Sur del Huatanay o Bajo Huatanay se trabajó estos mapas con las autoridades, población organizada y facilitada por la ONG Guamán Poma de Ayala, dentro del Plan de Ordenamiento Territorial (Guamán Poma De Ayala, 2006), quien además de financiar los estudios geológicos y técnicos, se encargó de elaborar los expedientes técnicos para las intervenciones, como fue el caso del tratamiento paisajístico del río Huatanay en San Jerónimo.

La ciudad de Cusco está situada en el valle del río Huatanay entre los 3400 y 3100 m, rodeado por las montañas del Cusco y del Pachatusan al norte, y las Serranías de Vilcaonga al sur, cuyas alturas máximas varían entre 4800 y 4400 msnm. La historia geológica reciente muestra que el valle está relleno por depósitos fluvio-lacustres de la Formación San Sebastián (Plio-Cuaternario). En las laderas de los cerros afloran lutitas de las formaciones Puquín (Cretácico superior), Quilque y Chilca (Paleoceno), las que tienen características mecánicas mediocres y han desarrollado deslizamientos, al igual que las capas de arcillas y arenas inclinadas de la Formación San Sebastián. Sin embargo, cuando afloran areniscas del Grupo San Jerónimo (Eoceno-Oligoceno) las laderas son más bien estables. Las condiciones climáticas son típicas de la sierra del Perú con una época de secas, de abril a diciembre, y de lluvias de enero a marzo.

En base a las características topográficas, geomorfológicas, litológicas-tectónicas, uso del suelo y vegetación, la cartografía de los peligros geológicos, más los datos hidrológicos incluyendo modelos Flo 2D se han construido los mapas de peligros para la ciudad de Cusco.

### **LOS PELIGROS**

Las características geológicas y geomorfológicas del valle del río Huatanay, indican que se pueden producir desastres debido a la ocurrencia de peligros geológicos de geodinámica externa bajo la forma de inundaciones, aluviones o huaycos y deslizamientos. El mapa actualizado muestra las zonas de mayor susceptibilidad a los peligros geológicos en el Cusco.

## 1. INUNDACIONES (Fig. 1)

El río Huatanay es el colector principal del valle de Cusco y en época de lluvias transporta una cantidad importante de aguas pluviales y sedimentos. El estudio de la evolución geodinámica muestra que antes de toda intervención humana el río era muy activo, con cauce muy sinuoso y erosión lateral importante. Las primeras obras de encauzamiento de pequeñas dimensiones y las obras actuales han canalizado casi todo el Alto Huatanay, sin embargo, con estas obras se ha ganado terrenos a parte del cauce natural inundable en periodos de lluvias anuales y en periodos extraordinarios entre 10 y 100 años. A pesar de las obras de encauzamiento, el río en época de lluvias, trata de recuperar su cauce natural, produciendo las inundaciones. En forma general se puede decir que todos los bordes del río Huatanay son vulnerables a las inundaciones, sin embargo hemos clasificado zonas con peligro Muy Alto, Alto y Medio. Sin embargo, por razones de escala, en el mapa que se acompaña, los peligros muy alto y alto, van juntos.

**Peligro Muy Alto:** corresponde a las zonas que son afectadas o pueden ser afectadas por las lluvias muy fuertes que se producen anualmente o con un periodo de recurrencia de 10 años. Dentro de esta clasificación tenemos los bordes del río con urbanizaciones consolidadas y aledañas al río y sin obras de encauzamiento. Aquí, solamente existen como protección, muros provisionales de encauzamiento que se construyen con el material del río (gravas y arenas) o sacos de arena. Cada año estos muros son destruidos por el río inundando varios sectores, por lo que son de muy alto peligro a las inundaciones. Entre estos sectores tenemos, Huancaro, la margen derecha del río en el tramo canalizado del Aeropuerto Internacional. Sin embargo, en los últimos años se han realizado muchas obras de encauzamiento y tratamiento paisajístico.

En el valle sur es de muy alta vulnerabilidad la margen izquierda del río Huatanay en Angostura y Huambutío. Así mismo entre Saylla y Oropesa, donde ambos márgenes del río son muy susceptibles a inundarse. El poblado de Huacarpay está construido al medio de la laguna, además de sus bordes que han sido secados artificialmente, por lo que son también de muy alto peligro, como lo prueba las lluvias del 2010 que la inundaron totalmente.

**Peligro Alto:** corresponde a las zonas que pueden ser inundadas en periodos de lluvias extraordinarias que se producen entre 10 y 100 años, destruyendo las obras de encauzamiento que en muchos casos no consideran estos aspectos. Por el periodo de recurrencia muy largo, la población muchas veces no tiene la conciencia debida de estos fenómenos a largo tiempo. Las lluvias del año 2010 corresponden a este periodo de recurrencia y corroboran el mapa elaborado previamente.

Los sectores correspondientes a peligro alto son los cercanos a los de muy alto peligro, en Huancaro, el Aeropuerto y todos los sectores rellenados del Huatanay en su cauce inundable.

En el Valle Sur tenemos los sectores cercanos a los de muy alto peligro de San Jerónimo y Saylla-Oropesa. Sin embargo, aquí los trabajos de prevención y de tratamiento del Huatanay llevados a cabo por las Municipalidades y Guaman Poma han evitado desastres. El poblado de Huayllarpampa (Huambutío) que es una zona de explotación de arcillas, es de alto peligro.

**Peligro Medio:** corresponde a zonas relativamente alejadas y un poco más altas del cauce inundable, pero que pueden ser inundadas debido a lluvias extraordinarias con periodos de recurrencia entre 50 y 100 años, o debido a la llegada de huaycos producidos en la parte alta de la cuenca. Si bien es cierto que estas posibilidades son muy bajas, pero no deben ser ignoradas, ya que se tiene antecedentes del represamiento de Hua mancharpa (Huancaro) ocurrido el año 1981.

## 2. ALUVIONES O HUAYCOS (Fig. 2)

Son masas de agua y lodo con gravas y bloques de rocas que se producen por efecto de erosiones importantes en las quebradas o asociadas directamente a deslizamientos. Estas se transportan por los torrentes o caen asociados a la gravedad, formando depósitos de conos aluviales. Estos huaycos tienen un gran poder erosivo y destruyen todo lo que encuentran a su paso. Son muy frecuentes en el valle de Cusco.

**Peligro muy Alto-Alto:** se trata de zonas que en caso de reactivarse algún deslizamiento de manera más o menos importante, las poblaciones cercanas a estos, van a ser afectadas de manera severa por efecto de los aluviones y represamientos-desembalses asociados. Es el caso de los deslizamientos de Saphy y Huamancharpa que afectarían el Centro Histórico y el sector suroeste de la ciudad del Cusco. Igualmente las quebradas de Quilquemayo, Saqramayo, Cachimayo y Tenería en el Valle Norte y Larapa (Picol), Choquepata, Saylla (Jatunhorcco) y Oropesa (Atochuachana) en el Valle Sur.

**Peligro Medio-Bajo:** está en relación a posibles huaycos que puedan ocurrir en las quebradas de Tancarpata, Wimpillay y Choco. Si bien estas no son muy activas o no hay deslizamientos importantes, el hecho de que los asentamientos humanos están ganando terrenos a los cauces de estas quebradas, los hace vulnerables. Para el Valle Sur se tienen las quebradas de Vinocanchon, Huacotohuayco y Huasao. En Larapa, Saylla y Oropesa, esta clasificación corresponde a una parte del poblado cercana a las zonas de vulnerabilidad alta.

### 3. DESLIZAMIENTOS (Fig. 3)

Las zonas de deslizamientos existentes en la actualidad, de por sí constituyen zonas de alto peligro geodinámico. Sin embargo, en el análisis hemos considerado tres tipos de deslizamientos. Los activos lentos o rápidos que son zonas de muy alto a alto peligro de deslizamientos. Los deslizamientos antiguos que no muestran signos actuales marcados de movimiento pero que un futuro cercano pueden reactivarse, se consideran como de mediano peligro geológico. Los deslizamientos potenciales son aquellos que de acuerdo a las características geológicas y la evolución de sus laderas, muestran signos de una activación futura, natural o por intervención del hombre o combinada; son considerados de peligro bajo si no son intervenidos negativamente por el hombre, pero pasan a ser de alto peligro si son intervenidos con fines constructivos de expansión urbana.

Los deslizamientos han sido cartografiados y estudiados en las microcuencas adyacentes al Valle Norte y corresponden a Saphy, Huancaro, Cachimayo, Ticapata o Tenería, Sipasmayo, Saqramayo, Tancarpata. Igualmente, se han estudiado los deslizamientos en las laderas norte y oeste del valle, resaltando por su alta vulnerabilidad Saphy-Centro Histórico, Huancaro (Huamancharpa) y de la APV Vallejo Santoni (San Sebastián). En el Valle Sur son importantes los deslizamientos de Picol, Hatunhuayco (Saylla) y Atochuachana (Oropesa), los que han sido zonificados en los peligros por aluviones, ya que en estos casos el material deslizado se transforma en tal.

### CONCLUSIONES

Los mapas de peligros elaborados por el Centro Guaman Poma de Ayala han servido en una primera etapa para los planes de Ordenamiento Territorial del Valle Sur del Huatanay y que muchas intervenciones que se realizaron, estuvieron basadas en dichos planes. Igualmente para el Valle Norte, los mapas corroboraron las zonas de alto peligro. Luego del periodo de lluvias del 2010 se ha actualizado este mapas y que vienen siendo utilizados en los planes de Ordenamiento del territorio de la ciudad del Cusco, trabajos que se realizan con la Municipalidad del Cusco.

### REFERENCIAS

- Cárdenas, J., et al. (2010). Evaluación de los peligros geológicos de la ciudad del Cusco 2010. (este congreso)
- Carlotto, V., Tintaya, D., Casos, G. & Peña, F. (2004). Geodinámica externa del Valle del río Huatanay (Cusco): riesgo y vulnerabilidad para el plan de acondicionamiento territorial. XII Congreso Peruano de Geología, Lima, Perú 2004, Resúmenes Extendidos, p 48-51.
- CENTRO GUAMAN POMA DE AYALA (2006). Aportes al Plan de Acondicionamiento Territorial del Valle Sur del Huatanay- Cusco. Centro Guaman Poma de Ayala, 29 p.



Fig. 1. Mapa de peligros por inundación actualizado al 2010.



Fig. 2. Mapa de peligros por aluviones actualizado al 2010.



Fig. 3. Mapa de peligros por deslizamientos actualizado al 2010