

# “VALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE UN DISPOSITIVO DE DETENCIÓN EXTENDIDA DE ESPECTRO COMPLETO EN DISTINTOS ESCENARIOS URBANOS DEL NOA”

MSc Ing. Francisco Javier Ramos Vernieri

Universidad Nacional de Salta (UNSa) - Argentina. 549-387154675858  
E-mail: ingjavierramos@gmail.com

## Introducción

Los sistemas de drenaje urbanos son necesarios en el desarrollo de áreas urbanas debido a la interacción entre las actividades humanas y el ciclo del agua. Hasta no hace mucho tiempo atrás, los sistemas de desagüe pluvial urbano se basaban principal y únicamente en el diseño de un sistema de alcantarillado destinado a dar flujo a las aguas pluviales o residuales, procurando eliminarla lo más rápidamente posible sin tener en cuenta la afectación del recurso hídrico y el medio receptor. Estos métodos tradicionales presentan problemas y carencias que pueden solucionarse mediante el uso de métodos de drenaje sostenible, que tiene como objetivo principal proteger y mejorar la calidad del agua, evitar las inundaciones y el desarrollo urbano de calidad en zonas donde el sistema de alcantarillado existente está colapsado. Todo esto se consigue haciendo frente a la escorrentía desde el momento que la lluvia toca el suelo. La gestión de las aguas pluviales se fundamenta en tres pilares: la laminación de la cantidad de agua, la mejora de su calidad mediante procesos naturales, y el servicio al ciudadano con la mejora del paisaje urbano y la recuperación de hábitat naturales dentro de las ciudades (Fernández et al., 2003).

El desarrollo urbano sostenible o desarrollo de bajo impacto (Low Impact Development) engloba un conjunto de técnicas específicas referidas al drenaje urbano conocidas como SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems) en el Reino Unido, BMPs (Best Management Practices) en Estados Unidos o Mejores Prácticas de Control (MPC) en los países hispano parlantes (Jiménez, 1999). Entre las medidas de LID se encuentran los dispositivos de detención o secos que son depósitos que permiten el almacenamiento temporario del agua pluvial, la cual es liberada a una tasa regulada a través de estructuras de descarga, en general, sin control de compuertas. De este modo, es posible atenuar el hidrograma de entrada, disminuyendo y atrasando el pico.

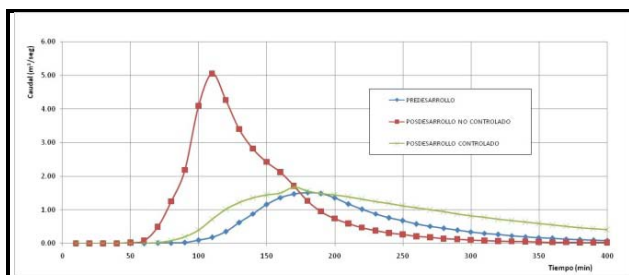


Figura 1.- Hidrograma resultado del uso de dispositivos de detención.

Wulliman y Urbonas plantearon la necesidad de mejorar las prácticas de diseño de los dispositivos de detención. Los profundos cambios geomorfológicos (degradación y erosión de márgenes) observados en cursos receptores de EUA indicaban la necesidad de un mejor control de las crecidas más pequeñas y frecuentes. A tal efecto, los autores presentaron el concepto de detención de espectro completo, para controlar caudales pico para un espectro de tormentas de diseño, correspondientes a recurrencias de 2, 10 y 100 años

## Objetivos

El objetivo general del trabajo es investigar el desempeño de un diseño avanzado de dispositivo de detención extendida de

espectro completo en la cuenca urbana experimental Caseros (ciudad de Salta, Prov. de Salta) y en 18 escenarios de cuenca, que resultan de combinar distintas impermeabilidades, pendientes y grupos hidrológicos de suelos. A tal efecto, se aplica un procedimiento propuesto de diseño del FSD (Detención de Espectro Múltiple), basado en la aplicación interactiva de una planilla de cálculo y del modelo SWMM 5.0. Los objetivos particulares son los siguientes:

- Evaluar los efectos de la urbanización sobre el caudal pico y la escorrentía para cada escenario considerado y distintas recurrencias de interés.
- Evaluar la incidencia de la variabilidad espacial de la impermeabilidad y la pendiente en la cuenca experimental.
- Evaluar el desempeño del dispositivo propuesto para los distintos escenarios.
- Ajustar ecuaciones de regresión múltiple que permitan estimar los principales parámetros de diseño de un FSD en función de parámetros físicos y de cobertura de la cuenca.

## Metodología de trabajo

Con el objeto de disponer de una base de datos pluviométricos, pluviométricos e hidrométricos para el modelo SWMM, se implementó y operó la cuenca urbana experimental Caseros (ciudad de Salta, Prov. de Salta). La cuenca seleccionada es representativa de cuencas urbanas del NOA y se ubica en la zona Centro de la ciudad de Salta. La cuenca tiene una superficie de 188.8 ha, una pendiente media de 1.04 % y una impermeabilidad del 75.2 %, con características de zona residencial de alta densidad poblacional y comercial. Está limitada al Norte por la Calle - Canal de la Av. Entre Ríos, al Sur por la Calle Alvarado, al Este por la Calle - Canal Alvear y al Oeste por el Canal Oeste. El drenaje pluvial tiene un sentido general de escurrimiento Oeste - Este. La cuenca es dividida en dos sectores de diferentes características por el terraplén del ferrocarril Gral. Manuel Belgrano. El sector Oeste tiene una superficie de 95 ha y una pendiente superficial que varía entre el 2.5% y el 1%, mientras que el sector Este tiene una superficie de 94 ha y una pendiente que oscila entre el 1% y el 0.3%. A partir de la información obtenida en campo y en gabinete, se elaboró un mapa base de la cuenca experimental en soporte digital, con las siguientes capas temáticas: manzanero o damero, cotas de calzada y dinámica hídrica superficial. Se realizó la calibración y verificación de los parámetros del modelo en base a 5 eventos precipitación-escorrentía observados; los eventos 29/10/2007, 27/01/2008 y 22/03/2008 se utilizaron para la calibración y los eventos 07/02/2008 y 19/02/2008, para la verificación. El FSD propuesto en este trabajo consta con tres niveles de control: H2, H10 y H100, que son los tirantes de agua máximos en el reservorio, por encima del nivel de depósito de basura, requeridos para controlar las crecidas de recurrencias de 2, 10 y 100 años.

Las estructuras de evacuación del dispositivo se componen de placas con orificios ubicados a distintos niveles y un vertedero superior. Se adoptó como escorrentía característica a detener en forma extendida al Volumen de Escorrentía Urbana en Exceso (EURV) correspondiente a 2 años de recurrencia. Este volumen contiene el WQCV (Calidad de Agua) y fue adoptado porque corresponde a las crecidas originadas por las tormentas

pequeñas y medias. Se implementó un procedimiento iterativo propio que se sistematiza por medio de la aplicación interactiva de una planilla de cálculo y del modelo SWMM para el diseño final del dispositivo. Este procedimiento fue aplicado al diseño de 19 FSDs, uno de ellos para la cuenca urbana experimental Caseros y los restantes para 18 escenarios de cuenca resultan de combinar: 3 impermeabilidades (30%, 50 % y 80 %), 3 pendientes (0.5%, 2.5 % y 5.0 %) y 2 grupos hidrológicos de suelos (B y C) del método del Número de Curva (SCS, 1984).

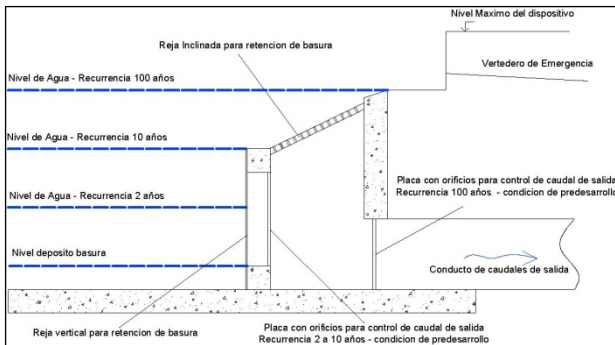


Figura 2.- Dispositivo de detención superficial de espectro completo.

### Obtención de ecuaciones de diseño

A partir a los resultados obtenidos de las simulaciones de los escenarios 1 a 18, se realizó un análisis de regresión múltiple con el objeto de ajustar ecuaciones que permitan estimar parámetros de diseño de FSDs en base a características físicas y de cobertura de la cuenca. Los parámetros de diseño a determinar con estas ecuaciones son los caudales máximos de salida admisibles y los volúmenes de almacenamiento requeridos del FSD, para controlar las crecidas de 2, 10 y 100 años de recurrencia.

Se aplicaron las regresiones y se obtuvieron los ajustes para:  
-Caudales Máximos Admisibles a la salida del FDS (Fig. 3)  
-Volúmenes de Alm. requeridos para el FDS (Fig. 4)

### Conclusiones

En base de la aplicación del modelo y del análisis de los resultados se evaluaron los efectos hidrológicos de la urbanización. Se encontró que tanto los caudales pico como las escorrentías aumentan sensiblemente con la urbanización; los aumentos relativos son más significativos para las tormentas de menor recurrencia y los efectos son mayores a medida que disminuye la pendiente y el potencial de escurrimiento del suelo y aumenta la impermeabilidad del posdesarrollo.

Para la crecida de 2 años de recurrencia, los caudales máximos aumentaron hasta el 958% y las escorrentías, hasta el 327%. Los resultados obtenidos indican que el desempeño del dispositivo propuesto es satisfactorio para los distintos escenarios considerados. Se encontró que el volumen de almacenamiento requerido para controlar la crecida de una recurrencia dada aumenta principalmente con la impermeabilidad del posdesarrollo y en menor medida con la disminución de la pendiente. Se observó una gran similitud entre los caudales pico y las escorrentías simuladas con las distribuciones Uniformes y No Uniformes de los parámetros de la cuenca, con diferencias relativas de las primeras respecto a las segundas inferiores a  $\pm 10\%$ . Las ecuaciones obtenidas por regresión permiten estimar los caudales máximos de salida admisibles del FSD y los volúmenes de almacenamiento requeridos para controlar las crecidas de 2, 10 y 100 años de recurrencia, en base a características físicas y de cobertura de la cuenca de aplicación, para una superficie de aproximadamente 100 ha. Las ecuaciones de regresión obtenidas fueron aplicadas a la cuenca experimental, obteniéndose resultados satisfactorios, con diferencias relativas inferiores a  $\pm 10\%$  respecto a los

parámetros de diseño determinados con el procedimiento propuesto. Las ecuaciones obtenidas pueden ser aplicadas a otras cuencas urbanas de la región que carezcan de suficiente información para la implementación y calibración del modelo, para estimar los parámetros de diseño de un FSD.

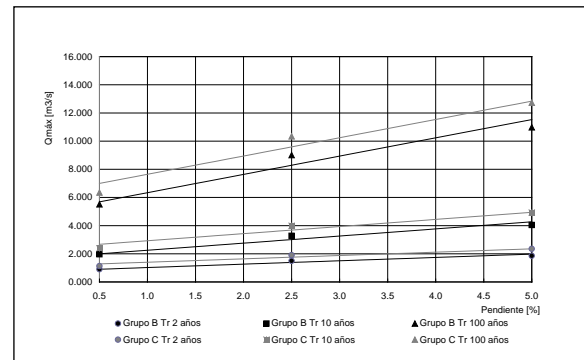


Figura 3.- Ajustes de caudales máximos de salida admisibles.

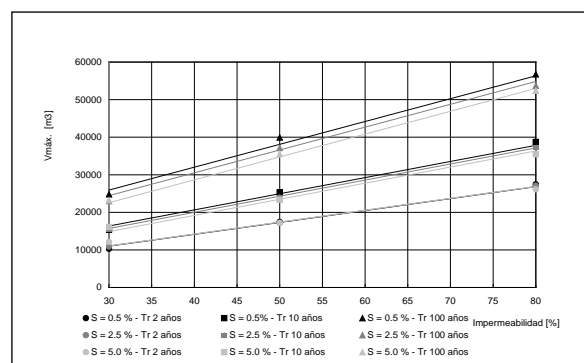


Figura 4.- Ajustes de volúmenes de almacenamiento requeridos.

La aplicabilidad de estas ecuaciones está sujeta a las siguientes condiciones: los valores medios areales de impermeabilidad, pendiente y grupo hidrológico de la cuenca de aplicación deben estar dentro de los rangos de variación considerados para estos parámetros, la distribución espacial de los mismos debe ser suficientemente uniforme y la curva IDF utilizada en este trabajo debe ser representativa de las lluvias críticas de dicha cuenca.

### Referencias bibliográficas

- Huber W., Dickinson R., 1992. "Storm Water Management Model. User's Manual", Versión 4., U.S. Environmental Protection Agency. Athens, GA.
- McCuen R. H., 1974. "A Regional Approach To Urban Stormwater Detention", Geophysical Research Letters, 74-128, p. 321 – 322.
- Pedraza R., 2007. "Drenaje Urbano". Curso de posgrado. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral.
- Tucci, C., Bertoni, J. C. (Eds.), 2003. "Inundações urbanas na America do Sul". Programa Asociado de Gerenciamento de Cheias patrocinado por Organização Meteorologica Mundial y Global Water Partnership. 471 p., ISBN: 85-88686-07-4. Associação Brasileira de Recursos Hídricos
- UDFCD, 1992 & 1999. "Urban Storm Drainage Criteria Manual, Volume 3 – Best Management Practices". Urban Drainage and Flood Control District, Denver, Colorado. <http://www.udfcd.org/usdcm/vol3.htm>
- Urbonas B. and Glidden M., 1983. "Potential Effectiveness of Detention Policies", Southwest Storm Drainage Symposium, Texas A & M, November, 1983. (Copy available at <http://udfcd.org/techpapers.htm>).
- Urbonas B., Wulliman J., 2007. "Full Spectrum Detention to Control Stormwater Runoff".
- Wulliman J., Urbonas B., 2005. "Peak Flow Control for Full Spectrum of Design Storms". [http://www.udfcd.org/downloads/pdf/tech\\_papers/Full%20Spectrum%20Detention%202007.pdf](http://www.udfcd.org/downloads/pdf/tech_papers/Full%20Spectrum%20Detention%202007.pdf)