

EVALUACION Y APLICACION DE MODELOS MATEMATICOS HIDROLOGICOS EN EL MEDIO AGRICOLA Y FORESTAL

Por: Juan Pablo Rueda de la Puerta*

INTRODUCCION

Los efectos causados por focos dispersos contaminantes (fundamentalmente campos de cultivo con técnicas de carácter intensivo) en aguas subterráneas y superficiales, está llegando a ser de interés prioritario desde el punto de vista medioambiental a nivel mundial. Mientras que en la actualidad en España es un problema que se empieza a plantear, en las dos décadas pasadas en Estados Unidos se ha ido incrementando el interés a través del desarrollo de modelos hidrológicos aplicados a focos dispersos contaminantes para la evaluación del manejo de diferentes prácticas agrícolas.

La gran mayoría de estos modelos se centran en la agricultura como el principal foco de contaminación dispersa. Esto es lógico, ya que un gran porcentaje de los sedimentos, productos químicos y fertilizantes que llegan a arroyos ríos, lagos y albuferas son erosionados desde suelos cultivados de uso agrícola (Figura 1).

En el sistema de un bosque natural, el relativo impacto de la escorrentía y erosión en la calidad del agua es mínima debido a que el suelo se encuentra raras veces desprovisto de vegetación. A principios de los años ochenta, tres grupos de investigadores en los Estados Unidos (Lowrance et al. 1984, Cooper 1985, and Jacobs and Gilliam 1985) observaron que los filtros verdes forestales no solo no originaban contaminación dispersa, sino que eran zonas muy efectivas de retención de sedimentos y agentes químicos polucionantes. El término filtro verde forestal se utiliza para indicar una variedad de zonas de vegetación próximas a superficies de agua, generalmente pequeños arroyos, que interceptan la escorrentía producida en campos agrícolas cercanos aguas arriba (Figuras 2 y 3).

Figura 1

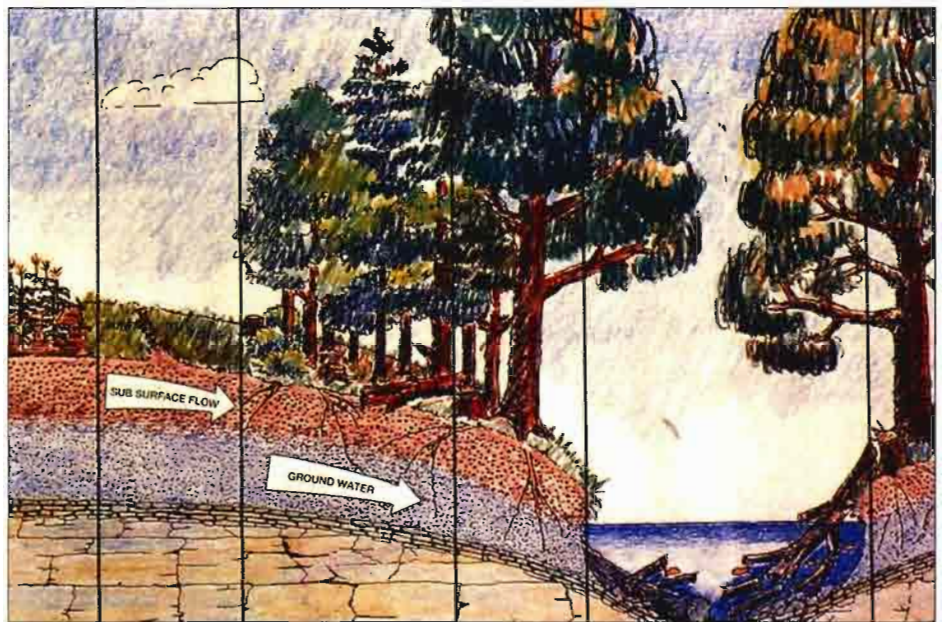
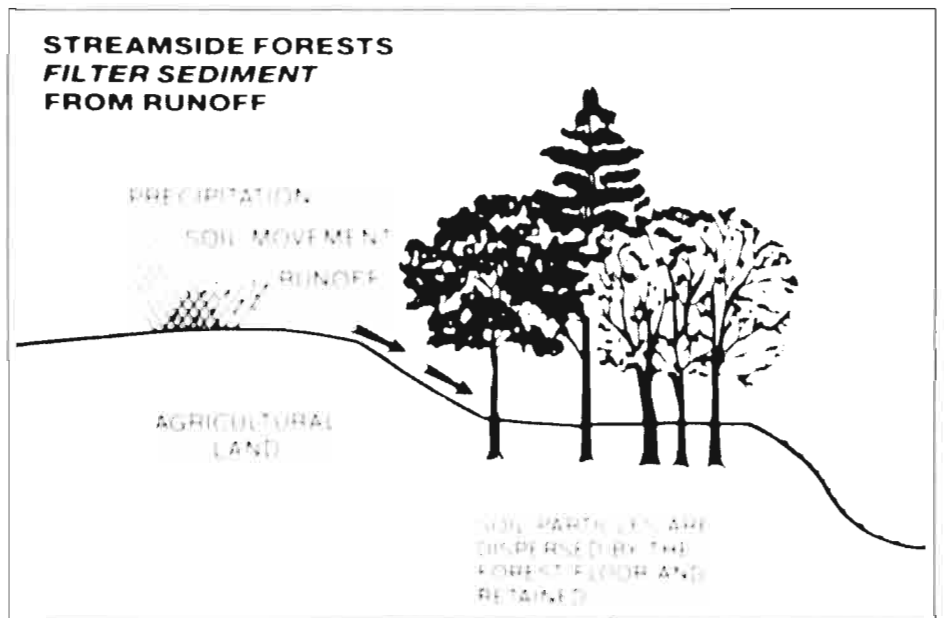


Figura 2



(*) Ingeniero Agrónomo.
Máster en Hidrología y Medio Ambiente
en USA.

REGADIOS

EVALUACION DE UN MOELO HIDROLOGICO

Un modelo matemático hidrológico es un programa, gobernado por ecuaciones matemáticas y leyes físicas de la interacción y movimiento del agua en el suelo, escrito en un lenguaje informático y que intenta simular el comportamiento, en términos de hidrología, de una cuenca hidrológica. Para conseguir este objetivo el modelo requiere una información general de la cuenca a simular y una selección de 15 ó 20 tormentas o eventos para el futuro análisis de sensibilidad y posterior evaluación.

La información necesaria para la simulación de las características de una cuenca hidrológica ("input" del programa) se divide en:

1. Información general.

- Propiedades físicas del suelo (Porosidad, capacidad de campo, infiltración, etc...).
- Propiedades físicas del subsuelo (Diámetro y distribución de macroporos, factores de fricción, permeabilidad, etc...).
- Propiedades físicas de la vegetación (Cobertura y potencial de intercepción de lluvia, coeficiente de Manning, etc...).
- Propiedades físicas de los canales o arroyos (Anchura y coeficiente de Manning).

2. Información específica.

La cuenca se divide formando una malla o red de elementos de igual superficie. El área de los elementos está determinada en función del tamaño de la cuenca y las propiedades de cada elemento son uniformes a lo largo de toda su superficie. La pendiente y la dirección del flujo de escorrentía son dos parámetros que deben definir a cada elemento.

La asociación de ambas informaciones, general y específica, es necesaria, haciendo corresponder a cada elemento un tipo de suelo vegetación y canal o arroyo (en el caso en que el elemento tenga una coincidencia geográfica con el arroyo del terreno). Este problema se puede resolver satisfactoriamente utilizando el Servicio de Información Geográfica (GIS) (Figura 4).

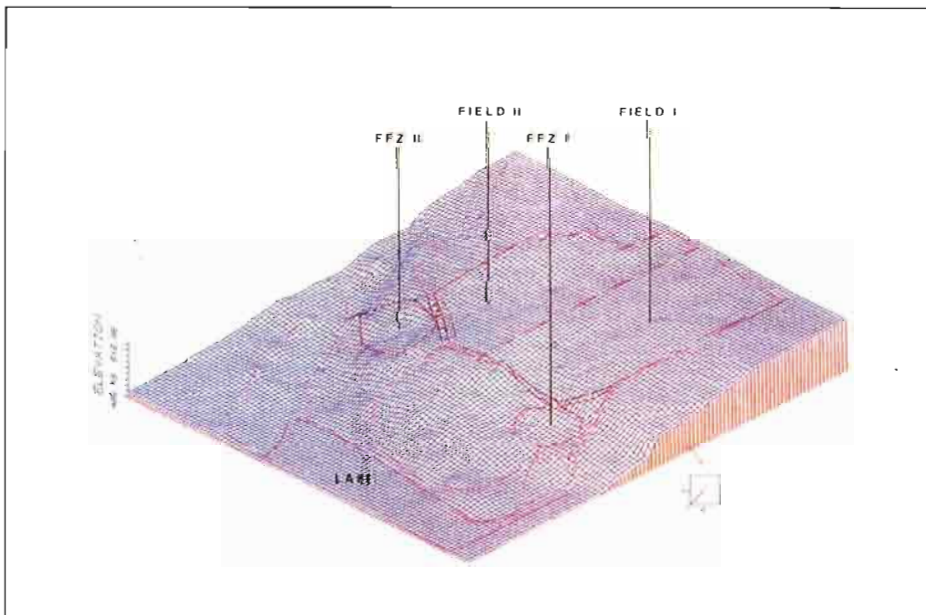
Además, será necesario realizar un análisis de sensibilidad y calibrado del modelo. Con este análisis se pretende conocer la influencia o importancia de cada parámetro en el "output" o resultado del modelo y, lo que es más importante, un ajuste del mismo al área de trabajo.

El último proceso es el de la evaluación y análisis del modelo. Con el modelo hidrológico técnicamente calibrado y con un conjunto representativo de tormentas (archivos "input") se ejecutará el modelo para obtener la hidrógrafa resultado o archivo "output". El criterio de evaluación de una hidrógrafa consiste en el análisis comparativo respecto a la hidrógrafa obtenida en el campo, con variables estadísticas del total de escorrentía, pico máximo y tiempo al pico máximo de escorrentía en una tormenta determinada (Figura 5).

Figura 3



Figura 4



APLICACION DE UN MODELO HIDROLOGICO

Una vez que el modelo ha sido debidamente calibrado, y, tras la determinación de los parámetros más sensibles mediante análisis de campo, la aplicación puede llegar a ser muy diversa y de un contenido de información muy valioso.

1. Evaluación de una cuenca hidrológica conociendo a través del modelo, el flujo de escorrentía y pérdida de suelo para una determinada tormenta, estación y año de tormentas.

2. Desarrollo de mapas en los que figure el potencial erosivo de las diferentes cuencas y subcuencas. Estos mapas pueden ser de gran ayuda a las diferentes Confederaciones Hidrográficas y Administraciones para la elaboración de diversos planes de correcciones hidrológicas encaminados a la prevención de riadas y a un manejo más racional del agua.

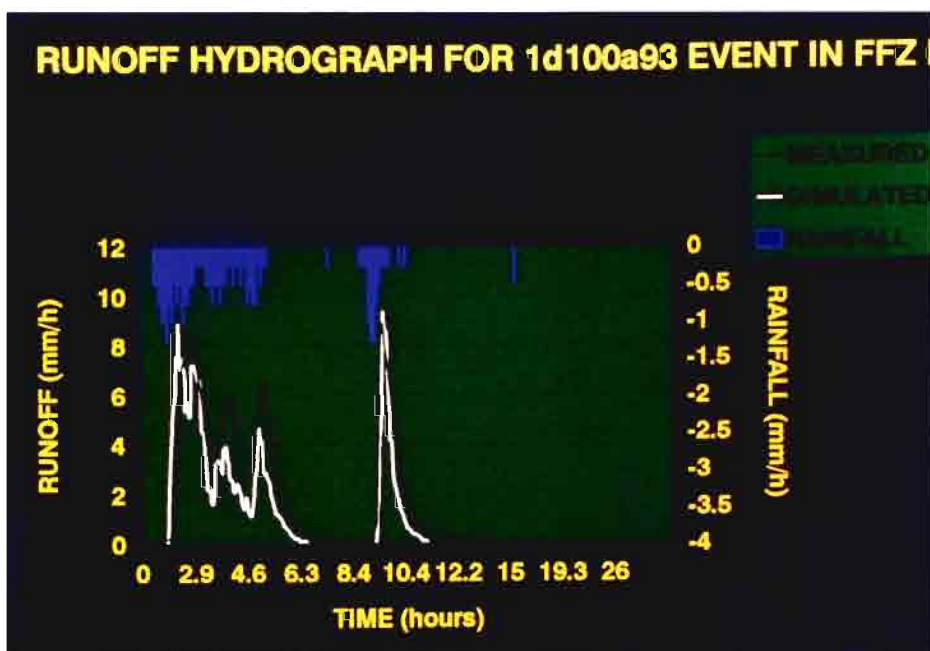
3. Evaluación de filtros verdes forestales. Para ser efectivo un filtro verde forestal (FFZ) situado al final de un campo agrícola deberá tener un área suficiente de dispersión para absorber y estabilizar o degradar los sedimentos y productos químicos provenientes de las diferentes tor-

mentas. Es este trabajo el desempeñado por los modelos hidrológicos, dimensionando los filtros verdes tras un previo calibrado y un análisis de sensibilidad adecuado (Rueda, 1993).

4. Conservación de suelos de uso agrícola. Técnicas de manejo agrícolas (Tipo, época y dirección del laboreo, tipo y época de la siembra, etc...) figuran como parámetros utilizables por el modelo para la evaluación de suelos de uso agrícola. Mediante el uso del modelo se pueden evaluar y comparar todas estas técnicas para un mejor aprovechamiento de las características físico-químicas del suelo.

5. Impacto ambiental. En ciertos modelos de uso agrícola la predicción mediante el uso del modelo se extiende a la determinación de productos químicos (fertilizantes y pesticidas) aplicados a campos agrícolas. Este aspecto puede llegar a tener una gran relevancia desde el punto de vista del medio ambiente evaluando el impacto producido en zonas de alto valor ecológico, por agentes polucionantes aplicados en campos agrícolas de la misma cuenca aguas arriba.

Figura 5



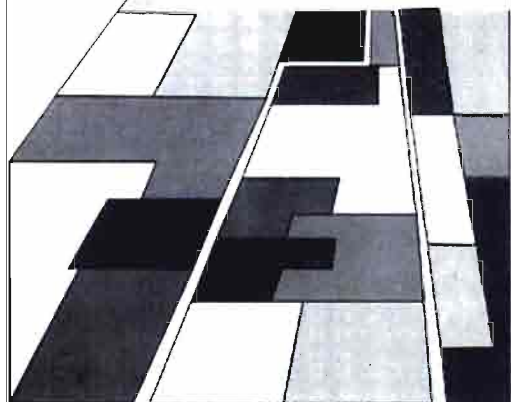
BIBLIOGRAFIA:

1. Beasley, D.B. and Huggins L.F., 1982. Areal nonpoint source watershed environment response simulation ANSWERS user's manual. U.S. EPA-905/982-001.
2. Cooper, J.R., 1985. Ph.D. Thesis, N.C. State University, Raleigh, N.C. Phosphorus and sediment redistribution from cultivated fields in riparian areas.
3. Franklin, E.C., Gregory, J.D. and Smolen,

- M.D., April 1992. Enhancement of the effectiveness of Forested Filter Zones by dispersion of Agricultural Runoff. Water Resources Research Institute of the University of North Carolina.
4. Jacobs, T.C. and Gilliam, J.W., 1985. Riparian losses of nitrate from agricultural drainage water. J. Environmental Quality 14: 272-278.
5. Lowrance, R., Todd, J., Fail J., Hendrickson, O., Leonard, R., and Asmussen, L.E.,

1984. Riparian forests as nutrient filters in agricultural watershed BioScience. 34: 374-377.
6. Rueda, J.P., 1993. Evaluation and application of ANSFOR model in riparian buffer areas. Thesis of Master degree. North Carolina State University.
7. Thomas, D.L., and Beasley, D.B., 1986. A physically-based forest hydrology model. American society of Agricultural Engineers. Vol. 29 n.º. 4: 962-972.

EL CATASTRO DE RUSTICA



EL CATASTRO DE RUSTICA

1er CURSO DE FORMACION

SECRETARIA DEL CURSO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Andalucía Occidental

C/. Beatriz de Suabia, 108 - 1.º B
Teléfs. 463 81 33 - 463 83 23
Fax 464 22 27 - 41005-SEVILLA

DESARROLLO DEL CURSO

Mes de Mayo de 1994
Días del 2 al 31
De Lunes a Viernes de 18,00 a 21,00 horas.

LUGAR

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Sevilla (Cortijo de Cuarto) BELLAVISTA