



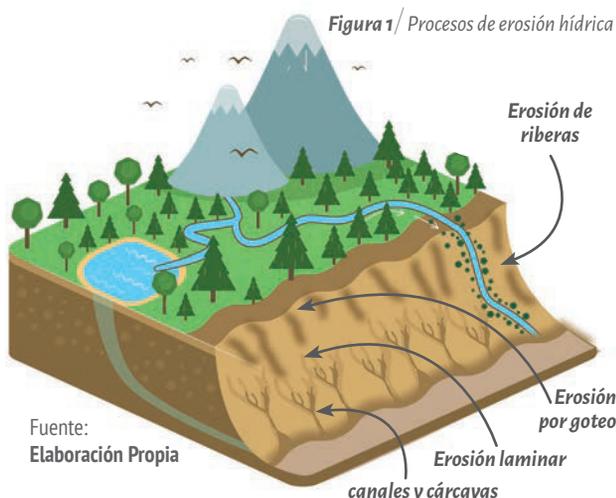
# Cuantificación de la erosión hídrica en el Perú

Autor: Mg. Miluska A. Rosas<sup>1</sup>, PhD Ronald R. Gutiérrez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica del Perú, miluska.rosas@puccp.pe, rgutierrezr@puccp.pe

## ¡Hablemos de erosión!

Se llama erosión hídrica de suelos al desprendimiento y el transporte de partículas superficiales de suelo, causados, principalmente, por la acción del agua, es decir, por la precipitación y la escorrentía (Almorox, 2010). Dentro de la erosión hídrica, se presentan diferentes tipos o procesos de erosión, los cuales son erosión por goteo, laminar, de canales, por cárcavas y, por último, erosión de riberas. Al respecto, la Figura 1 muestra los diferentes procesos; aunque la erosión laminar es la de menor impacto, en muchos casos, esta puede dar origen a una erosión por cárcavas, debido al tipo de suelo, las condiciones topográficas o la intervención del hombre.



## ABSTRACT

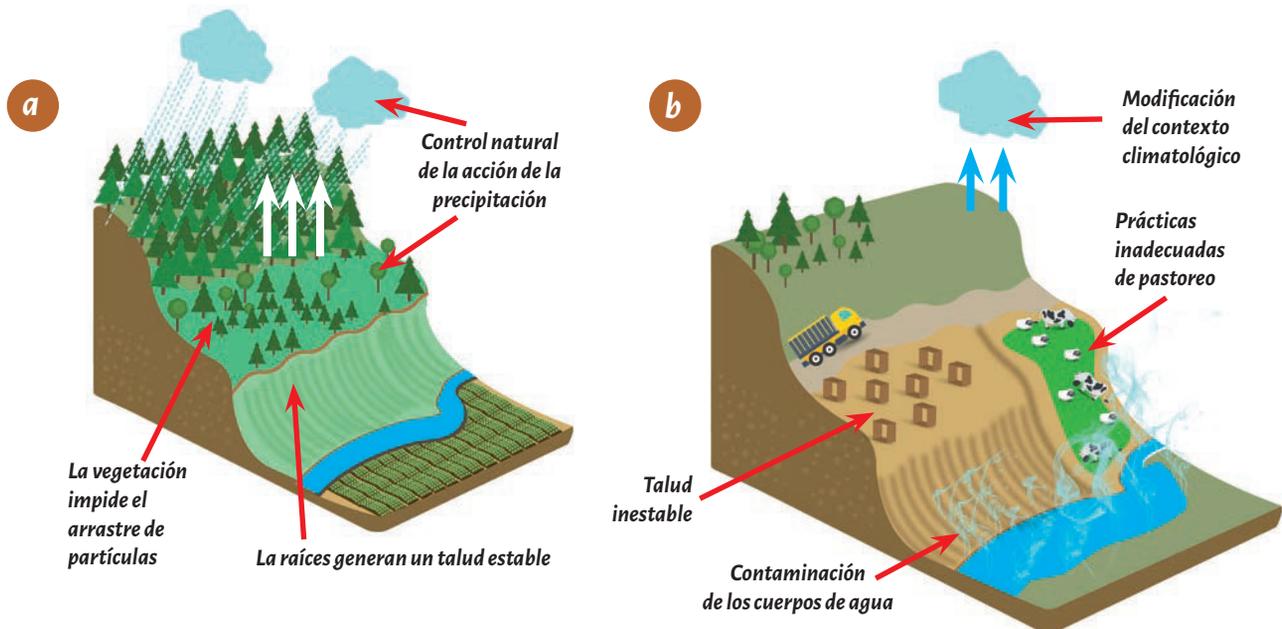
El número de estudios relacionados a la cuantificación de erosión hídrica en el país es limitado. En consecuencia, el presente artículo busca cubrir esta limitación a partir de información satelital. Para ello, se cuantificó la erosión de suelos en los años 1990, 2000 y 2010 aplicando la ecuación de RUSLE, lo cual dio como resultado mapas a 5km de resolución a escala nacional. A partir de lo anterior, los resultados muestran que los rangos altos de erosión se localizan en la región andina y están probablemente relacionados con actividades extractivas. Finalmente, los mapas producidos tienen el potencial de proveer información para diseñar una regulación respecto al control de erosión en el país..

## Palabras claves

Erosión hídrica, RUSLE, data satelital, uso de suelo.

Ahora bien, la erosión hídrica puede estar naturalmente controlada (ver Figura 2a), ya que la existencia de vegetación detiene el arrastre de las partículas de suelo en un terreno inclinado; además, esta controla la acción de la precipitación, lo cual genera un talud estable. No obstante, ¿qué sucedería si se genera un cambio rápido en el uso de suelo y en las condiciones topográficas? Por un lado, lo anterior podría dar origen a un talud inestable y a un arrastre masivo de sedimentos que serían depositados en los cuerpos de agua o ríos; esto generaría problemas para los usuarios ubicados aguas abajo, como se observa en la Figura 2b. Por otro lado, si además se incurren en prácticas inadecuadas de cultivo, la pérdida de nutrientes del suelo sería inevitable.

Figura 2: (a) Control natural de la erosión. / (b) Impacto de factores antropogénicos ante el proceso erosivo. Fuente: Elaboración propia.



**¿Qué sucede en nuestro país?**

En el Perú, el tema de la erosión hídrica resulta crítico, ya que nos encontramos ante un contexto climático y topográfico definido por la Cordillera de los Andes, con patrones de precipitación complejos y pendientes muy empinadas (Espinoza y Martínez, 2012), además de experimentar los efectos causados por el fenómeno del Niño en la costa norte del país (Quinn y Neal, 1987). De igual manera, por ser un país en desarrollo, se consta con un rápido cambio de uso de suelo, es decir, contamos con zonas que se convierten en grandes centros urbanos o en zonas que son destinadas a actividades relacionadas a la industria (OXFAM, 2014), como agricultura, minería, extracción de petróleo o gas, etc. Por último, la práctica de actividades como la tala ilegal en la amazonía es otro de los factores que favorecen al avance de la erosión hídrica.

Por estas razones, la erosión es un problema de alta gravedad en nuestro país; sin embargo, no existen estudios actualizados respecto al tema; de hecho, el mapa más "actual" referido a este tema fue publicado por el INRENA en el año 1997, cerca de 20 años atrás. Si a lo anterior le agregamos el hecho de que la información básica es limitada, escasamente confiable y, en muchos casos, inexistente, la gravedad del problema cobra aún más relevancia.

**Cuantifiquemos: RUSLE equation**

Muchos autores han utilizado la ecuación de RUSLE para estimar la erosión de suelos en diversos contextos alrededor del mundo; esta fue desarrollada para una estimación anual a gran escala (Jetten y Maneta, 2011). El modelo que nos presenta la ecuación está compuesto por 5 factores que intervienen en el proceso erosivo, como son la precipitación, el tipo de suelo, la topografía, la cobertura y las prácticas de cultivo. La ecuación es la siguiente:

$$A = R \rightarrow K \rightarrow LS \rightarrow C \rightarrow P \quad (1)$$

donde A es la erosión de suelos (t/ha/año); R es el factor de erosión por precipitación (MJ.mm/ha/h); K es el factor de erodabilidad del suelo (ton/MJ/mm); L es el factor de longitud de pendiente; S es el factor de inclinación de pendiente; C es el factor de uso de suelos; y P es el factor de prácticas de conservación.

Ahora bien, para enfrentar el problema de la falta de información, se recurrió principalmente a la data satelital. Para ello, se recolectó data de precipitación del TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) publicado por la NASA a una resolución de 0.25° de tamaño de pixel. Además, se recopilaron imágenes de elevación digital AsterGDEM, información de suelos y granulometría de suelos del ISRIC - World Soil Information. Por último, la principal fuente de uso y cobertura de suelo fue la base de datos *Global Land Cover Share Database*, publicada por la FAO en el año 2010. Como se puede observar, la información satelital cumple un papel importante para temas de interés nacional, no solo en el Perú, ya que también se presenta como un elemento que podría suplir las necesidades de otros países en desarrollo.

**Resultados obtenidos y algunas sugerencias**

Después de haber recolectado la información y de aplicar la ecuación de RUSLE en todo el territorio peruano, se obtuvo por primera vez mapas de erosión hídrica a una escala de 5km de tamaño de pixel para los años 1990, 2000, 2010 (Rosas y Gutierrez, 2016). En principio, se observó que la región andina es la más afectada y, por otro lado, que las tasas bajas de erosión se encuentran en la llanura amazónica. Para el año 2010, nuestros resultados mostraron un incremento significativo de la erosión en la costa norte, así como una erosión severa con tasas mayores a 50 ton/ha/año en la zona sur andina, la cual podría estar relacionada al incremento de áreas destinadas a actividades extractivas, como se muestra en la Figura 3.



### Reseña del Autor

Miluska A Rojas es Magister de la PUCP e ingeniera civil titulada de la UNI. Actualmente se desempeña como docente de la PUCP en la facultad de Ingeniería Civil. La investigación que desarrolló durante la maestría tuvo como objetivos producir mapas cuantitativos de erosión hídrica (1990, 2000 y 2010), construir un modelo inferencial hacia el año 2030, estimar los costos ambientales asociados en una cuenca de interés. Este trabajo ha sido presentado en congresos internacionales (ISCO e IECA), teniendo alta aceptación en el medio. Asimismo, fue parte del área de Hidráulica e Irrigaciones de CESEL S.A., empresa consultora en proyectos hidroeléctricos. Para la obtención del título profesional, desarrolló una investigación de defensas ribereñas para puentes localizados en la cuenca del Amazonas.

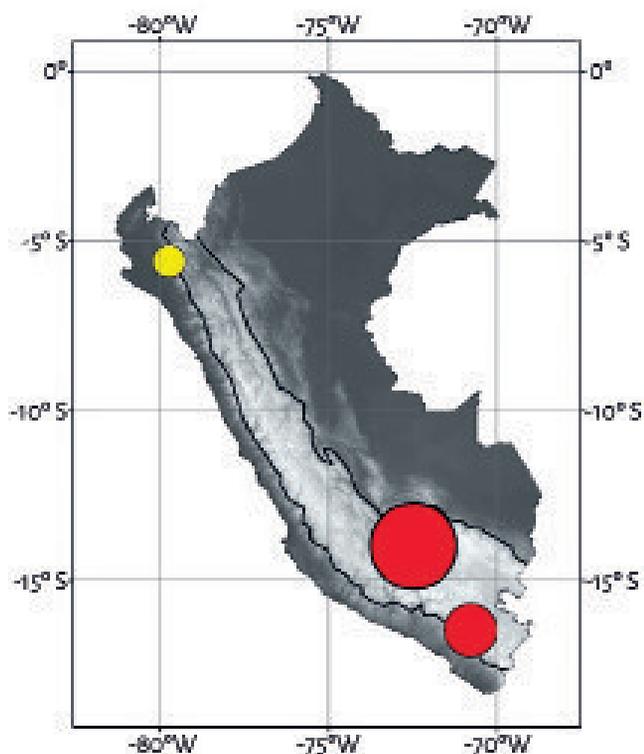


Figura 3 / Erosión al año 2010. Fuente: Elaboración propia.

- Área de incremento de erosión,
- Área de erosión severa

Finalmente, cabe resaltar que, para propósitos de control de erosión, algunos países han adoptado importantes procesos regulatorios. Por ejemplo, se puede mencionar el Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes de EEUU, el cual controla la contaminación de agua inducida por la erosión de suelos producida en las actividades constructivas. A la luz de nuestros resultados, creemos que una regulación similar debería ser adoptada en Perú para controlar y evitar que partículas de suelo lleguen a los cuerpos de agua.

### REFERENCIAS

- » Almorox J. López F. y Rafaelli S., (2010) "La degradación de los suelos por erosión hídrica. Métodos de estimación", Universidad de Murcia, Primera Edición, España.
- » Espinoza R., Martinez J., Le Texier M., Guyot J., Fraizy P., Meneses P. and de Oliveira E. (2012) "A study of sediment transport in the Madeira River, Brazil, using MODIS remote-sensing images". *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. 1, N°10.
- » Instituto Nacional de Recursos Naturales (1996), "Memoria Descriptiva: Mapa de Erosión de los Suelos del Perú", Ministerio de Agricultura, Lima, Perú.
- » Jetten, V. and Maneta, M. (2011), "Calibration of erosion models, Handbook of erosion modelling". Wiley Blackwell Publishing, UK.
- » OXFAM (2014). "GEOGRAPHIES OF CONFLICT: Mapping overlaps between extractive industries and agricultural land uses in Ghana and Peru". Technical Report, OXFAM America.
- » Quinn W., Neal V.T. y Antúnez de Mayolo S. (1987) "El Niño occurrences over the past four and a half centuries" *Journal of Geophysical Research: Oceans*. Vol. 92 N° C13. 1987 pp.14 449-14 461.
- » Rosas M. A. and Gutierrez R. R. (2016). "Quantification of soil erosion rates in developing countries: The necessity, a proposed methodology and a case history". *Anthropocene*. Under review.