



POLITÉCNICA



TEMA 16 : Los modelos de erosión



JOSÉ LUIS GARCÍA RODRÍGUEZ
UNIDAD DOCENTE DE HIDRÁULICA E HIDROLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA FORESTAL
E.T.S. DE INGENIEROS DE MONTES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

- Descripción de los modelos de estimación de la erosión hídrica
- Modelos cualitativos
- Modelos cuantitativos
- Modelo matemático de la erosión hídrica de Meyer-Wischmeier
- Modelos paramétricos
- Análisis de los factores dentro de los modelos
- Aplicaciones

Suelo que procede del tramo anterior

D_R

DISGREGACION
POR GOTA DE
LLUVIA

D_E

DISGREGACION
POR
ESCORRENTIA

**Suelo disgregado
en el incremento**

**D, SUELO TOTAL
DISGREGADO
DISPONIBLE**

Comparar

T_R

CAPACIDAD DE
TRANSPORTE
POR LLUVIA

T_E

CAPACIDAD DE
TRANSPORTE POR
ESCORRENTIA

**T, CAPACIDAD
TRANSPORTE TOTAL
EN EL TRAMO**

Si $D < T$

Si $T < D$

Suelo erosionado al tramo siguiente



Disgregación por splash

$$D_R = K_1 \cdot A \cdot I^2$$

Transporte por splash

$$T_R = K_2 \cdot S \cdot I$$

Disgregación por flujo

$$D_F = K_3 \cdot A \cdot S^{2/3} \cdot Q^{2/3}$$

Capacidad de transporte por flujo

$$T_C = K_4 \cdot S^{5/3} \cdot Q^{5/3}$$

Donde, A=Área, I=Intensidad de lluvia, S=Pendiente del terreno (sen θ) y Q=Escorrentía



La modelización trata de dar respuesta a todos aquellos aspectos técnicos que facilitan el conocimiento de los diferentes parámetros e interrelaciones implicados, para posteriormente, con ayuda de las actuales herramientas informáticas, tratar de reproducir el sistema en el que se desarrollan los procesos, ya sea desde el estudio de un simple reguero, a un complejo modelo distribuido que pueda explicar el comportamiento global en una cuenca hidrográfica.

La modelización de los procesos erosivos se basa en la obtención de algoritmos matemáticos que describan la disgregación, el transporte y la deposición de los materiales.



Las tres razones básicas para la modelización de los procesos de erosión, según Lal (1996), son las siguientes:

- a) Se pueden utilizar como **herramientas de predicción en la evaluación de las pérdidas de suelo, en la planificación de conservación de suelos, en los proyectos de planificación, inventario de zonas erosionadas, etc.**
- b) **Los modelos matemáticos con base física**, a través de distintos soportes informáticos, pueden **predecir dónde y cuándo ocurre la erosión**, por lo tanto, ayudan al planificador en las tareas relacionadas con la reducción de la erosión.
- c) Pueden utilizarse como **meras herramientas** que ayuden a **comprender los procesos erosivos, sus interacciones**, estableciendo las prioridades para futuras investigaciones.



Modelos cualitativos

Formas de erosión
Grados de erosión
Rangos y/o baremos

Modelos cuantitativos

Evaluación directa

Parcelas de erosión
Clavos de erosión
Agujas de erosión, etc

Evaluación indirecta

Modelos empíricos
Modelos conceptuales
Modelos con base física

Modelos cuantitativos de evaluación indirecta de la erosión (I)

MODELO NOMBRE/S	TIPO DE MODELO	ESCALA DE APLICACIÓN	RESOLUCIÓN TEMPORAL	RESOLUCIÓN ESPACIAL	COMPONENTES SEPARADAS RILL/INTERILL	EVENTO o CONTINUO	REFERENCIAS
USLE Y RUSLE	Empírico	Laderas	Pérdidas anuales de suelo	No	No	-----	Wischmeier & Smith(1978) y Renard (1994)
SLEMSA	Empírico	Entre ridges	Id	No	No	-----	Elwell (1978)
ANSWERS	Conceptual	Pequeñas cuencas (catchment)	Distribuido	Distribuido (2D)	No	E	Beaslet et al. (1980)
CREAMS	Conceptual	Escala Parcela (Field Scale)	Pérdidas totales por tormentas	No	Sí	E	USDA (1980)
Calvin Rose	Base Física (BF)	Elementos planos (p.e. pendientes uniformes)	Distribuido (D)	Distribuido (1D)	No	E	Rose et al.(1983)

Fuente: ABBOTT, M.B. y REFSGAARD, J.C. (1996). *Distributed Hydrological Modelling*.



Modelos cuantitativos de evaluación indirecta de la erosión (II)

MODELO NOMBRE/S	TIPO DE MODELO	ESCALA DE APLICACIÓN	RESOLUCIÓN TEMPORAL	RESOLUCIÓN ESPACIAL	COMPONENTES SEPARADAS RILL/INTERILL	EVENTO o CONTINUO	REFERENCIAS
SEM	BF	Pequeñas cuencas	D	Distribuido (2D)	Sí (para laderas)	E (continua)	Nielsen y Styczen (1986) DHI y IoG (1992)
WEPP	BF	Versión ladera Versión cuenca	D D	Distribuido (1D) Distribuido (2D)	Sí	Continuo	Lane y Nearing (1989)
EUROSEM/KINEROS	BF	Parcelas individuales y pequeñas subcuencas	D	Distribuido (2D)	Sí	E	Morgan et al. (1995)
EUROSEM/SH E	BF	Laderas y pequeñas cuencas	D	Distribuido (2D)	Sí	C	DHI (1994)
SHESED-UK	BF	Pequeñas subcuencas	D	Distribuido (2D)	No	C	Wicks et al. (1992)

Fuente: ABBOTT, M.B. y REFSGAARD, J.C. (1996). *Distributed Hydrological Modelling*.



Modelos empíricos. Son modelos basados en la lógica inductiva, y generalmente se aplican en aquellas condiciones en las que han sido calibrados. Como ejemplo característico se puede citar el clásico modelo **U.S.L.E.** y el **R.U.S.L.E.**

Modelos conceptuales. Son también conocidos como parcialmente empíricos ó mixtos. Están a medio camino entre los paramétricos y los físicos. Están basados en la integración de los modelos hidrológicos, de erosión y de transporte de sedimentos, con el fin de obtener la emisión de sedimentos a la salida de una cuenca hidrográfica. En este tipo de modelos destacan el **CREAMS** (U.S.D.A., 1980) y el **ANSWERS** (BEASLEY et al., 1980).

Modelos físicos. Son los más extendidos en la actualidad. Su objetivo es representar una síntesis de los componentes individuales que afectan a la erosión, incluyendo las complejas interacciones de los diversos factores que intervienen, así como su variabilidad espacial y temporal. La investigación científica utiliza estos modelos para ayudar a identificar qué partes del sistema son más importantes en el conjunto de los procesos de erosión y, por lo tanto, saber a cuáles hay que prestar mayor atención en el desarrollo de tecnologías de predicción y control. En este caso, se pasa revista a los modelos **W.E.P.P.** (Lane y Nearing, 1989; Nearing et al., 1989) y al modelo europeo, **EUROSEM** (Morgan et al., 1985).

