

LA CUANTIFICACION

¿Qué métodos de cuantificación son aplicables?

Uno de los aspectos más importantes para resolver problemas de erosión de suelos es la adecuada cuantificación del fenómeno. Ello puede realizarse a través de mediciones directas en campo o bien, utilizando criterios de cálculo.

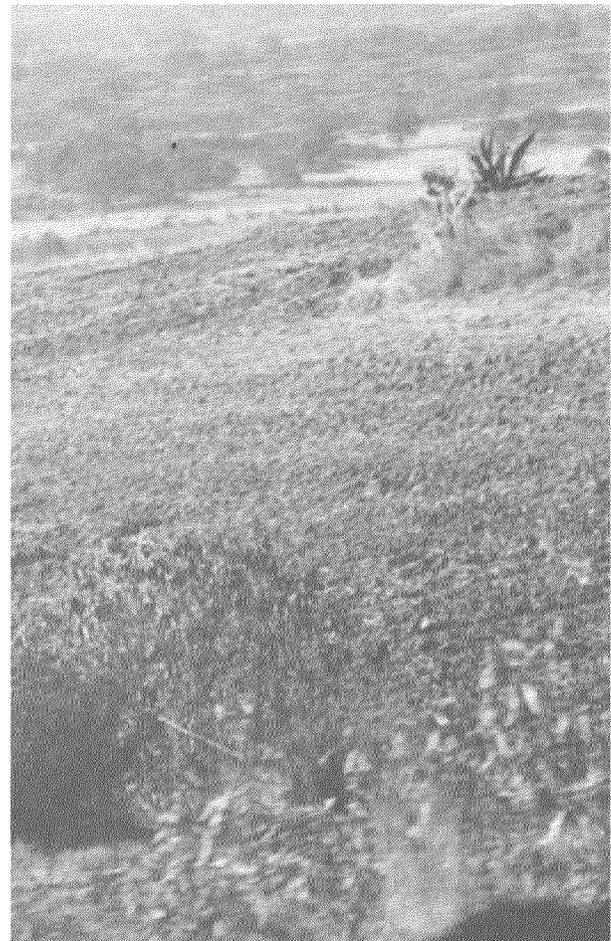
El medir la erosión es difícil y requiere de mucho tiempo de registro. En México tales mediciones son escasas, y la información sistemática al respecto es casi nula.

Por ello son muy importantes los criterios de cuantificación.

¿Qué importancia tienen los criterios de cálculo?

Los criterios de cálculo son una de las herramientas más importantes en la planeación y diseño de las obras y actividades para la conservación de suelos, ya que permiten determinar la severidad del problema y la factibilidad de realizar trabajos de protección.

La literatura sobre el tema presenta diversos enfoques en cuanto al problema de cuantificación, que van desde fórmulas empíricas hasta los modelos numéricos de simulación (refs. 3, 8, 9). De entre los criterios existentes destaca la Fórmula Universal de Pérdida de suelo (FUPS).



¿Cómo elegir el criterio de cálculo?

El empleo de un criterio dependerá del problema que se desee resolver, en una parcela la FUPS puede ser una buena opción; sin embargo al nivel de cuenca, es necesario tomar en cuenta otros factores, como son el depósito del material en zonas interiores, el efecto de las cárcavas, la variación temporal de las lluvias, etc., lo cual sólo puede realizarse a través de modelos numéricos más elaborados.

En cualquier caso, es recomendable avanzar sobre la definición de los criterios de cuantificación, aplicables a las características del país. Esto requiere de investigación y desarrollo tecnológico propio, para que con la información y los recursos disponibles, se puedan generar soluciones y capitalizar las experiencias obtenidas.

¿En qué consiste la Fórmula Universal de Pérdida de Suelo?

Es un criterio sencillo que por su gran versatilidad permite cuantificar la pérdida de suelo en parcelas y los efectos de las obras de control (refs. 9, 15).

La expresión general esta dada por la ecuación

$$A = 0.224 R K SL C P$$

Donde A representa el índice de erosión (kg/m^2) por evento (año, tormenta, etc.), R es el índice de erosividad asociado a la

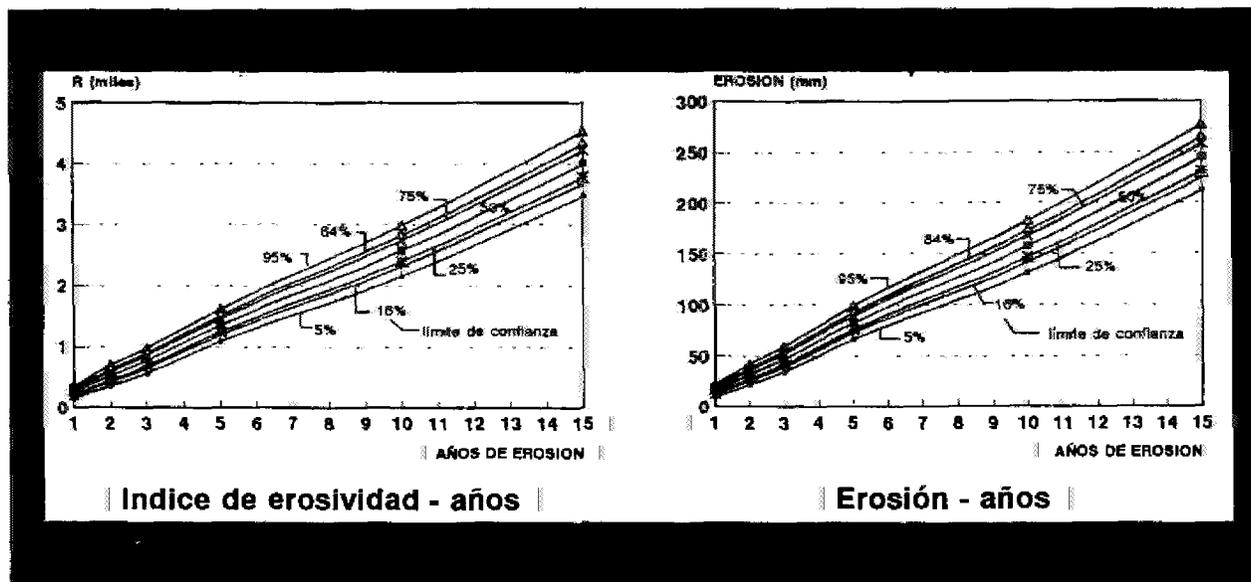
lluvia en el sitio, K representa la erosionabilidad del suelo, SL son factores que toman en cuenta la pendiente y su longitud, C el tipo de cultivos empleados y P la existencia de obras para el control de la erosión.

Los factores K, SL, C y P pueden obtenerse de tablas y nomogramas.

El factor más difícil de cuantificar es "R", pues en la versión original de su cálculo, requiere de varios años de registro de precipitación horaria. Esto ha limitado su aplicación en México.

Nótese que el valor del índice de erosión "A", ofrece una ayuda importante para detectar la relevancia de los problemas de erosión, pero debe ser manejado con precaución, cuando se determina tal valor a partir de la información en cuencas.

En las gráficas que se muestran a continuación, se presentan los resultados de un caso particular de aplicación de la FUPS, en la determinación del factor "R" y las láminas de erosión esperadas.



Estos resultados fueron obtenidos a partir de una simulación de lluvias horarias, y muestran claramente la utilidad de los resultados, pues a partir de ellas es posible definir para diferentes números de años, la erosión esperada con diferentes niveles de confianza.

La FUPS ha sido discutida por diferentes autores (ref. 1, 3, 4, 9), y en especial cuando se trata de aplicar en climas tropicales; sin embargo, después de 30 años, con todo y sus limitaciones, aún sigue siendo el criterio "práctico", que ofrece más posibilidades.

¿Se puede aplicar la Fórmula Universal a cuencas?

Si, en la ref. 9 se presenta uno de los criterios existentes para calcular el aporte de sedimento durante una avenida. En este caso el valor de "R" para la cuenca "Rc" se calcula como

$$Rc = 52700 (V Q_p)^{0.56} / Ac$$

donde V es el volumen de la avenida (m^3), Q_p es el gasto de pico (m^3/s) y Ac el área de la cuenca (m^2).

En términos generales y sólo para tener una idea de las magnitudes de los parámetros de la FUPS, cuando se toman en cuenta las diferentes áreas de la cuenca asociadas a cada parámetro, a continuación se presentan sus rangos más comunes de variación.

K varía de 0.2 a 0.5 (suelos permeables a poco permeables).

SL puede considerarse de 1.0

C oscila entre 0.2 y 0.5, que corresponden a una buena y mala cobertura vegetal, aunque para áreas con bosques bien establecidos puede valer 0.02

P puede considerarse igual a 1.0 cuando no existen obras para el control de la erosión, de 0.6 a 0.3 en áreas donde existe contorneo y/o cultivo en fajas, y 0.1 donde hay terrazas.

Ejemplo: Se desea determinar el aporte de sedimento de una cuenca de $4 \times 10^6 m^2$ (Ac), durante una avenida de $51\,400 m^3$ (V), con gasto de pico de $7.1 m^3/s$ (Q_p). Los parámetros estimados para la cuenca son: K= 0.35, SL= 1, C= 0.35, y P= 1.

Aplicando la FUPS y considerando $R=R_c$, se obtiene:

$$Rc = (52700 * (51400 * 7.1)^{0.56}) / 4 * 10^6$$

$$Rc = 17.16$$

$$A = 0.224 * 17.16 * 0.35 * 1 * 0.35 * 1$$

$$A = 0.47 \text{ kg/m}^2 \text{ (4.7 ton/ha)}$$

esto implica que el aporte de sedimento de la cuenca durante la avenida será de

$$0.47 * (4 * 10^6) = 1.88 * 10^6 m^3$$

Nota. Se reitera la recomendación de recurrir a las referencias, para mejorar la selección de los valores de los parámetros de la FUPS.
