

RELACIONES ENTRE LOS FLUJOS HIDRICOS SUPERFICIALES Y MORFOLOGIA DE LADERAS. UN METODO SENCILLO DE VISUALIZACION

Antonio Pou*

RESUMEN

Se describe un método nuevo para transformar la información topográfica, partiendo de mapas o fotografías aéreas a escalas detalladas, en un sistema descriptor de la distribución de flujos superficiales ejemplificando una circulación hídrica superficial idealizada. De utilidad limitada por su complejidad manual, al no estar automatizado, puede ser de interés en campos muy diversos y abrir el camino hacia otros tipos de modelos de simulación de procesos actuales en el paisaje.

SUMMARY

Transformation of detailed cartographic or aerial photographic information into superficial flow descriptions (as exemplified by an idealized surface water flow) is undertaken using a new method. This offers a new approach to vegetation-landscape relationships, mainly in grassland vegetation, as well as new scopes with regards processes related to geochemistry and soils distribution, considering slopes and fluvial systems as a single unit. It is limited, in its present form, to small catchment areas as it is not yet automated.

Un mapa topográfico es esencialmente una descripción estática de un relieve. Es, sin embargo, evidente que el paisaje está en permanente modificación, algunas de ellas tan rápidas como para ser fácilmente percibidas a las escalas de tiempo humanas. En este sentido el mapa puede considerarse

* Departamento de Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.

ANTONIO POU

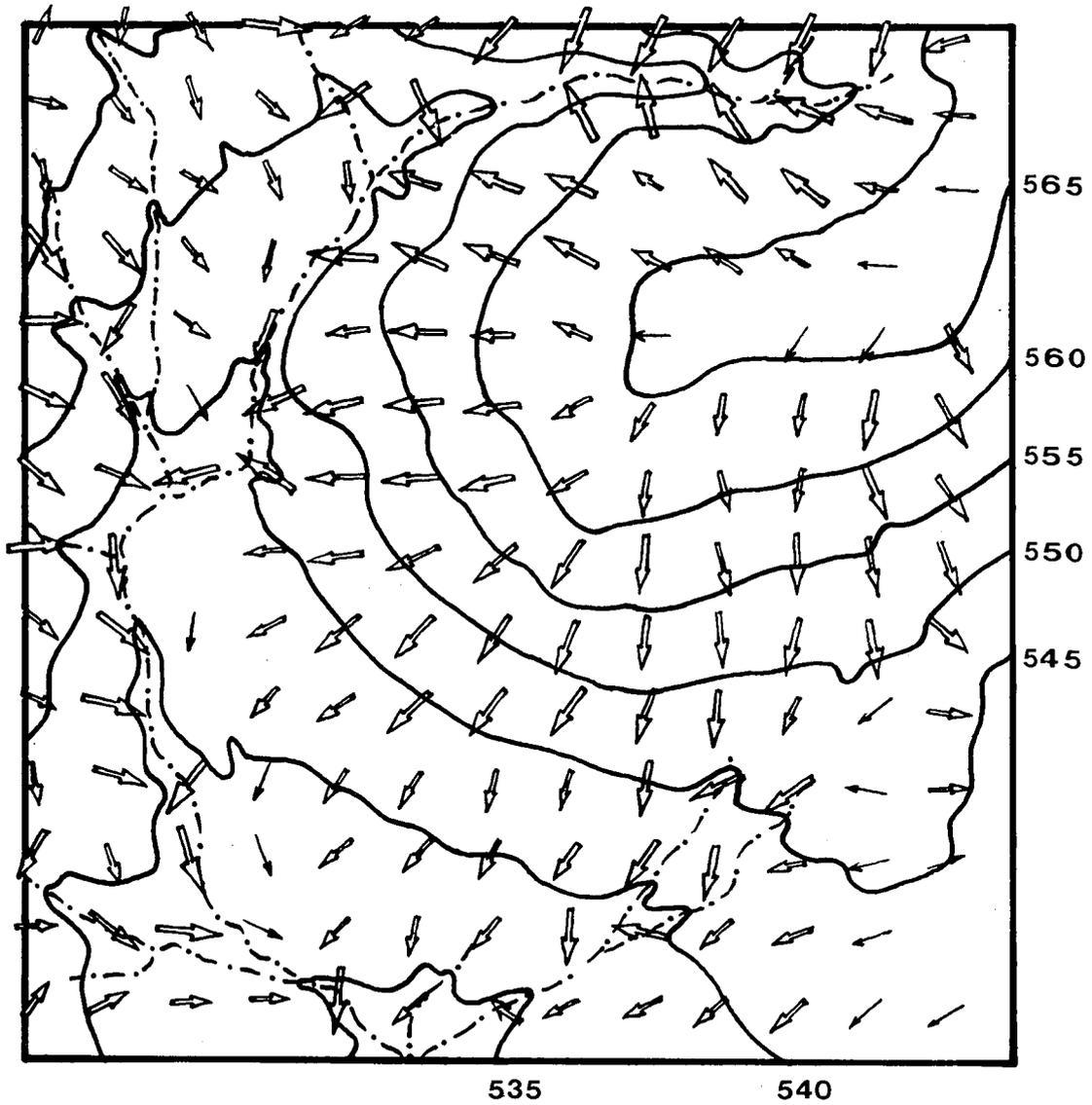


Figura 1

FLUJOS HIDRICOS Y MORFOLOGIA DE LADERAS

también como una descripción instantánea de la configuración de los flujos en la superficie. Estos flujos están constituidos esencialmente por la circulación del agua en sus distintas modalidades y por la circulación de los materiales más superficiales en las laderas. El motor básico de estos flujos es la acción de la atracción gravitatoria. Por consiguiente, si una cartografía contiene datos de altimetrías, contiene también la información referente al campo gravitatorio en su forma más frecuente de líneas equipotenciales o curvas de nivel. Esto, por supuesto, no es rigurosamente exacto pero es una aproximación útil al problema.

La manera más sencilla de comprender la estructura de los flujos superficiales es la de seguir el flujo del agua en la superficie. Una maqueta del relieve regada con lluvia artificial coloreada es una descripción visual muy clarificadora de muchos procesos, pero su puesta en práctica es engorrosa y admite con dificultad el paso de los resultados a un mapa. La técnica auxiliar que aquí se describe permite una simulación equivalente pero utilizando solamente soportes cartográficos.

Descripción del método

Se basa fundamentalmente en bombardear la superficie del mapa con puntos, cada uno correspondiente a una gota de agua imaginaria. Después se traza el itinerario que recorrerían cada una de las hipotéticas gotas de agua por la superficie del terreno, utilizando para ello las líneas de máxima pendiente en cada punto (fig. 1). En el caso de que el documento de partida sea un mapa topográfico con curvas de nivel, las líneas son permanentemente perpendiculares a cada curva de nivel. Es decir, equivale bastante aproximadamente, a todos los efectos para los problemas usuales, a líneas de gradiente máximo perpendiculares a las líneas equipotenciales. En el caso de trabajar con fotografías aéreas en estereoscopia, las líneas de flujo se trazan con facilidad cuando se tiene un poco de experiencia, utilizando la visión en relieve. Las líneas se continúan hasta que salen del área de trabajo (fig. 2); es decir, se supone la superficie del terreno idealmente lisa e impermeable, así como una evapotranspiración nula.

Los puntos de los que parte inicialmente cada gota imaginaria deben tener una disposición al azar. Caso contrario, las disposiciones regulares dan diseños de líneas de flujo con repeticiones indeseables cuando se sitúan sobre determinados tipos de laderas. Al mismo tiempo, una repartición al azar corre el riesgo de dejar áreas no cubiertas. Este problema se resolvió utilizando una retícula básica superpuesta al mapa o fotográfica aérea y bombardeando cada casilla con el mismo número de puntos, dentro de ella dispuestos al azar. Esto es bastante parecido a lo que ocurre con las gotas de lluvia, cuando se considera el fenómeno a una escala apropiada.

ANTONIO POU



0 50 100 m.

Figura 2

FLUJOS HIDRICOS Y MORFOLOGIA DE LADERAS

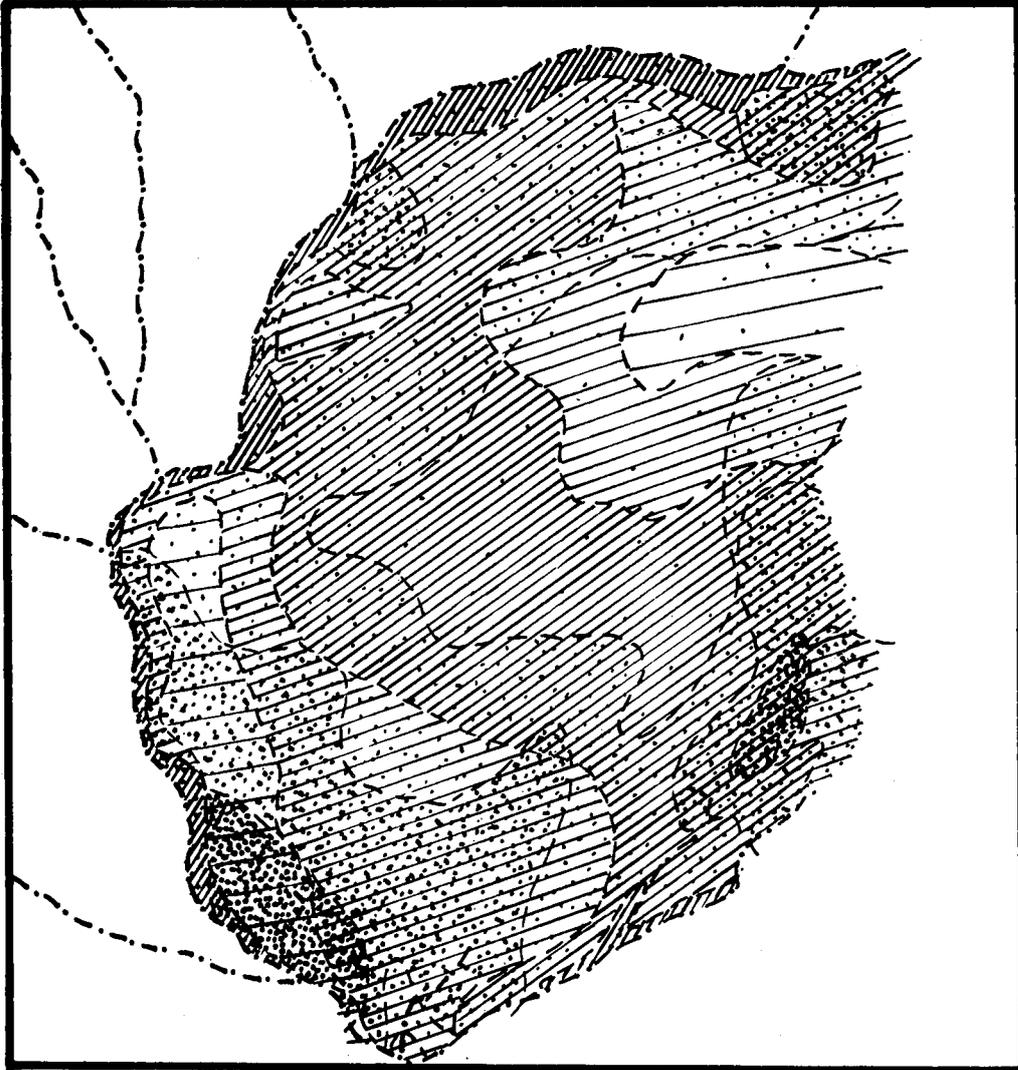
La misma retícula se utiliza para contar el número de líneas de flujo que la cruzan. Con ello se obtiene una idea de la densidad del flujo. Aquí se presentan dos problemas de resolución práctica. El primero es que es necesario el contar el número de líneas reales que atraviesan cada casilla. Quiere esto decir que cuando las líneas están demasiado juntas se confunden en el dibujo con facilidad. Esto exige mucha atención y trabajo por pequeñas cuencas hidrográficas arrastrando los contajes desde las zonas más altas a las bajas. El otro es que un cierto número de líneas de flujo coincidentes en un punto, forman un cauce y comienzan a constituir la red fluvial. A partir de ese momento, los contajes suben rápidamente y dejan de representar al flujo superficial difuso. En ese caso, otra cuadrícula superponible registra por separado el valor del flujo que constituye la red fluvial. Cuando se eligen apropiadamente las escalas de trabajo, densidades de puntos, etc., es curioso el observar cómo concentraciones de líneas por encima de un cierto número en el papel, corresponden bien con la aparición en el terreno del comienzo de la formación de la red de drenaje de primer orden.

Este tipo de descripción se complementa con una cartografía de pendientes. El tiempo de residencia del agua sobre la superficie del terreno está relacionado inversamente con la pendiente. La introducción de las dos cartografías da una idea representativa de la densidad y de la intensidad (fig. 3).

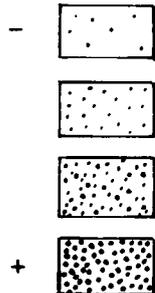
Dinámica de flujos y geometría de los depósitos superficiales

Una reflexión inmediata ante un mapa de flujos es la de que los materiales que están cerca de la superficie son susceptibles de fluir en relación con los flujos hídricos superficiales. Lo hacen como fluidos en espacios volumétricos, siguiendo parcialmente la disposición superficial, pero con la posibilidad de desplazamiento en vertical, variando su espesor. Un perfil de una ladera en el que confluyen líneas de flujo, es una situación de balance dinámico en cada punto entre los materiales que le llegan ladera arriba, los que le llegan por los laterales y los que continúan ladera abajo.

Es evidente que un aumento del "stock en ese punto por modificación del balance, ya sea por incremento de las entradas o disminución de las salidas, produce necesariamente un aumento de nivel topográfico. Lo contrario puede suceder en la figura 5. En cualquiera de los dos casos el resultado es siempre una cuestión de balances puntuales en los que intervienen no solamente los puntos a lo largo de un perfil, sino los colaterales. Únicamente en el caso representado en la figura 6 con perfiles paralelos (curvas de nivel paralelas y rectas), se comportan los perfiles de una ladera más independientemente. Este aspecto permanece frecuentemente desapercibido al estudiar dinámica de laderas o catenas de suelos, pero parece lógico pensar que debe ser esencial en muchos casos.



DENSIDAD DE
FLUJO



PENDIENTE

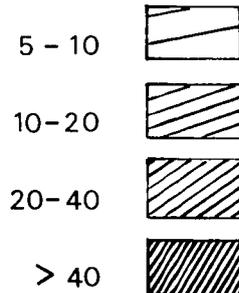


Figura 3

FLUJOS HIDRICOS Y MORFOLOGIA DE LADERAS

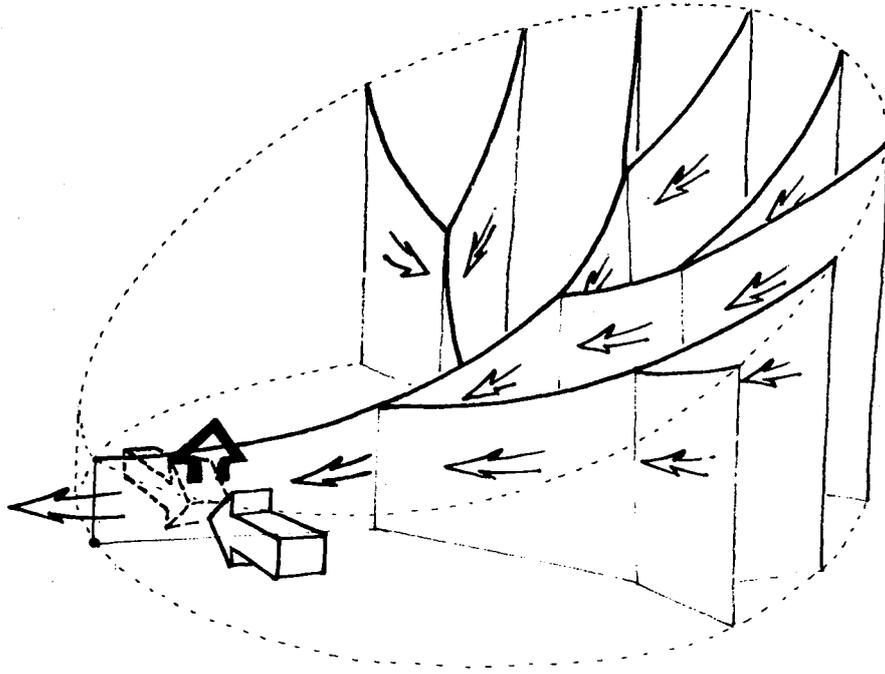


Figura 4

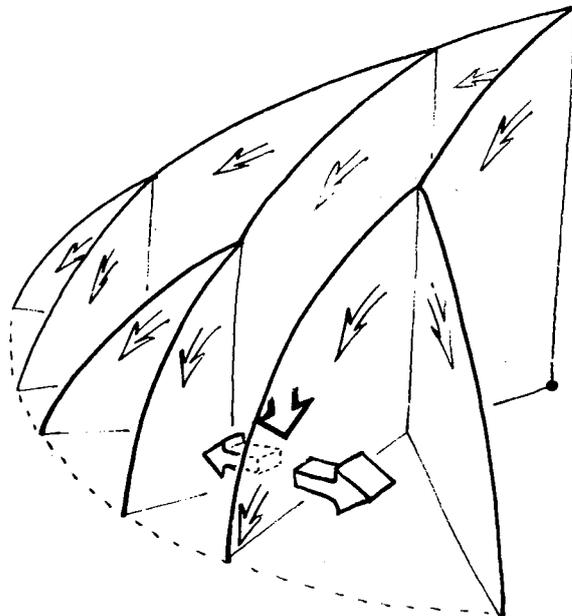


Figura 5

ANTONIO POU

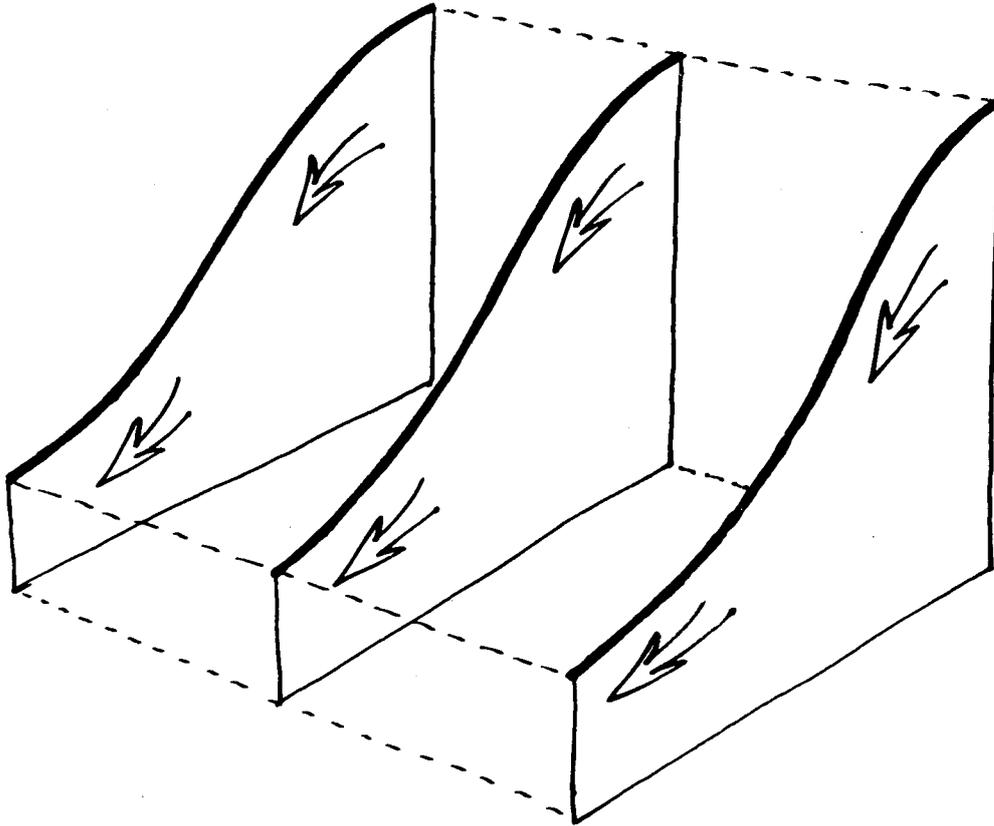


Figura 6

Utilidad del método

Este método fue diseñado como una primera aproximación a la necesidad de estudiar los flujos hídricos, uno de los factores que más importancia tienen respecto a la distribución espacial de tipos de vegetación de pastizal en zonas con relieve ondulado. Es evidente que no se ha considerado casi ninguno de los aspectos complejos que presenta la realidad: suelos relativamente permeables, evapotranspiraciones, regímenes de precipitación, etc. Se trata en suma de un modelo muy simplificado. Por ello no deja de sorprender el que con todos sus defectos, sea un descriptor muy aceptable de la vegetación de pastizal, tal como hemos podido comprobar en varias zonas estudiadas del centro y sur de la Península Ibérica.

La combinación de densidades de flujo y pendiente parecen indicar más tendencias hacia una mayor o menor disponibilidad hídrica por parte de las plantas, así como quizá una tendencia hacia aspectos de oxidación/reducción (fig. 7). Además la tendencia hacia una erosión/acumulación influye fuerte-

FLUJOS HIDRICOS Y MORFOLOGIA DE LADERAS

Tendencias generales de algunos procesos

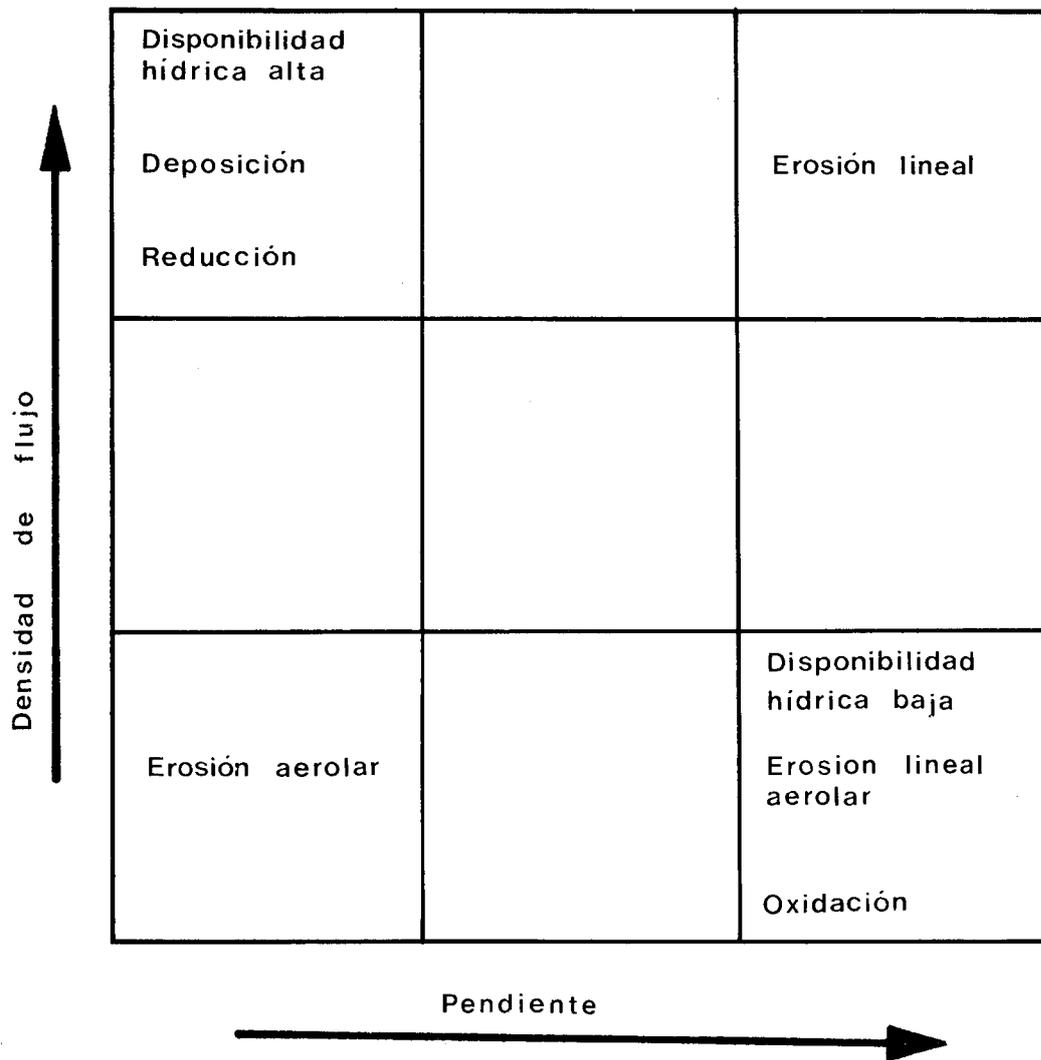


Figura 7

mente tanto en la retención de las semillas que circulan por la superficie, como en la estabilidad de la fijación de las plántulas.

Desde hace años el método ha sido probado numerosas veces a escalas del orden del 1/5.000 y mayores, aunque influye fuertemente el grado de rugosidad del terreno. Relieves complejos exigen descender a escalas detalladas. Fundamentalmente se ha empleado para vegetación de pastizal, trabajando a escalas del orden de 1/1.000 ó 1/2.000, pero a 1/5.000 suministra buena información respecto a la vegetación de matorral. Probablemente este método es mucho más adecuado en aquellas zonas muy húmedas. Tampoco funciona bien en relieves muy suaves por la incertidumbre que tiene el trazado de líneas de flujo. Si el terreno es muy llano desaparece el propio concepto de líneas de flujo.

Aunque el método puede proporcionar informaciones muy interesantes en problemas de erosión, geoquímica de suelos, ordenación del territorio, etc., lo trabajoso que resultan los trazados de líneas de flujo y los contajes, aconsejan en la práctica limitarlo al estudio de pequeñas zonas. La sencillez del método lo hace muy susceptible de automatización por medio de ordenador, en cuyo caso puede tener aplicaciones interesantes.

Un aspecto muy importante que puede tener el trabajar con este método u otros equivalentes, es la posibilidad de considerar simultáneamente el funcionamiento de las laderas y el de la red fluvial. Este puede, quizá, ser un camino hacia la creación de modelos de simulación, volumétricos, espaciales, del funcionamiento complejo de laderas y de evolución del paisaje.