



**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DEL ESTADO
DE MÉXICO**



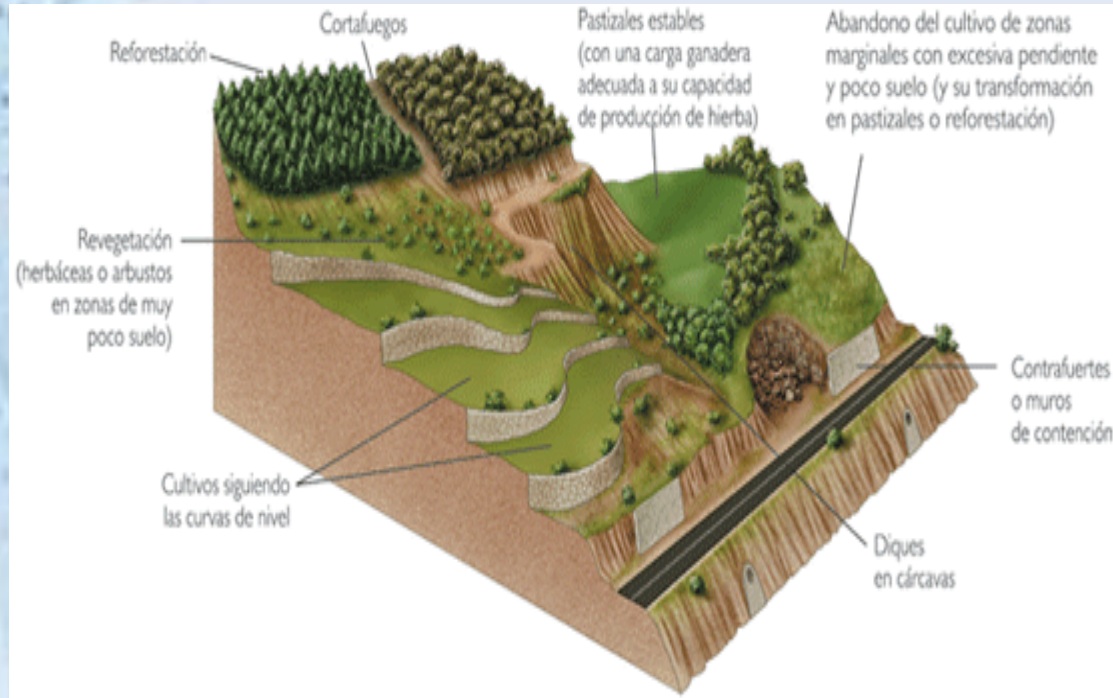
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

LABORATORIO DE EDAFOLOGÍA

**LICENCIATURA
INGENIERO AGRÓNOMO
FITOTECNISTA**



UNIDAD DE APRENDIZAJE



USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO, AGUA Y PLANTA

LA UNIDAD DE APRENDIZAJE USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL SUELO, AGUA Y PLANTA DE ACUERDO AL MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA ESTA LOCALIZADA EN EL CUARTO SEMESTRE LA LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA.

EL MATERIAL DIDÁCTICO TIENE COMO PROPÓSITO CONOCER LA FUNCIÓN DEL SUELO PARA LA OBTENCIÓN DE ALIMENTOS PARA EL SER HUMANO Y ANIMALES, ES FUNDAMENTAL, PERO LA SOBRE EXPLOTACIÓN DE ÉSTE RECURSO NATURAL LO HA LLEVADO A LA DEGRADACIÓN, SIENDO UN FACTOR GRAVE DE ESA DEGRADACIÓN LA EROSIÓN, FENOMENO POR EL CUAL SE PIERDE EL SUELO Y AL SUCEDER ESTO, IGUALMENTE EXISTE UNA PÉRDIDA DE ELEMENTOS NUTRITIVOS QUE REQUIEREN LAS PLANTAS PARA SU CRECIMIENTO Y DESARROLLO.

LAS MEDIDAS AGRONÓMICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS PERMITEN PRINCIPALMENTE EL AUMENTO DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SUELO MEDIANTE SISTEMAS DE MANEJO DIRECTO.

ESTAS MEDIDAS INCLUYEN PRÁCTICAS QUE SE REALIZAN EN LA PREPARACIÓN DEL TERRENO PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN, PERO QUE TIENEN EL PROPÓSITO SECUNDARIO DE REDUCIR LA ESCORRENTÍA (AGUA DE LLUVIA QUE SE DESPLAZA POR LA SUPERFICIE DEL TERRENO) Y LA EROSIÓN.

ADEMÁS, CONTRIBUYEN DIRECTAMENTE A MEJORAR LA TEXTURA, POROSIDAD Y FERTILIDAD DEL SUELO.

UNA DE LAS RAZONES POR LA CUAL CUIDAR EL SUELO, ES PORQUE JUEGA UN PAPEL IMPORTANTE EN LA AGRICULTURA.

POR OTRO LADO, DEPENDIENDO DEL CUIDADO QUE LE DEMOS AL CULTIVO BENEFICIARÁ O PERJUDICARÁ AL SUELO.

ES POR ESO QUE SE HAN DESARROLLADO DIFERENTES VÍAS O PROCESOS PARA PODER POTENCIAR EL CUIDADO DEL MISMO.

SI EL SUELO SE ENCUENTRA PROTEGIDO Y BIEN CUIDADO, ESTO AYUDARÁ A CREAR MÁS NUTRIENTES PARA LAS PLANTAS Y CULTIVOS.

Y POR CONSECUENCIA, TENDREMOS ALIMENTOS SANOS, AIRE PURO QUE BENEFICIARÁ A TODOS Y CADA UNA DE LAS PERSONAS.

ADEMÁS EL SUELO PUEDE MANTENER EL MEDIO AMBIENTE MÁS LIMPIO GRACIAS A LOS NUTRIENTES Y ESTRUCTURA QUE ESTE PUEDE TENER.

POR LO TANTO, SE PUEDE RATIFICAR QUE EN TODOS LOS CLIMAS, TOPOGRAFÍAS, SUELOS Y CLASES DE EXPLOTACIONES SE REQUIEREN PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN YA SEA PARA PREVENIR O RESTAURAR LA EROSIÓN, PARA APROVECHAR MEJOR LOS SUELOS Y LAS AGUAS O PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.

ASIMISMO, CON LAS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN, TAMBIÉN SE BUSCA SOSTENER LOS NIVELES DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL SUELO Y CONSERVAR LA FERTILIDAD NATURAL A TRAVÉS DEL TIEMPO.



CALCULO DE LA PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN

INTRODUCCIÓN

El interés en determinar los efectos de las pérdidas de suelos, y reconocer la importancia del rol de la erosión en el transporte de nutrientes asociados a los sedimentos movilizados en los ecosistemas terrestre y acuático, ha evidenciado la necesidad de realizar evaluaciones cuantitativas de rangos y patrones de pérdidas de suelo, desde terrenos agrícolas y forestales.

En particular, esto es necesario para determinar montos de erosión neta, es decir, la razón o proporción de sedimentos movilizados por la erosión del suelo, que es transportado hacia los cursos de agua.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las evaluaciones de erosión, están abocadas a estudios de casos particulares, en los cuales se han medido o estimado las pérdidas de suelo, la escorrentía superficial y, excepcionalmente, la merma de nutrientes ocurridas en determinadas situaciones.

En relación a los modelos experimentales, los más conocidos son las parcelas de escurrimiento y las parcelas con clavos de erosión.

Las parcelas de escurrimiento involucran la captación del caudal líquido y sólido, pero son difíciles de implementar por costos y tecnología

Por su parte, la metodología de los clavos de erosión es un método experimental sencillo, directo, de gran precisión y principalmente de bajo costo, en los cuales la estimación de pérdida de suelo se realiza totalmente en terreno.

INTRODUCCIÓN.

La cuantificación del suelo que se pierde por erosión bajo determinadas condiciones, es de gran importancia, tanto para evaluar la magnitud del proceso, como también para propósitos de planeación en el uso y/o manejo de los terrenos.

En ambos casos es necesario contar con un parámetro de referencia para determinar la gravedad del problema y/o la necesidad de realizar acciones de protección del suelo.

Este parámetro se ha denominado "límite permisible de erosión" o "tolerancia a la pérdida de suelo", concepto que se trata a continuación.

**CALCULO DE LA
PERDIDA DE
SUELO POR
MEDICIÓN
DIRECTA.**



El entendimiento conceptual de la erosión es importante, pero para propósitos prácticos es necesario también cuantificarla bajo determinadas circunstancias de uso y manejo.

Así, esta magnitud se podrá comparar con la pérdida permisible, y con ello se tendrá un criterio fundamentado para decidir sobre la necesidad de establecer un programa de Conservación de suelos en determinada zona.

El concepto de límite permisible de erosión

El límite aceptable, se define como “la tasa máxima de erosión de suelo que permite que se sostenga un alto nivel de productividad” (Morgan, 1984).

Como se ha indicado, en alguna medida la erosión es un proceso natural (erosión geológica); pero simultáneamente los procesos de formación del suelo actúan, transformando la roca y los residuos orgánicos en suelo.

En condiciones de inalterabilidad o naturales, ambos procesos alcanzan un equilibrio dinámico, ocasionando la conservación del suelo en, o tiende a una condición climax, en función de los factores que inciden en el.

Pero a través del tiempo, ese equilibrio se ha alterado por el hombre debido a las diversas actividades que ha establecido en el suelo, ocasionando la aceleración de los procesos de degradación del suelo.

Por otro lado, se dice que el suelo se conservará si los procesos de pérdida no superan en magnitud a los de formación.

De los cual se desprende el establecimiento de un nivel aproximado de tolerancia a la pérdida de suelo.

La definición del límite, se origino con investigaciones en EUA, de acuerdo a la velocidad de formación del suelo.

Estos estudios indicaron que bajo condiciones naturales se requieren aproximadamente 300 años para formar una capa de 25 mm de espesor, mientras que en condiciones de uso agrícola ese tiempo se reducía a la decima parte.

De acuerdo a lo anterior, y asumiendo una densidad aparente promedio del suelo de 1.3 t/m³, la tolerancia a la pérdida de suelo (Tps) sería:

$$\text{Tps} = 25 \text{ mm} \times 10\,000 \text{ m}^2/\text{ha} \times 1.3 \text{ t/m}^3/30 \text{ años} \times (10^{-3} \text{ n/mm})$$

$$\text{Tps} = 108 \text{ t/ha año}$$

Este valor ha sido considerado como tal, pero también se han realizado modificaciones considerando circunstancias particulares, como la profundidad efectiva del suelo.

Al respecto, según autores citados por Morgan (1984), los valores adoptados como límite permisible de erosión en terrenos agrícolas fluctúan entre 2 t/ha año para suelos delgados muy erosionables, y 13 t/ha año para suelos profundos de bajo riesgo de erosión.

Sobre el mismo tema, Romo (1987) cita valores de pérdida permisibles de suelo en función de la profundidad y el material parental subyacente, establecido por el Servicio de Conservación de Suelos de EUA.

Estos valores se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro. Pérdidas permisibles de suelo. Fuente: Romo (1987)

Prof. Del suelo (cm)	Material parental	Pérdida permisible (t/ha año)				
		11.2	9.0	6.7	4.5	2.2
> 100	Rocoso	*****				
> 100	Arena o grava	*****				
50 – 100	Rocoso		*****			
50 – 100	Arna o grava		*****			
25 – 50	Rocoso				*****	
25 – 50	Arena o grava			*****		
10 – 50	Lecho arcilloso			*****		
< 25	Lecho rocoso					*****
< 25	Arena o grava				*****	
< 10	Lecho arcilloso				*****	

Considerando lo anterior

Se han desarrollado diversos métodos para cuantificar la magnitud de la erosión

algunos basados en la determinación directa del suelo perdido por erosión

otros constituyen estimaciones numéricas del proceso.

Las estimaciones directas, para ser precisas, requieren la inversión de tiempo, esfuerzo y costo considerables, y además son cuantificaciones locales, con restricciones para su extrapolación; por ello se les utiliza básicamente en investigación.

A su vez, si se dispone de la información necesaria, la estimación numérica mediante la EUPS (que será descrita mas adelante) proporciona información suficientemente confiable para la planificación de la conservación del suelo.

Entre los métodos desarrollados para la cuantificación directa de la pérdida de suelo por erosión se tiene:

Cuantificación de la producción de sedimentos en una cuenca

Uso de varillas marcadas, o clavos y rondanas

Lotes de escurrimiento

Cubicación de cárcavas



MÉTODO DE VARILLAS MARCADAS

Este método consiste en clavar firmemente unas varillas sobre el terreno bajo estudio, distribuidas en cuadrícula para representatividad; al instalarlas, cada varilla debe ser marcada al nivel de la superficie del suelo para referencia posterior.



Después de un periodo dado (por ejemplo un año), se registra la distancia (mm) desde la marca de la varilla hasta el nivel actual de la superficie del suelo; el promedio de esas distancias será el espesor de suelo perdido, dato que puede ser expresado en ton/ha año, conocidas la densidad aparente del suelo y la superficie del terreno.



Entre las ventajas de este método se tiene su bajo costo y la información espacial sobre la distribución del proceso erosivo.



Y como desventajas se tienen la susceptibilidad de las varillas a ser alteradas por el paso de ganado y/o eventos similares, y que la información proporcionada es relativamente puntual.

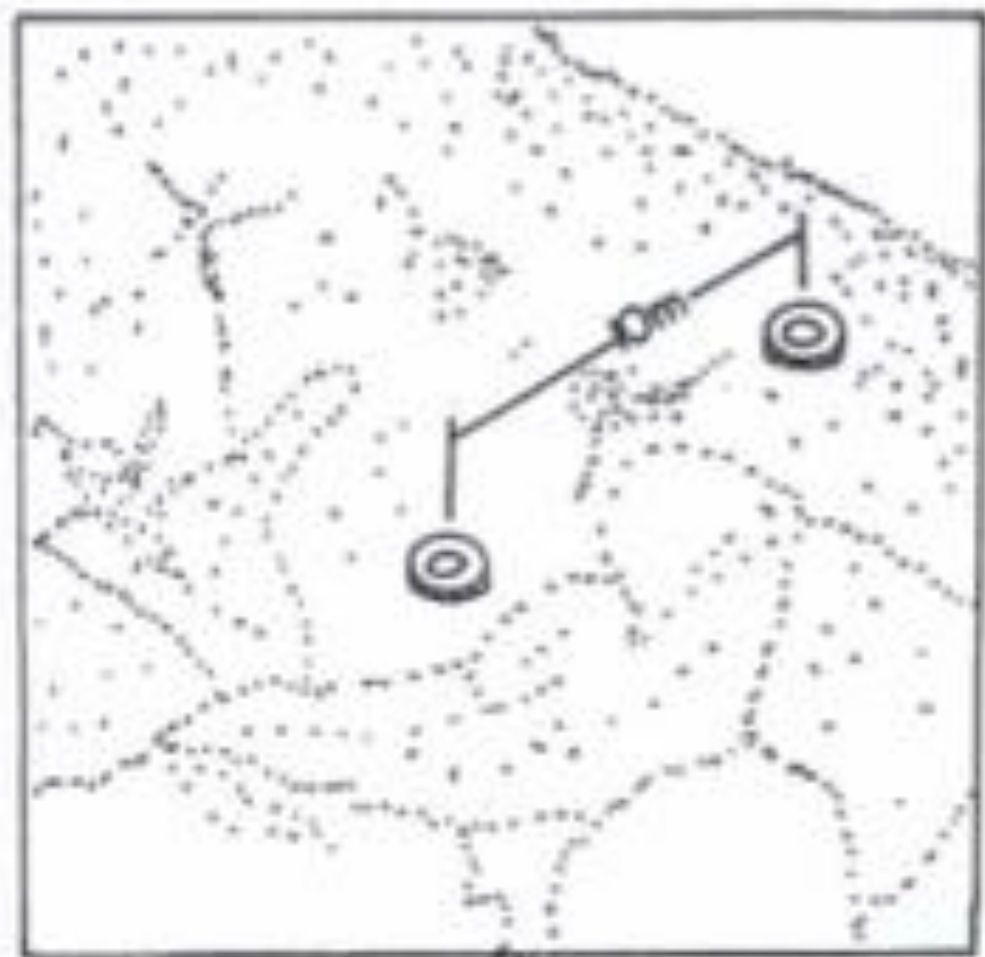


Figura 1.- Colocación de las rondanas

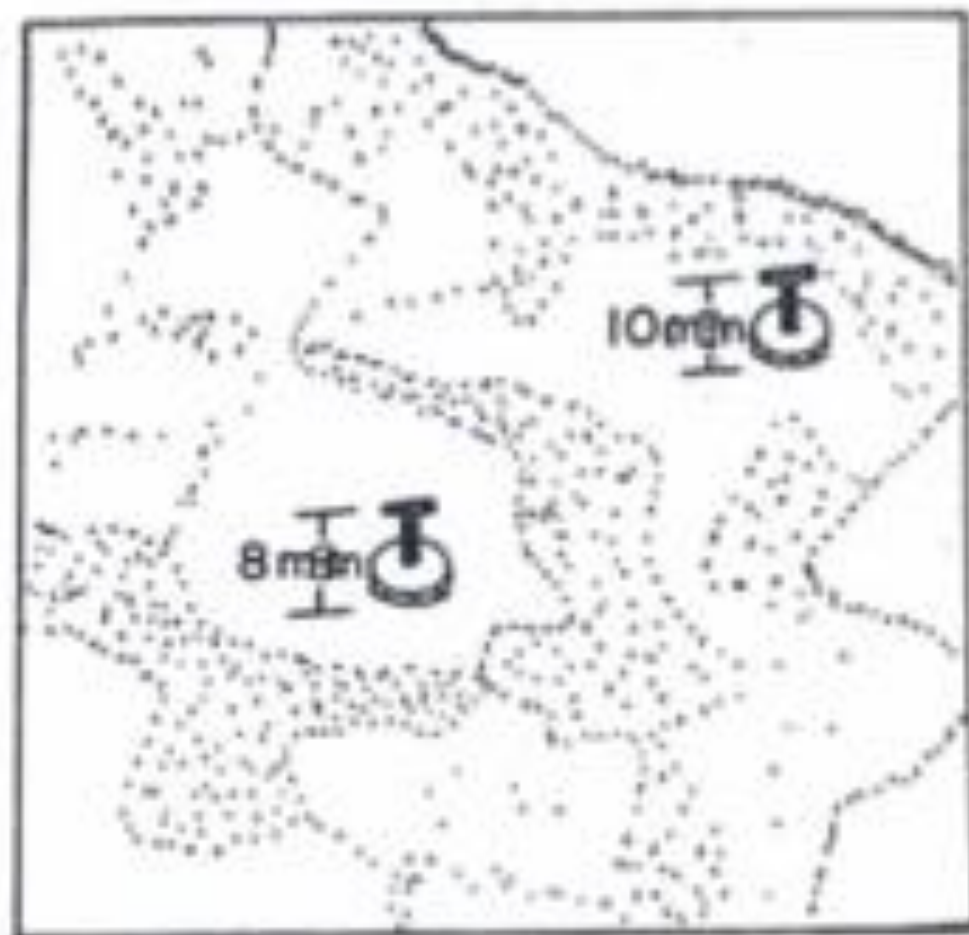


Figura 2.- Medición de lámina perdida

Método Mejorado

Debido a las dificultades mencionadas al método se le hicieron varias modificaciones para poder ser adaptado a las características topográficas de la zona de estudio.

Se marcan al centro (25 cm) con un anillo rojo de aproximadamente 10 cm de ancho.

La varilla marcada se introduce en la tierra hasta la marca de los 25 cm, de manera que la parte inferior del anillo toque ligeramente la superficie del suelo.

Se utilizan varillas de hierro liso de 3/8 de diámetro y 50 cm de largo

Se coloca a distancias de 5 metros formando un transecto.

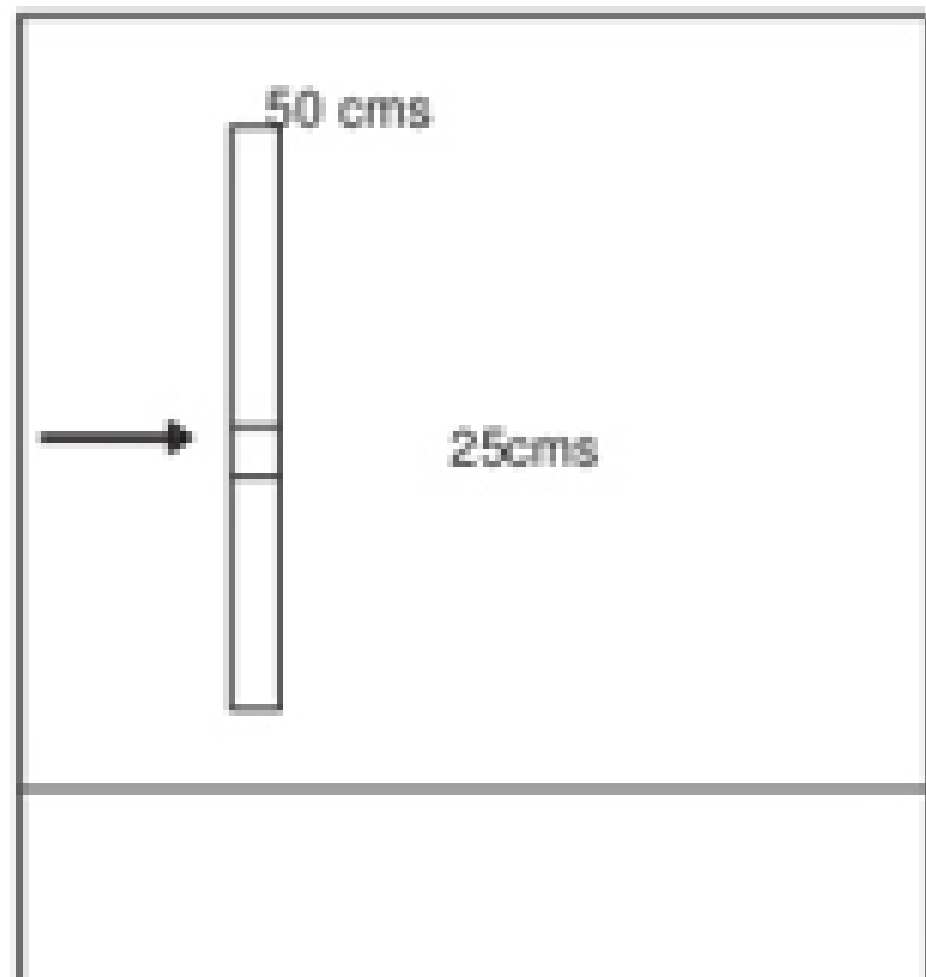


Figura 3. Método de Clavos y rondanas modificado

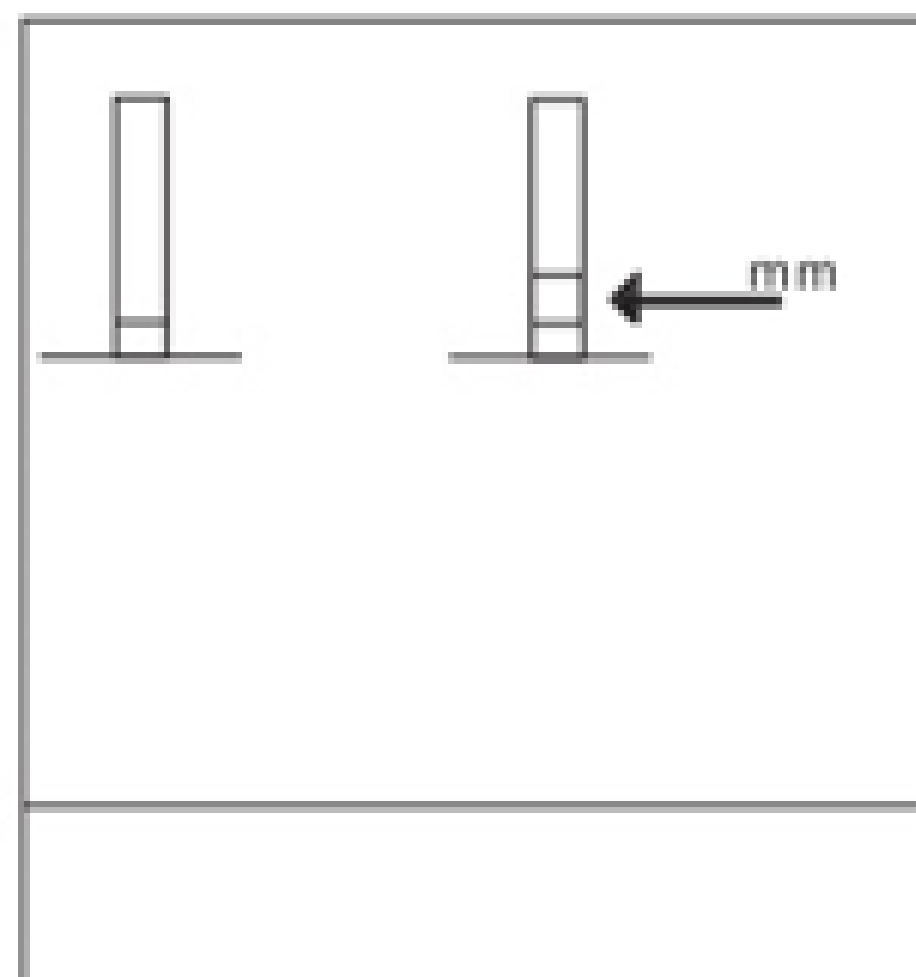


Figura 4. Pérdida de suelo en milímetros

EJEMPLO

Se cuenta con datos (en mm) registrados en la estimación de pérdidas de suelo para un terreno de 2 ha en el lapso de un año, utilizando este método, los datos son:

* 5	*7	*2	* 1	* 0	*0	*3	* 5	*4	*0
* 2	*5	* -5	* 0	* 3	* -2	* 1	* 2	*2	*1
	*0	*-4	* 1	* -3	* 1	* 0	* 7	*5	*2
				* 1	* -2	* 1	* 5	*2	*3
* -2	*-1	* 3	* 5	* 7	* 2	* 4	* 1	*0	*0
	*-1	* 4	* 7	* 3	* 3	* 2	* 0	*1	*3

Signo positivo

$$5 + 7 + 2 + 1 + 3 + 5 + 4 + 2 + 5 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 7 + 5 + 2 + 1 + 1 + 5 + 2 + 3 + 3 + 5 + 7 + 2 + 4 + 1 + 4 + 7 + 3 + 3 + 2 + 1 + 3 = 116 \text{ mm}$$

Signo negativo

$$(-5) + (-2) + (-4) + (-3) + (-2) + (-2) = -20 \text{ mm}$$

Cero

5; no se consideran

Total de lecturas con valor = 36 de signo positivo menos 6 de signo negativo

$$= 53 - (-5)$$

$$\text{Total} = 48 \text{ mm}$$

El espesor promedio de pérdida de suelo será:

$$\text{Promedio de pérdida} = 48/40 = 1.2 \text{ mm}$$

Por otro lado, el volumen de suelo perdido será:

$$\begin{aligned} (1.2 \text{ mm}) (10^{-3} \text{ m/mm}) (2 \text{ ha}) (10^4 \text{ m}^2/\text{ha}) &= 24 \text{ m}^3/2 \text{ ha} \\ &= 12 \text{ m}^3/\text{ha} \end{aligned}$$

Finalmente:

$$\begin{aligned} \text{Peso del suelo perdido} &= (12 \text{ m}^3/2 \text{ ha}) (1.3 \text{ t/m}^3) \\ &= 15.6 \text{ t/ha} \end{aligned}$$

A microscopic image of a fish gill cross-section, showing the intricate structure of the gill filaments and lamellae. The image is in grayscale, highlighting the fine details of the tissue.

TRANSECTO DE CÁRCAVAS

Los canalillos y cárcavas someras se miden a lo largo de un transecto.

Es conveniente localizar transectos estacados al contorno, aproximadamente cada 15 metros.

La profundidad y anchura se miden con una cinta métrica.

Los pasos a seguir en este método son:

1. Se selecciona un transecto que sea representativo de la cárcava y se ubican tres sitios como mínimo con separación de 10 metros cada uno, para determinar el área en cada una de las secciones transversales de la cárcava.

A cada sección se le calcula su área inicial con un planímetro o por el método gráfico. Estos valores de las áreas iniciales se registran en la columna 1 del cuadro de datos que se genera.

Con un aparato topográfico y estadal se hace un levantamiento de las tres secciones, desplazando el estadal cada metro o cada cambio de pendiente dentro del cauce y se registran las lecturas de las profundidades de la cárcava: todas las lecturas deben estar referidas a uno o dos bancos de referencia fijos.

Esta información se anota a escala 1:100 en papel milimétrico y los puntos se unen con línea continua.

Después de un determinado periodo de lluvias se procede a levantar las secciones transversales nuevamente al considerar los puntos de referencia (banco de nivel) y estas lecturas de profundidad se llevan al mismo papel milimétrico y se unen con líneas punteadas.

En seguida se calcula el área final de las nuevas secciones por cualquiera de los métodos indicados en el punto 4 y estos datos se anotan en la columna 2 del cuadro de datos.

A continuación se obtienen las diferencias de áreas perdidas por erosión en cada uno de los tres tramos de 10 metros y si se supone además que estas tres secciones representan la variación de la cárcava en la longitud de 30 metros, entonces, consecuentemente se puede suponer también que la pérdida promedio sea el promedio de las tres secciones.

O sea la pérdida promedio por metro lineal en el tramo de 30 metros comprendido entre las tres secciones

CUBICACIÓN DE CÁRCAVAS

Este método consiste en cuantificar el volumen "vacío" de suelo, esto es, el volumen dejado por el suelo que fue arrastrado durante el proceso erosivo en la cárcava.

Para ello se requiere medir la superficie de una serie de secciones transversales en la cárcava, las que multiplicadas por la longitud del transecto para el cual son representativas, proporcionan el volumen de material perdido por erosión.

Ese volumen puede ser también expresado en toneladas si se asume una densidad aparente del suelo como en el caso anterior.

Debido a que las secciones de la cárcava por lo general son de forma irregular, el calculo de su superficie puede parecer complicado.

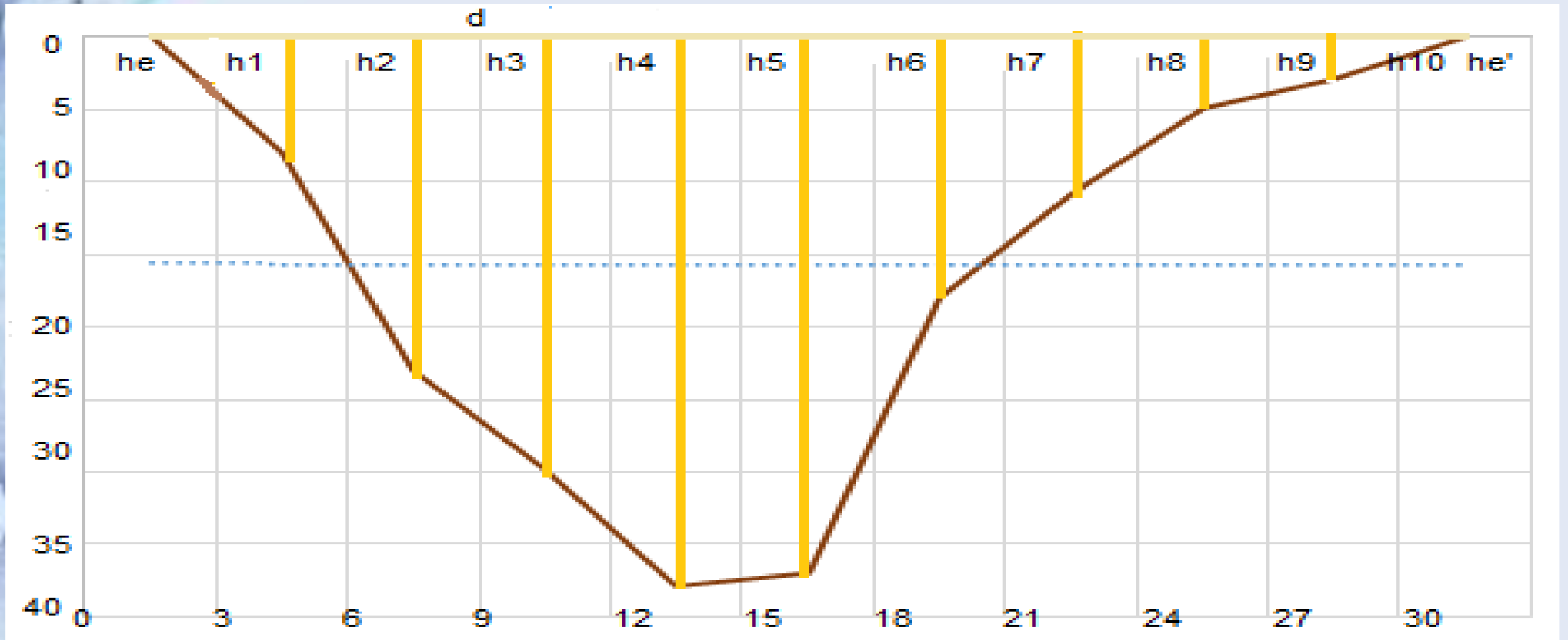
No obstante, esto se simplifica mucho sistematizando el procedimiento de medición en campo, para expresar la superficie de la sección mediante una formula, como se muestra en el ejemplo siguiente.

Ejemplo.

Al cubicar un transecto de cárcava, se determino la "altura" siguiente para la primera sección transversal, las cuales fueron medidas a equidistancias de 0.5 m:

Altura	he	h1	h2	h3	h4	h5	h6	H7	H8	H9	He'/ 2
Metros	0.0	0.8	2.3	3.0	3.8	3.7	1.8	1.1	0.5	0.3	0.0/ 2

Croquis de la sección:



Asumiendo que en la sección anterior cada sub-área (delimitada por las alturas adyacentes, la distancia "d" y un segmento del cauce) constituye un trapecoide, y la superficie del mismo se puede calcular con la formula:

$$A = h(B + b)/2 = d(h_i + h_{i+1})/2$$

y con la sumatoria de todas las superficies parciales así calculadas, se obtendrá la superficie de la sección transversal de la cárcava. Expresado esto algebraicamente se tiene:

$$\begin{aligned} A_t &= d (h_e+h_1)/2 + d (h_1+h_2)/2 + d (h_2+h_3)/2 \dots d (h_6+h_{e'})/2 \\ &= d/2 ((h_e+h_1) + (h_1+h_2) + (h_2+h_3) + \dots (h_6+h_{e'})) \\ &= d/2 (h_e + 2h_1 + 2h_2 + 2h_3 + 2h_4 + 2h_5 + 2h_6 + h_{e'}) \\ &= d (h_e/2 + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_{e'}/2) \\ &= d (h_e + \Sigma h_i + h_{e'}/2) \end{aligned}$$

Para el caso de que la cárcava en cuestión presente taludes en forma de V, en los extremos de la sección, h_e y h_e' adquieren el valor de cero, y se anulan; en ese caso la fórmula para calcular la superficie de la sección transversal será:

$$A = d \sum h_i$$

La estimación con este método puede ser muy precisa, y no requiere de mucho tiempo o esfuerzo, pero es exclusiva para la cárcava en estudio, y no proporciona información sobre la intensidad del proceso en el tiempo, ni con respecto al terreno en general.

De acuerdo con lo anterior, el cálculo para los datos del ejemplo es:

$$A = 3.0 \text{ m} (0.0/2 + 0.8 + 2.3 + 3.0 + 3.8 + 3.7 + 1.8 + 1.1 + 0.5 + 0.3 + 0.0/2) \text{ m}$$

$$A = 3.0 (17.15) \text{ m}^2$$

$$A = 51.45 \text{ m}^2$$

Si esta sección fuese representativa por ejemplo, de 7.5 m de longitud de la cárcava, el volumen “vacío” será:

$$(51.45 \text{ m}^2) (10.0 \text{ m}) = 514.5 \text{ m}^3$$

$$\text{El peso del suelo} = 1.5 \text{ t/m}^3$$

$$(514.5 \text{ m}^3) (1.5 \text{ t/m}^3) = 771.8 \text{ t}$$



**PARCELAS DE
ESCURRIMIENTO**

Las parcelas o lotes de escurrimiento constituyen uno de los métodos más precisos para cuantificar la pérdida de suelo bajo diversas condiciones de manejo.

Se le utiliza en experimentación, casi con exclusividad, debido al elevado costo y trabajo que implica; pero la información generada por este método ha sido de importancia decisiva para el desarrollo de las estimaciones numéricas de la erosión.

El método consiste en coleccionar el escurrimiento y los sólidos por el arrastrados, generados en una pequeña parcela o lote de forma alargada en el sentido de la pendiente, generalmente con dimensiones de unos 20 o 25 m de largo por 2 m de ancho.

La escorrentía se aísla de la del terreno adyacente colocando láminas de asbesto o un material similar alrededor de la parcela; en la parte inferior de ésta la escorrentía se colecta y se conduce por tubería a un tanque de almacenamiento.

Diariamente, después de cada tormenta, hay que registrar el volumen colectado en el tanque, tomar muestra para cuantificar los sedimentos arrastrados desde la parcela, y desalojar el agua del estanque con el fin de dejarlo listo para coleccionar la producción de sedimentos en el evento siguiente.

Además de los materiales necesarios para instalar el experimento, este método requiere de datos y cálculos sobre la escorrentía máxima esperada, la capacidad de almacenamiento y otros para su diseño adecuado.



Sistema de parcelas de escurrimiento bajo lluvia natural.

Tomado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-perdidas-agua-nitrgeno-fsforo-cultivo-trigo-parc.pdf>



Colectores tapados

Tomado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-perdidas-agua-nitrogeno-fsforo-cultivo-trigo-parc.pdf>

CALCULO DEL PESO DE SUELO PERDIDO POR EROSIÓN

Con los métodos de transectos de cárcavas, clavos con rondanas y corcholatas, se puede conocer la capa de suelo en milímetros perdida por efecto de la erosión

Sin embargo es útil determinar el peso del suelo removido, en un terreno o área, para lo cual se aplica el mecanismo siguiente:

a. Determinar el área a la cual se le quiere cuantificar la erosión.

b. Medir la altura promedio de la capa que ha sido removida por la erosión.

c. Determinar la textura media y la densidad aparente del suelo.

d. Multiplicar la altura promedio de la capa perdida por el área conocida, obteniéndose el volumen del suelo removido, luego este valor se multiplica por la densidad aparente del suelo, se obtiene el peso del mismo, con la fórmula siguiente:

$$P = H \times A \times \text{dap.}$$

Donde:

P = peso del suelo perdido (toneladas).

H = altura de la capa de suelos removida (m)

Dap = densidad aparente (t/m^3).



**FIN DE LA
PRESENTACIÓN**

GRACIAS

