

# ¿Es buena idea arreglar las zanjas?



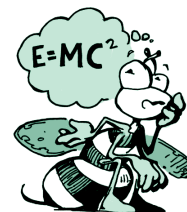
## Examinando las veredas con un programa de computadora

### Conoce a la Dra. Laurie Tysdal:

Me gusta ser científica porque aprendo sobre la estructura del mundo natural que nos rodea. Ahora puedo descubrir nuevas cosas por mí misma. Comencé a interesarme en los recursos naturales viajando a nuevos lugares y viendo plantas y rocas y ríos diferentes de los que están cerca de mi casa, y quise saber por qué eran diferentes.



Dra. Laurie Tysdal



### Pensando en la ciencia

Un objetivo importante de la ciencia es predecir eventos que podrían suceder en el futuro. Por ejemplo, ciertos científicos tratan de predecir el clima cada día. Como el clima, muchas cosas en la naturaleza son tan complicadas que los científicos no siempre pueden predecir lo que va a suceder. Por medio del uso de las computadoras, los científicos pueden considerar la *relación* de muchas más *variables* al mismo tiempo. Las computadoras les permiten estudiar sistemas más complicados. En este estudio, los científicos compararon sus observaciones y medidas de la *erosión del suelo* con los cálculos de un programa de computadora. Querían averiguar qué tan exactos eran los *cálculos* de la erosión del suelo de este programa. Si podían calcular la erosión del suelo suficientemente bien, el programa de la computadora podía convertirse en una herramienta útil para predecir la erosión del suelo en otros lugares. Este es un buen ejemplo de cómo la ciencia puede ayudar a la sociedad y al medio ambiente.



### Pensando en el medio ambiente

Cuando los humanos construyen algo también perturban el ambiente natural. En los bosques, la gente a veces construye caminos, veredas de tierra para uso ocasional (ver figura 1). Aunque estos caminos son útiles para los seres humanos, pueden

hacer que el suelo se erosione y causar la *sedimentación* del ambiente natural. Esto ocurre principalmente debido a que la lluvia baja libre hacia las zanjas, arrastrando partículas de tierra. Si el sedimento de las veredas llega a las quebradas, puede hacerle daño a los peces y otros animales y plantas que viven allí. Los científicos quieren saber cómo se podrían construir veredas que eviten que el sedimento llegue a las quebradas de los bosques. Ya que la gente quiere seguir usando esta clase de caminos, los científicos están buscando maneras de diseñar veredas que minimicen la erosión del suelo y la sedimentación. Cuando los humanos construyen algo, buscan formas para reducir el daño ambiental. Esto es una muy buena práctica.

## Introducción

Puede que no lo parezca, pero es compleja la manera en que el agua corre a través y hacia abajo de la vereda cuya pendiente se inclina hacia abajo o hacia la parte más alta de la montaña (figuras 2 y 3). Los factores que



Figura 1. Camino de tierra en la montaña.

lo determinan incluyen los siguientes: el largo de la vereda, la pendiente, el tipo de terreno, la banqueta de tierra a lo largo de la vereda, la pendiente del camino hacia la montaña, la zanja, y el tubo que pasa por debajo del camino (figuras 2 y 3). Todas estas variables también afectan la cantidad de erosión y de sedimentación. Cuando el suelo está erosionado y hay sedimentación, el terreno pierde nutrientes importantes. Eventualmente, los nutrientes y los sedimentos entran en las quebradas y los ríos. Cuando el sedimento entra en las quebradas y ríos, puede afectar a los animales y a las plantas que viven allí. Por

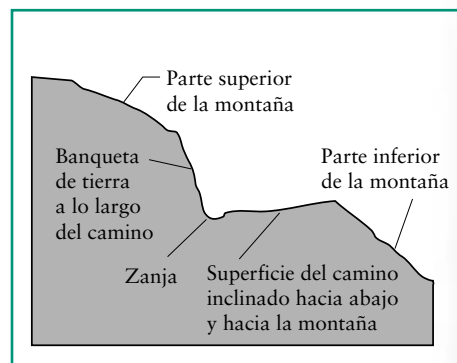


Figura 2. Corte diagonal de una vereda con pendiente hacia abajo y hacia la parte alta de la montaña.

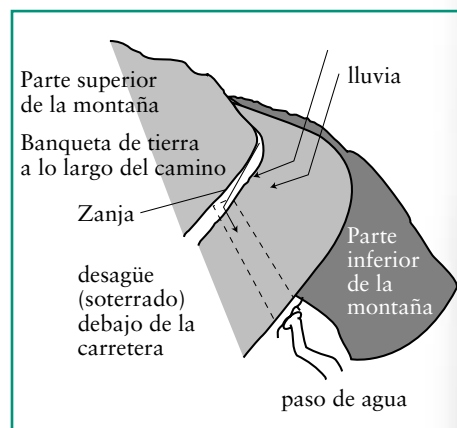


Figura 3. Ilustración de un camino pendiente inclinado hacia abajo y hacia la parte alta de la montaña.

## Glosario:

**Relación:** Cuando dos o más cosas están conectadas de alguna manera.

**Variables:** Cosas que pueden variar en números o en cantidad.

**Erosión del suelo:** El movimiento del terreno de un lugar a otro, usualmente por causa del viento o el agua.

**Cálculos:** Hallar valores que se aproximan al valor real.

**Sedimentación:** El proceso de depositar tierra y otras partículas que carga el viento o el agua.

**Alcantarilla:** Tubo que pasa por debajo de un camino.

**Cuenca hidrográfica:** un área de tierra con arroyos pequeños que entrega agua y sedimento a otro más grande.

ejemplo, el sedimento puede sofocar los huevos de los peces y hacer que mueran. Los científicos en este estudio quisieron buscar la manera de predecir la cantidad de erosión causada por las veredas.



### Preguntas para reflexionar

- ¿Has visto cómo grandes cantidades de agua fluyen a través de los caminos pavimentados durante una fuerte lluvia? ¿Crees que el camino está erosionando el suelo? ¿Por qué o por qué no?
- ¿Que fuerza básica hace que el agua corra cuesta abajo? ¿Crees que hay una manera de evitar que el agua fluya cuesta abajo? ¿Por qué ésto es importante para las personas que construyen veredas?

### Métodos de investigación

Los científicos decidieron poner a prueba un programa de computadora que había sido desarrollado para la agricultura. El programa de computadora estaba diseñado para ver las tierras de cultivo como *cuencas hidrográficas* y para predecir la cantidad de erosión que podía ocurrir. Los científicos decidieron que una vereda con pendiente hacia abajo y hacia adentro puede ser considerada también como una cuenca hidrográfica. Seleccionaron 74 secciones de vereda a lo largo de la costa montañosa de Oregón. De esas secciones recolectaron información (*data*) sobre la altura de la banqueta del vereda, la cubierta vegetal, el largo de la

vereda, y la pendiente, y sobre las características de la zanja (mira las figuras 2 y 3 otra vez). También recolectaron información sobre la erosión del suelo. Hicieron ésto midiendo la cantidad de tierra que era arrastrada a través de un tubo subterráneo que caía entre los baldes de recolección (figura 4).

Los científicos decidieron que el programa de computadora podía estimar más o menos bien la cantidad real de erosión. Decidieron esto porque la cantidad de erosión real era casi igual a la cantidad calculada por el programa de computadora. Así



Figura 4. Tubo subterráneo y recipiente de recolección usado para medir la erosión del suelo.

podieron usar el programa de computadora para determinar qué características de las veredas (ver figuras 2 y 3) están *asociadas* con una mayor erosión del suelo. Para lograrlo, desarrollaron una cantidad de combinaciones distintas de características de veredas y designaron números para describir esas características en la computadora. Por ejemplo, desarrollaron combinaciones que representaban caminos de diferentes largos, o combinaciones que representaban caminos con diferentes pendientes, cambiando una sola característica a la vez. De esa manera fueron capaces de usar el programa de computadora para identificar cuáles características tienen más efectos en la erosión del suelo y la sedimentación (ver figura 5).



### Preguntas para reflexionar

- ¿Por qué los científicos utilizaron información de veredas

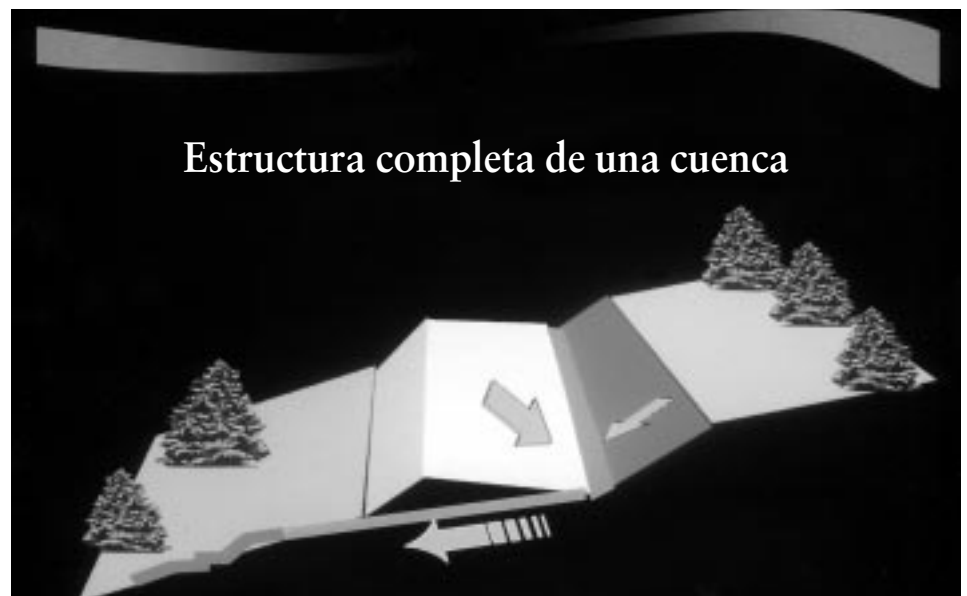


Figura 5. Imagen de computadora de una vereda inclinada hacia abajo y hacia la parte alta de la montaña.



## ¡Hagamos una vereda!

Para poder transportar las personas al área de esquiar durante los Juegos Olímpicos de Invierno del 2002 en Salt Lake City, fue necesario construir una vereda en la montaña. Tal como lo habrás aprendido en este artículo sobre veredas en montaña inclinadas hacia abajo y hacia la parte alta de la montaña, la construcción de una vereda en la montaña es muy compleja. Mientras planificaban la vereda, los organizadores de los Juegos Olímpicos de Invierno

del 2002 descubrieron que no todas las personas estaban de acuerdo en cuál era la mejor manera, o el mejor lugar, para construir la vereda. Algunas personas estaban preocupadas por los daños potenciales al medio ambiente. En lugar de discutir, los organizadores encontraron una manera mejor para construir el camino. ¿Puedes adivinar lo que hicieron?

Invitaron a todos para planear el camino juntos. De esa manera, las opiniones de todas las per-

sonas fueron representadas. Cuando la vereda fue terminada cumplía con las necesidades de todos. El camino proveía acceso al área de esquiar, y al mismo tiempo protegía las áreas naturales y la fauna que vive en ellas. ¡El trabajo en equipo da buenos resultados!



de tierra reales para probar el programa de computadora?

- ¿Cómo sabían los científicos cuando una característica de la vereda afectaba la erosión del suelo?

## Hallazgos

Con el programa de computadora, los científicos descubrieron que las veredas largas y las veredas con pendientes más empinadas causan mayor erosión al suelo. En todos los casos, la zanja también experimentó un poco de erosión. Las zanjas aplanadas mediante el uso de grandes máquinas causaron mayor erosión que las zanjas que no fueron mantenidas con estas técnicas. Las banquetas de tierra más altas o aquellas con menos plantas se erosionaron más que las banquetas bajas y que aquellas en las que crecían más plantas. Sin embargo, las banquetas de tierra no causaron mucha erosión porque la tierra en las banquetas absorbe mejor el agua. La mayoría del agua que causa erosión fluye a través de la vereda y dentro de la zanja.

Después de que el agua fluye dentro de la zanja, baja por dentro de un tubo subterráneo cuesta abajo, puede seguir un canal natural o un canal creado por el hombre. Los científicos descubrieron que los canales de agua largos causan menos sedimentación en las quebradas y en los ríos. Esto pasa porque el agua, al fluir cuesta abajo, deja sedimento a lo largo del canal. Si el canal de agua es corto y el agua entra a la quebrada rápidamente, más sedimento del camino es arrastrado hacia el río.



## Preguntas para reflexionar

- Si no se hubiera construido una vereda, ¿qué hubiera sucedido con el agua de lluvia al ir cayendo en el bosque?
- Cuando el agua fluye a través de un camino de tierra en el bosque, ¿a dónde llega eventualmente?

## Implicaciones

Por medio del uso del programa de computadora, los científicos pudieron entender mejor cómo las diferentes características de las veredas afectan la cantidad de erosión del suelo y de sedimentación. Imagina lo difícil que sería encontrar secciones de vereda reales con tanta variedad de características. Aún si los científicos lograran encontrar todas esas secciones de veredas, tendrían que observar y medir las cantidades de erosión en cada una. ¡Y solo habrían podido hacerlo mientras llovía! Además, sus medidas serían diferentes dependiendo qué tan fuerte estuviera lloviendo y por cuánto tiempo llovía. Ésto demuestra que los programas de computadora pueden ser bastante útiles. Cuando los científicos quieren estudiar algo muy complejo tal como la erosión de las veredas es útil tener un programa de computadora. Pero, recuerda, primero los científicos deben poner a prueba el programa con información real para asegurarse de que funciona bien.



### Preguntas para reflexionar

- Los programas de computadoras pueden ayudar a los científicos a entender otras situaciones complejas. Nombra otros tres ejemplos de situaciones complejas en las cuales los programas de computadoras podrían utilizarse.
- Imagina que eres un científico. ¿Qué le dirías a la gente cuando te preguntara cuál es la mejor manera de diseñar veredas en los bosques? Recuerda, puedes modificar algunas de las características (ver figura 1), pero no todas.



### Descubriendo los hechos

En esta actividad, vas a construir tu propio camino con pendiente hacia abajo y hacia la parte alta. Consigue 2 cajas grandes de cartón. Tu maestro o maestra debe quitarles las tapas a las cajas. Forra los lados y las partes de abajo de las cajas con plástico. Llena la mitad de cada caja de tierra. Comienza por construir una montaña en cada caja. La montaña debe inclinarse en dos direcciones (ver la ilustración). Ahora, comienza a construir un camino pendiente que se incline hacia abajo y hacia la parte más alta de la montaña.

Observa la figura 1 del artículo para tener un ejemplo. No olvides construir una zanja hacia adentro. Usa sorbetos plásticos como tubos bajo tierra a lo largo del camino. Vas a necesitar cortar la punta del sorbeto antes de enterrarlo debajo del camino (ver ilustración). Después, construye un canal de agua desde el tubo y hacia abajo creando zanjas cuesta abajo. Los canales de agua deben llegar a la esquina más baja de la caja. En una de las cajas, coloca bloquitos de pasto (pequeñas secciones de pasto desenterradas con una pulgada de tierra) en la parte alta, en la banqueta de tierra, y en la parte baja de la pendiente (pero no en el camino ni en el canal de agua).

Cuando hayas terminado de construir el camino en cada caja, simula una lluvia con una

regadera. ¿Qué pasa con el agua y con la tierra en cada caja? ¿Hay alguna diferencia en la cantidad de erosión (tierra arrastrada cuesta abajo) entre las 2 cajas? ¿Por qué o por qué no? ¿Qué conclusiones puedes sacar de la construcción de caminos pendientes inclinados hacia abajo y hacia la dirección de la elevación de tierra? ¿Qué podrías hacer para reducir la erosión de tu vereda?

Tomado de Tysdal, Laurie M.; Elliot, William J.; Luce, Charles H.; y Black, Thomas A. (1999). Modelo de erosión del suelo de caminos de bajo volumen e inclinados hacia abajo y hacia la parte alta de la montaña con modelo de cuenca WEPP. National Academy Press: *Transportation Research Record*, 2(1652): 250-256.

### En internet:

<http://forest.moscowfsl.wsu.edu/>

