

Estimación de la producción y transporte de sedimentos en cuencas urbanas pequeñas a escala de evento mediante un modelo de base física basado en SIG.

Tema Agua y Ciudad. Tema Hidrología y gestión del Agua.

J. Zambrano Nájera*, M. Gómez Valentín**

* Universidad Nacional de Colombia. DEHMA. Universidad Politécnica de Cataluña . UPC. Carrer de Jordi Girona, 31.08034 jeannette.zambrano@upc.edu, 93 4011866

** DEHMA. Universidad Politécnica de Cataluña. UPC. Carrer de Jordi Girona, 31.08034 manuel.gomez@upc.edu, 93 4016475

Keywords: Modelación hidrológica, modelación sedimentológica, erosión, Producción de sedimentos

Los grandes cambios presentados durante los siglos XX y XXI en las áreas urbanas han generado a su vez grandes cambios en el paisaje, modificando la respuesta hidrológica frente a un determinado evento. De estos cambios, los más impactantes han sido la impermeabilización total o parcial de la superficie de la cuenca, el cambio (o eliminación) de la cobertura vegetal por cobertura de baja y mediana altura y la construcción de colectores para drenar los más rápida y eficientemente la cuenca. Estos cambios han generado incrementos considerables en las velocidades de flujo hacia aguas abajo, lo que incrementa los volúmenes de escorrentía (disminuyendo la infiltración) y los caudales máximos, y disminuye el tiempo de concentración causando problemas de inundación en las zonas aguas abajo que pueden ser mayores entre menores sean las pendientes en esta zona.

Esta problemática es mucho más acusada en las zonas del entorno del litoral Mediterráneo, donde suele darse un rápido y desordenado crecimiento urbano a la vez que existen unas condiciones hidrológicas adversas, como lluvias muy intensas y cuencas pequeñas con fuerte pendiente (Arandes, 1992).

Adicionalmente los problemas de inundación están asociados a los sedimentos que llegan hasta la red de drenaje. Estos sedimentos pueden ocasionar grandes problemas en su funcionamiento como la disminución de la capacidad hidráulica entre otros, agravando aún más los problemas de flujo superficial. Este hecho puede hacer que sea necesario un mantenimiento periódico de dichas instalaciones para garantizar su correcto funcionamiento o incluso hacer que sea necesaria la construcción de estructuras que eviten la entrada de sólidos en la red de drenaje (Hernández López, 2009).

De esta manera cada vez cobra mayor importancia determinar la producción de sedimentos en las cuencas de cabecera causados por la erosión hídrica. Una manera de realizarlo es mediante la modelación de los procesos que transforman la lluvia en caudal, así como de los procesos de producción, transporte y depósito de sedimentos. Estos deben ser capaces de reflejar la respuesta de la cuenca a un evento de precipitación, a escalas espaciales y temporales apropiadas. La modelación hidrológica y sedimentológica se puede realizar mediante modelos empíricos o modelos de base física. Los modelos empíricos se fundamentan en el establecimiento de formulaciones matemáticas basados en experimentación en cuencas o laderas experimentales. Son útiles para la estimación de la producción de sedimentos en forma continua y para áreas que puedan ser trabajadas de manera agregada. Sin embargo, no suministran información sobre la tasa de erosión por eventos, las fuentes que originan la erosión, los cambios de largo plazo en las laderas y/o la deposición de sedimentos. Por este motivo y paralelamente a los desarrollos tecnológicos surgen los modelos de base física.

Los modelos de base física se fundamentan en la modelación matemática de los procesos físicos que intervienen en el fenómeno erosivo para determinar la producción de sedimentos. Actualmente existe gran cantidad de modelos, los que varían ampliamente en el tratamiento de los procesos

seleccionados, así como en la escala temporal y espacial que utilizan y el componente de la erosión en el que se enfocan. A pesar de esto, existen muchos problemas para su aplicación debido a la heterogeneidad de las propuestas existentes debido a los procesos que describen, su formalización matemática, la representación espacial y temporal que realizan, los requerimientos de información y de tiempo de computación, etc. (Alatorre y Beguería, 2009), además otros problemas para su aplicación son la sobre-parametrización, requerimientos de datos de entrada poco realistas, condiciones de aplicación no extrapolables a las condiciones locales y pobre o nula documentación sobre el uso y validación del modelo (Merrit et al., 2003). Por este motivo, la aplicación de cualquiera de los modelos existentes a pequeñas cuencas urbanas del entorno del Litoral Mediterráneo implica realizar grandes esfuerzos en tiempo y costos para determinar los parámetros requeridos por el modelo (problema de sobre-parametrización), o realizar simplificaciones de las características ambientales propias del entorno Mediterráneo que generarán errores en los resultados obtenidos.

En base a lo anterior, se propone la creación de un modelo conceptual y computacional aplicable a pequeñas cuencas urbanas ubicadas en el Litoral Mediterráneo para estimar la producción y el transporte de sedimentos de manera dinámica, que sea distribuido, por eventos. El modelo realizará la parametrización de las propiedades de la cuenca mediante la utilización de una malla estructurada con elementos cuadrangulares y la caracterización hidrológica mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El cálculo hidrológico e hidráulico se realizará mediante el uso de modelos de base física para la estimación de las pérdidas y el Método de Onda Cinemática para la Transformación Lluvia – Escorrentía y el transporte del flujo. El cálculo erosivo se aborda mediante la solución de la ecuación de continuidad de material sólido para flujo no permanente. La erosión se estima con el desprendimiento por impacto y por flujo en los elementos planos y por flujo en los canales. El transporte se realizará teniendo en cuenta diferentes tamaños de partículas y la deposición se modela mediante el concepto de la capacidad de transporte del flujo.

El modelo es aplicado a una cuenca de referencia instrumentada para calibrar y validar el modelo propuesto. El ejercicio de modelación y aplicación a la cuenca de referencia permite concluir:

- Utilizar bajos niveles de resolución de los datos de entrada o de la discretización de la cuenca puede conducir a resultados erróneos de la respuesta hidrológica y sedimentológica.
- Simulaciones realizadas con bajos niveles de resolución causa un alisamiento general de la superficie modelada, lo que a su vez puede conducir a subestimar los volúmenes de escorrentía, y a la obtención de hidrogramas erróneamente retardados con caudales punta menores.
- Los problemas presentados en la representación topográfica de la cuenca y la simulación hidrológica, debido a una incorrecta discretización, son magnificados en la estimación de la producción de sedimentos debido a la fuerte dependencia de los resultados del caudal y de la estimación de las pendientes. Estos resultados, se presentarán a pesar de que se utilicen métodos hidrológicos y sedimentológicos adecuados.

REFERENCIAS

- Alatorre, L. C. & Beguería, S. 2009. Los modelos de erosión: una revisión. *Revista C & G*, 23, 29-48.
- Arandes, R. 1992. Planteamiento urbanístico y drenaje urbano. In: Dolz, J., Gómez Valentín, M. & Martín Vide, J. P. (eds.) *Inundaciones y Redes de Drenaje Urbano*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Hernández López, D. 2009. *Estudio de la carga sólida de entrada en una red de alcantarillado urbana procedente de las cuencas de cabecera*. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Trabajo de Fin de carrera, Universidad Politécnica de Catalunya.
- Merrit, W. S., Letcher, R. A. & Jakeman, A. J. 2003. A review of erosion and sediment transport models. *Environmental Modelling & Software*, 18, 761-799.