ANÁLISIS COMPARATIVO DE UNA RED PLUVIAL SEGÚN EL ENFOQUE DE SISTEMAS DE DESAGÜES SUSTENTABLES (SUDS)

Jaca Pozzi Guadalupe, Angheben Enrique

UIDET Hidrología - Departamento de Hidráulica - Facultad de Ingeniería - UNLP
Calle 47 N° 200, piso 1, Oficina 6, La Plata, Buenos Aires, Argentina - Tel. 0221-427-5223
guadalupe.jaca@ing.unlp.edu.ar; enrique.angheben@ing.unlp.edu.ar

Introducción

En el estado del arte del diseño de sistemas de desagües pluviales, los Sistemas Urbanos de Desagües Sustentables (SUDS) representan la tecnología que mejor incorpora los aspectos ambientales de la escorrentía superficial. Los SUDS son Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles cuyo objetivo es maximizar las oportunidades y beneficios que se pueden aprovechar de la gestión del agua superficial (control en origen) (CIRIA, 2015).

El presente resumen refiere al trabajo de investigación realizado en la temática del diseño de sistemas de desagües pluviales, con la implementación de SUDS como alternativa de proyecto para evaluar su funcionamiento, viabilidad y costos, respecto de las metodologías tradicionales del cálculo hidráulico.

El objetivo del estudio, llevado a cabo en la Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia en Hidrología (Dto. de Hidráulica – FI – UNLP), consistió en proyectar una red de desagües pluviales aplicando el enfoque SUDS y contrastarlo con el diseñó de la misma red, pero aplicando un método convencional de cálculo, a los fines de establecer las respectivas comparaciones.

Desarrollo

El estudio de caso corresponde a un barrio situado en el sudoeste de la localidad de Monte Grande, en el partido de Esteban Echeverría (Pcia. de Buenos Aires, Argentina). El área pertenece a la cuenca media del arroyo Ortega (sobre su margen derecha) y comprende una superficie de 46,4 ha. Se trata de un barrio residencial en proceso de expansión, como se muestra en la Figura 1.

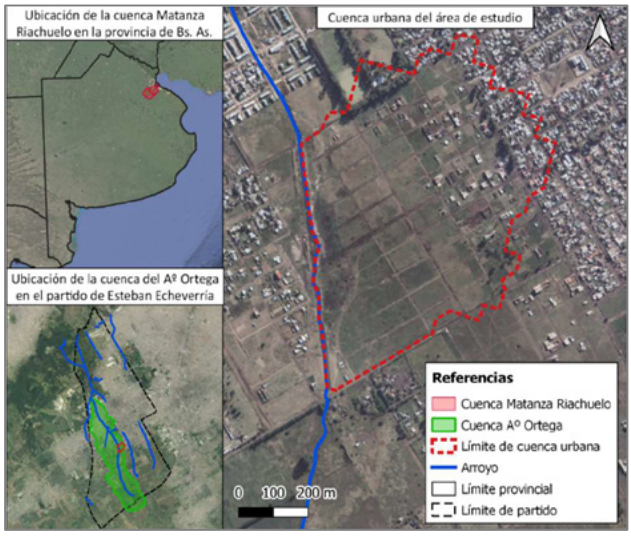

Figura 1.- Ubicación general del área de estudio.

El diseño de la alternativa tradicional de desagües pluviales se basó en la aplicación del Método Racional Clásico. Los conductos fueron diseñados para un evento de precipitación de 2 años de recurrencia y verificados para 5 años, según las prácticas habituales de diseño de desagües en la provincia de Buenos Aires.

Por otro lado, el diseño de la red de desagües sustentable se planteó a partir de una tipología particular de SUDS conocida como celdas de biorretención. Éstas consisten en excavaciones de forma rectangular de 6 m^2 que se rellenan con una mezcla de suelo que soporte vegetación, seguida de una capa de almacenamiento compuesta por piedra partida en cuya base se puede disponer un dren o no dependiendo que se quiera un funcionamiento en serie o en paralelo respectivamente. Presentan también una rejilla de sobrepaso en caso de que la altura máxima de agua acumulable sea excedida. Las celdas se diseñaron sobre las veredas públicas y se plantearon "trenes" de no más de cuatro celdas vinculadas entre sí, donde cada celda descarga mediante el dren sus excedentes a la celda subsiguiente para finalmente descargar en la cámara del sumidero más próximo. En la Figura 2 se muestran ejemplos de una celda situadas en veredas de distintas ciudades:

Figura 2.- Celdas de biorretención.

Se trabajó a nivel de parcela donde cada una descarga el 50 % de sus excedentes (provenientes de la fracción impermeable del lote) en la celda de biorretención ubicada en la vereda frente a la vivienda, y el porcentaje restante descarga hacia al parque o fracción permeable de la misma. En la Figura 3 se muestra un esquema de las partes componentes de una celda.

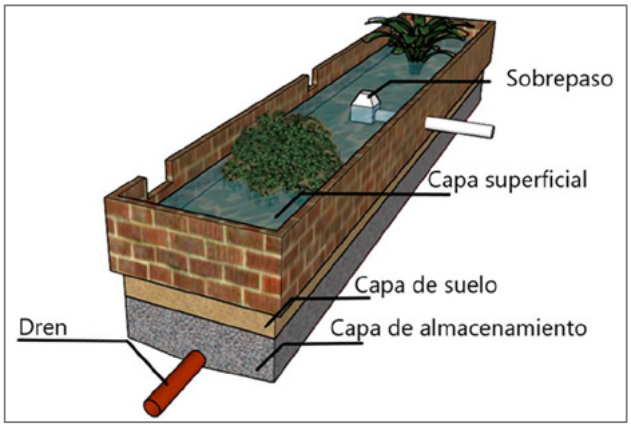

Figura 3.- Esquema de una celda de funcionamiento en serie.

Una vez planteados los diseños de la "alternativa tradicional" y de la "sustentable" de desagües, se efectuó la modelación hidrológica-hidráulica de las mismas. La modelación se realizó con el software Storm Water Management Model (SWMM) en un entorno GIS. Las variables analizadas en la modelación de ambas alternativas para distintas recurrencias y duraciones de tormentas fueron:

- La variación en el volumen de escorrentía total, de infiltración y almacenamiento.
- La variación del caudal pico, de la hora pico y del volumen de agua en la descarga.
- La posible modificación en la capacidad de las conducciones.
- La variación de la altura del agua en calle.
- La evolución en el tiempo de los parámetros típicos de las celdas, esto es, el nivel superficial de agua, la infiltración en la capa de suelo, el nivel de agua en la capa de almacenamiento y el caudal por el dren para las vinculadas en serie.

Las corridas de los modelos se efectuaron para tormentas construidas según el método de los Bloques Alternos, de 1 hora de duración y para recurrencias de 1,01 años (recurrencia de diseño de los SUDS), de 2 y 5 años.

Resultados y discusión

Respecto a los volúmenes de agua presentes en la cuenca, en la Tabla 1 se presentan los porcentajes de variación de la escorrentía, la infiltración y el almacenamiento inicial, producto de comparar la alternativa sustentable con la tradicional. Estos valores se expresan como diferencia porcentual para tormentas de recurrencia variable ("R" en años) y duración de 1 hora ("d1").

Tabla 1.- Porcentajes de variación producto de la incorporación de SUDS a la red de drenaje

	Diferencia [%]		
Volumen:	**R1,01-d1**	**R2-d1**	**R5-d1**
Escorrentía	-41,96	-22,59	-18,03
Infiltración	33,90	15,19	12,42
Almacenamiento inicial	35,40	42,34	44,95

En cuanto a la capacidad ganada en los conductos producto de la presencia de las celdas, la eficiencia de los mismos aumenta considerablemente para una tormenta de cualquier recurrencia y duración una hora. El rango de variación de la capacidad ganada está comprendido entre 21 % (recurrencia de 5 años) y 68 % (recurrencia de 2 años).

Con respecto al comportamiento de las celdas de biorretención:

- Las celdas funcionan adecuadamente, es decir que no presentan desbordes y se vacían en menos de 24 horas, para la recurrencia y duración de diseño (R1,01-d1).
- Se analizaron los tiempos característicos, es decir; tiempo de vaciado, de desborde de agua y de permanencia de la misma sobre la superficie de las celdas. Analizando una serie de celdas "tipo" vinculadas entre sí, la primera de ellas presenta tiempos característicos similares para recurrencias mayores a 1,01 años, cualquiera sea la duración. Es decir, la primera celda de una serie tiene, por ejemplo, tiempos de vaciado similares ya sea que se trate de una recurrencia de 2 o de 5 años. Esto también sucede con las celdas en paralelo, excepto que los tiempos son del orden del triple, es decir, la desventaja de no contar con un dren reside en que a la celda en paralelo le lleva más tiempo vaciarse que a la primera celda de una serie.

Por último, los costos asociados implican para la alternativa sustentable un 47 % más que para la tradicional, considerando costos de materiales, mano de obra y equipos.

Conclusiones

En primer lugar, se puede sostener que la gestión de los desagües pluviales requiere de un cambio de paradigma, en el cual la escorrentía pluvial deje ser considerada como un "desecho" para pasar a ser un recurso. En este sentido, los SUDS contemplan este enfoque, donde a través de diversas tipologías y su interconexión, se intenta imitar los fenómenos hidrológicos de la cuenca en su estado previo o natural, o bien, favorecerlos. Así, la precipitación que cae "en origen" no se evacuaría rápidamente, sino que se promueve su infiltración, detención, almacenamiento, entre otros.

La incorporación de las "Celdas de Biorretención" propuestas en el presente Trabajo como SUDS tienen un gran impacto en la reducción de la escorrentía directa respecto de la alternativa tradicional (cálculo mediante Método Racional Clásico), cuando se trata de la tormenta de diseño de 1,01 años de recurrencia y 1 hora de duración, alcanzando un valor del 42 %. Se trata de una precipitación de recurrencia baja respecto a las que suelen emplearse en el diseño de desagües pluviales, pero muy frecuente, ya que representa una probabilidad de ocurrencia del 99 %. La reducción de escorrentía resulta significativa para el evento de 2 años de recurrencia y 1 hora de duración, siendo ésta del orden del 20 %. Dicha incorporación de las celdas a la red pluvial permite además aliviar la capacidad de los conductos pluviales para las recurrencias típicas de 2 y 5 años, así como reducir la altura del agua en las calles.

De la estimación de costos, se concluye que, considerando materiales de construcción y mano de obra, la alternativa con SUDS propuesta en este Trabajo posee un costo aproximadamente 50 % mayor que un proyecto de desagües pluviales tradicional. Esto se debe a que estas tipologías están concebidas como estructuras que funcionan en conjunto y colaboran con la red pluvial proyectada o existente. Este incremento pone de alguna forma de manifiesto el sobre costo que involucra optar por soluciones sustentables y de preservación del ambiente. Esto de ninguna manera debería entenderse como una desventaja o desacreditación de la metodología, sino por el contrario poner en valor esa diferencia para generar conocimiento local respecto de su implementación.

Por último, existe el desafío de concientizar a la comunidad sobre la importancia de estas alternativas sustentables en la gestión de los desagües pluviales urbanos; la falta de conocimiento por parte de los ciudadanos, pero sobre todo de los tomadores de decisión, puede resultar un obstáculo en la implementación de los SUDS y su sostenimiento en el largo plazo. En ese sentido, resulta fundamental involucrar mediante procesos participativos a los actores sociales desde las primeras fases del proyecto de los SUDS, entendidos no sólo como usuarios o beneficiarios sino como los futuros responsables del mantenimiento de las tipologías, sobre todo las involucradas dentro o en las proximidades de sus lotes. Desde la planificación urbana se pueden promover estos procesos de participación social que generen en los destinatarios un sentido de pertenencia con el territorio que habitan, de apropiación del entorno urbano y, por lo tanto, de su relación con el agua.

Referencias Bibliográficas

Angheben, E. et al. (2018-2019-2020). "Programa de Desarrollo de Acciones para la Reducción del Riesgo de Inundaciones en el partido de Esteban Echeverría. Programa DAPRRI Esteban Echeverría (Provincia de Buenos Aires)". ETAPAS 1, 2 y 3 - Informe Final. UIDET Hidrología. Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería. UNLP.

Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires (2011). "Manual para el Diseño de Planes Maestros". Buenos Aires, Argentina.

Woods Ballard, B. et al. (2015). *The SuDS Manual*. 5ta Ed., CIRIA (Construction Industry Research and Information Association), Londres, Reino Unido.