

CALIDAD DE LAS AGUAS PLUVIALES EN CUENCAS URBANAS

Jorge Collins

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas – Universidad Nacional del Litoral
Ciudad Universitaria Pje El Pozo. 3000 Santa Fe Argentina Te: (054) 0342 4575245
Centro Regional Litoral – Instituto Nacional del Agua
P. Cullen 6161. 3000 Santa Fe Argentina Te: (054) 0342 4605910
jorgecollins@arnet.com.ar

INTRODUCCIÓN

Las actividades del hombre sobre una cuenca urbana provoca un sin número de tóxicos y otros elementos que deterioran la calidad del medio ambiente. Muchos de estos, son procesados y transformados en sustancias inocuas antes de que lleguen a los sistemas naturales y otras son adsorbidas por sedimentos o se encuentra en forma libre sobre la superficie de la cuenca. Las sustancias producidas en los domicilios y en la vía pública entre los eventos lluviosos, son recogidas por los servicios de limpieza o son eliminados a través de los desagües pluviales de manera constante o durante la lluvia por un proceso denominado de lavado, finalizando su recorrido en los receptores finales.

Las cuantificaciones de los volúmenes de agua vertida por una lluvia y de las descargas de las sustancias tóxicas son necesarias para una valoración cuantitativa del deterioro de la calidad del agua pluvial producto de la limpieza que realiza una lluvia sobre la superficie de una cuenca urbana en el proceso de “lavado”. Los resultados mostrados corresponden al área estudiada, que es una cuenca urbana experimental (Figura N° 1) de una superficie aproximada de 200Ha, ubicada en el noreste de la ciudad de Santa Fe, Guadalupe Oeste. Los resultados allí obtenidos, pueden ser extrapolados a otras áreas urbanas, como las que vierten en el sector del puerto.

En esta presentación, se observan los volúmenes de contaminantes que produce una cuenca urbana a través del proceso de lavado cuando se registra un fenómeno de lluvia y los efectos que se producen en los cuerpos de agua receptores.

VARIABLES MEDIDAS

Se realizaron análisis físico-químico de muestreos de agua pluvial, correspondientes a Temperatura, Conductividad, PH, Oxígeno Disuelto, Sólido Totales, Sólidos Fijos, Sólidos Volátiles, Nitrito, Nitrato, Fósforo (como ortofosfato), Cromo y Plomo en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Además, se hicieron análisis de plancton, fitoplancton y tests de toxicidad aguda de (72 hs) protocolizados por EPA con neonatos de 24hs de Daphnia Magna siguiendo el protocolo establecido para D.M (ISO 6341) en el laboratorio de bioensayos del Instituto Nacional de Limnología (INALI).

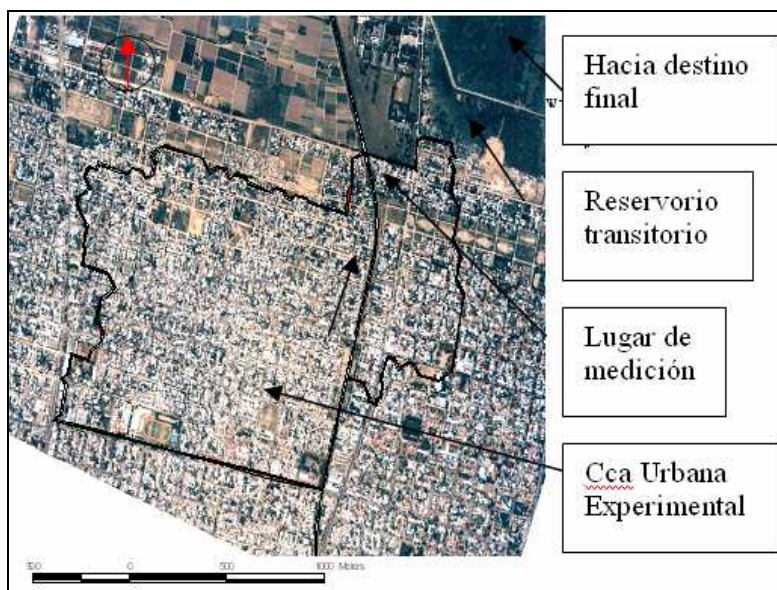


Figura N° 1. Cuenca urbana experimental “Guadalupe Oeste”

A partir de los resultados obtenidos del monitoreo en la cuenca urbana, se estimaron los valores medios de las determinaciones realizadas, que se observan en la Tabla N° 1. Se observa también una modificación de estos valores de acuerdo a la estacionalidad.

Tabla N° 1. Tabla de valores medios

Variable medida	Inicial	C Final
Sólidos totales (mg/l)	450	100
Conductividad (uS/cm)	631	207
Nitrato (mg/l)	2.85	0.90
Nitrito (mg/l)	0.028	0.35
Fósforo (mg/l)	2.75	0.78

Esta cuenca se encuentra en la curva superior de la relación área de la cuenca – concentración de sedimentos en suspensión producida por el análisis de diferentes cuencas urbanas, Figura N° 2 (Thomas Schueler, 1987). Después de ocurrido el evento, las concentraciones de sedimento en suspensión se ubican en el extremo inferior por efecto del lavado de las áreas impermeables.

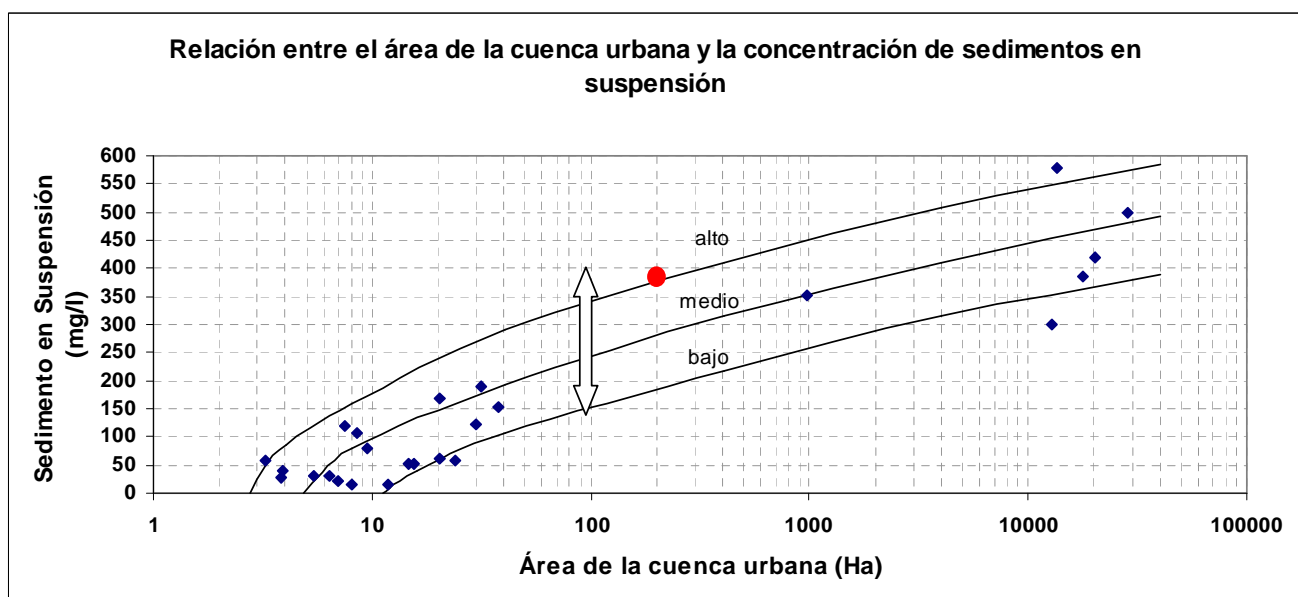


Figura N° 2. Relación Área Urbana – concentración de sedimentos

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Caracterización general

El ecosistema acuático receptor es susceptible del impacto que produce la urbanización, a partir de los cambios en los:

caudales picos	tiempos al pico
frecuencias de crecidas	temperatura del agua
niveles de oxígeno	contenido de sedimentos
trazadores metálicos	

Las sustancias producidas en los domicilios y en la vía pública son transportados a través de los desagües pluviales de manera constante o durante los eventos de lluvia a partir de un proceso de lavado de la superficie impermeable de la cuenca, siendo el receptor final los ambientes acuáticos transitorios o finales, donde se produce una pérdida de la calidad del agua del este último, principalmente en diques o áreas con baja capacidad de dispersión de contaminantes. Constituye entonces la impermeabilidad directamente conectada de una cuenca urbana, una variable formadores del volumen de poluentes y del volumen de la escorrentía superficial (Figura N° 3).

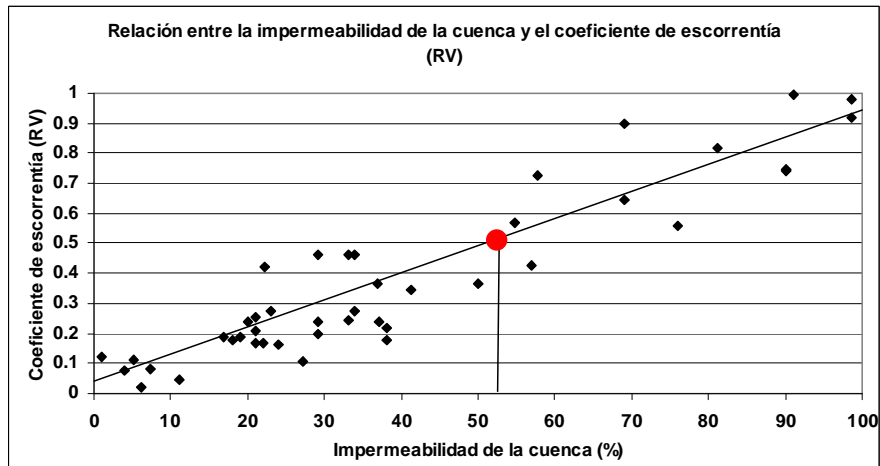


Figura N° 3. Relación entre la impermeabilidad y el coeficiente de escorrentía

La exportación de contaminantes de una cuenca generada a través del proceso de lavado producido sobre las áreas impermeables durante los eventos lluviosos, permite conocer y estimar las concentraciones y volúmenes que recibe el receptor final y diseñar sistemas de mejoramiento y tratamiento de las aguas pluviales.

Existen métodos sencillos de estimación y otros con mayor complejidad, cuyos parámetros fueron ajustados en función de la información medida. La masa de poluentes vertido de cada variable analizada a partir de la función exponencial decreciente o a través de un modelo apropiado fue calculada para los eventos medidos (Figura N° 4).

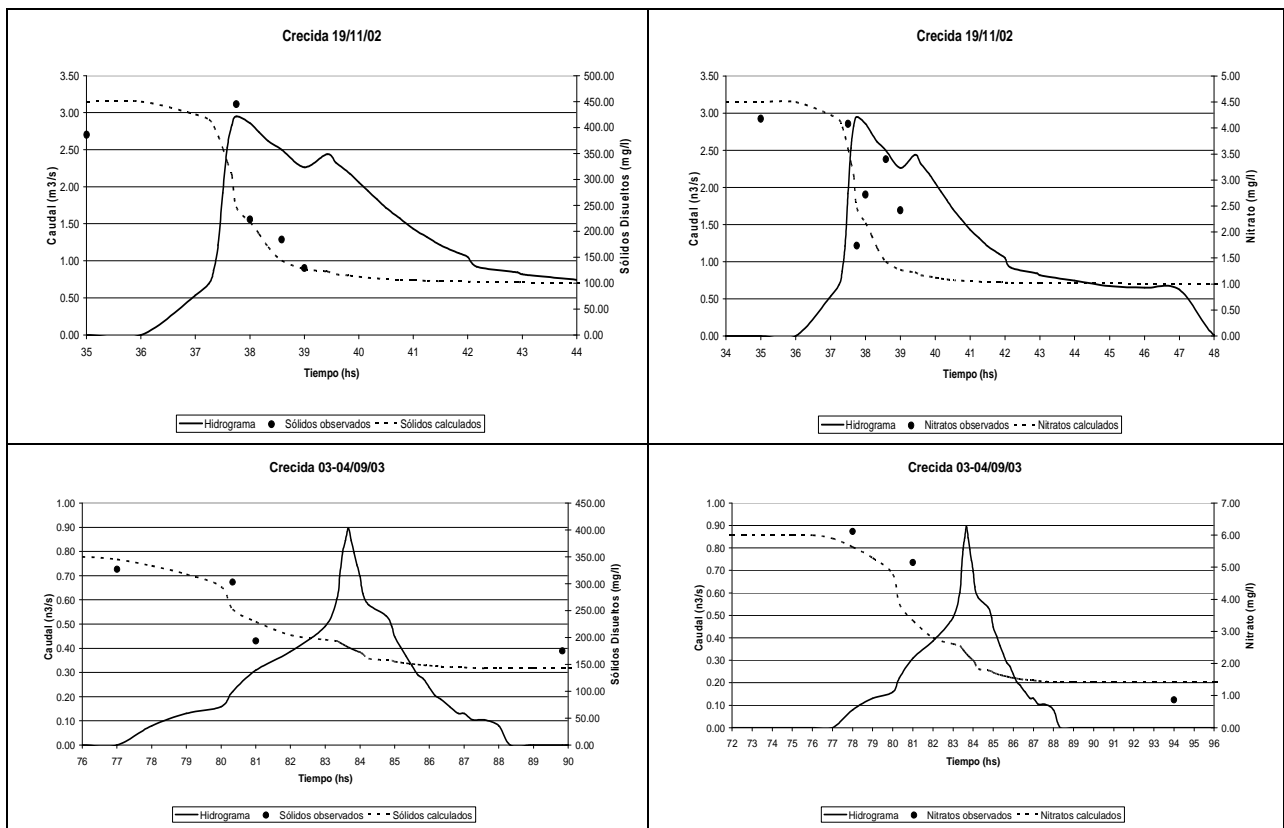


Figura N° 4. Ajuste de la ec. de lavado por una función exponencial para tormentas en el año 2002 y 2003

La masa de poluentes por Ha, exportado de la cuenca se muestra en la tabla N° 2. Puede observarse la existencia de una variabilidad en la masa de diferentes poluentes generado por la estacionalidad del evento.

Tabla N° 2. Masa de poluentes vertido por una cuenca

	S S	Nitrato	Nitrito	Fosforo	
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	
Nov-02	28.66	0.34	0.04	0.13	Primav/Verano
Feb-03	38.68	0.32	0.07	0.17	Primav/Verano
Jun-03	11.2	0.1	0.01	0.09	Otoño/Invierno
Sep-03	10.26	0.15	0.01	0.02	Otoño/Invierno
Sep-04	12.67	0.13	0.01	0.02	Otoño/Invierno

Durante el evento lluvioso se produce el lavado de la superficie impermeable de la cuenca, alcanzando los siguientes porcentajes de limpieza en función del volumen precipitado, Figura N° 5. En todos los casos medidos no se alcanzó al 100% de remoción y lluvias medidas menores a 5 mm no alcanzan a remover el 20% de los sólidos presentes en las áreas impermeables de la cuenca.

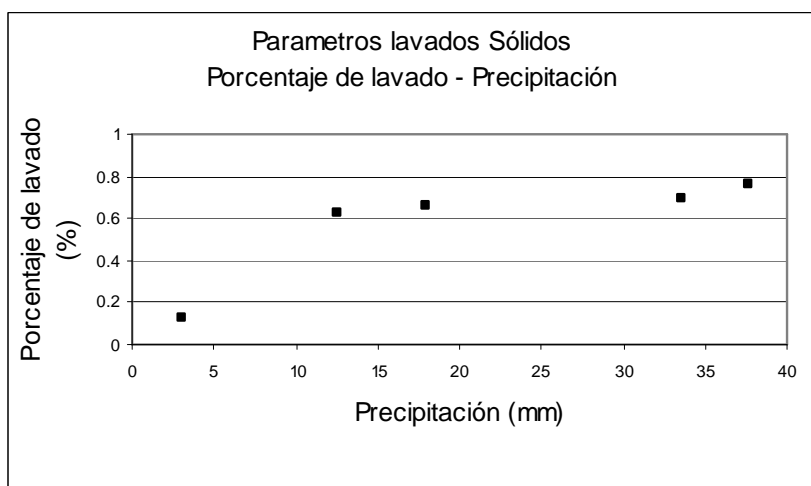


Figura N° 5. Porcentaje de lavado de una cuenca.

Receptor Final

Las aguas pluviales finalmente descargan en la laguna Setúbal, dónde se realizó una evaluación de la calidad de las aguas de ambas márgenes (una sin desarrollo) de la laguna, a efectos de establecer el deterioro que sufre la laguna en forma progresiva por el vertido de los diferentes desagües pluviales, sea en forma de cargas concentradas o difusas. Se observa en la Figura N° 6, la ubicación de los diferentes puntos de muestreos. La generación de polutogramas detallados a veces, en estos receptores es innecesaria, porque las aguas receptoras no pueden responder a cambios tan rápidos en las concentraciones o cargas de contaminantes. En cambio, solo la carga total del evento es necesaria para la mayoría de los estudios de calidad del agua receptora.



Figura N° 6. Concentraciones de entrada al reservorio y salida del reservorio

En la figura N° 7, se observa los resultados observados, dando una clara mejoría sobre la margen no urbanizada (izquierda), que debido al tipo de río no alcanza a producirse una mezcla a lo largo del tramo en estudio.

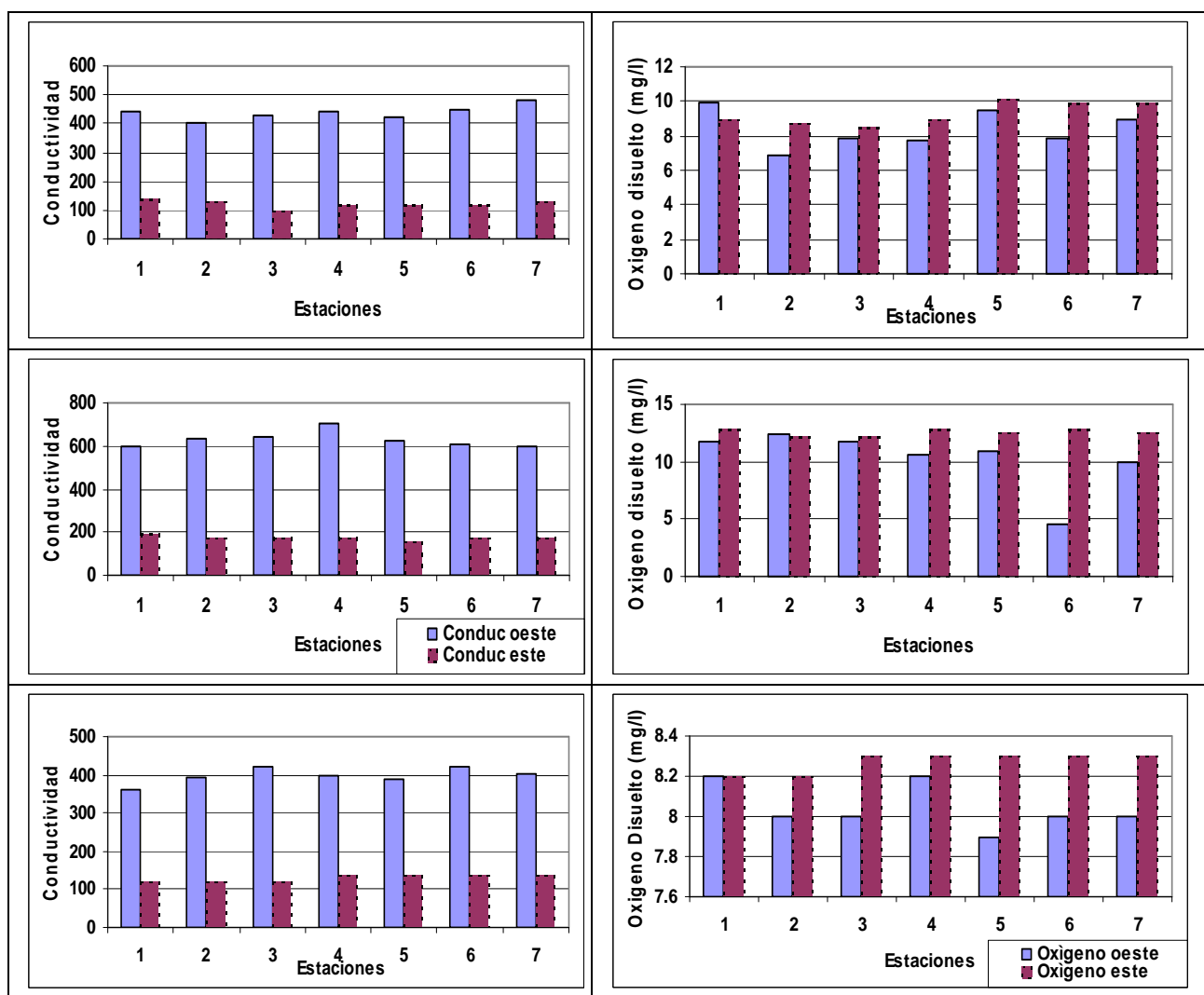


Figura N° 7. Concentraciones de poluentes de margen derecha e izquierda

La información mostrada en la figura, se relaciona con muestreos realizados antes y después de un fenómeno lluvioso, observándose la variación principal de la conductividad y del oxígeno disuelto.

CONCLUSIONES

- Se analizó métodos para determinar el volumen de poluentes que puede descargar una cuenca urbana.
- Existe concentraciones máximas iniciales, mínimas finales característica de la cuenca.
- Se estableció rangos de variaciones de los parámetros de la función exponencial.
- Se estimó la masa de cada concentración vertida y medida en el receptor final.
- Se puede representar la descarga de contaminantes de las variables que son conservativas, en cambio los modelos o fórmulas analizadas no representan adecuadamente las variables no conservativas (tóxicas) representadas por el LC50, plancton, fitoplancton.