

**Línea prioritaria C: Riesgos asociados a la escorrentía urbana**

**Estudio de las Descargas de Sistemas Unitarios (DSUs) durante episodios de lluvia en la ciudad de Murcia**

**Juan T. García, Pablo Espín-Leal, Antonio Vigueras-Rodríguez, Luis G. Castillo, José M. Carrillo,**

**Grupo I+D+i Hidr@m. Universidad Politécnica de Cartagena. UPCT**

**Pedro D. Martínez-Solano, Simón Nevado-Santos**

**Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia S.A., Plaza Circular 9, Murcia**

La mayoría de los sistemas de saneamiento existentes en España y Europa, al igual que en la ciudad de Murcia, son unitarios. En este tipo de redes circulan por una misma conducción las aguas residuales generadas por la actividad humana comercial e industrial de las ciudades, en tiempo seco, junto con las aguas generadas por la escorrentía en la superficie de las ciudades de las aguas que provienen de un suceso de lluvia. Dichas redes unitarias, en el caso de recibir una lluvia de carácter torrencial inusual, no serán capaces de transportar la totalidad de los caudales recogidos a lo largo de las ciudades y sufrirán el fenómeno de desbordamiento que se denomina, en este caso, Descarga de Sistema Unitario (DSU).

Con la aprobación del Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, se establecieron las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas contemplando el hecho de que hasta la fecha no existiera una normativa específica que regulara los desbordamientos de los sistemas de saneamiento en episodios de lluvia. De esta forma se incorporan al Reglamento de Dominio Público Hidráulico artículos que permiten limitar la contaminación producida por dichos desbordamientos, reconociendo que en la práctica no es posible construir los sistemas colectores y las instalaciones de tratamiento de manera que se puedan someter a tratamiento la totalidad de las aguas residuales en circunstancias tales como lluvias torrenciales inusuales. Dentro de este contexto, el conocimiento de las curvas de variación de concentración para un determinado contaminante (lo que se conoce como polutogramas) es fundamental a la hora de aplicar las medidas citadas en el Real Decreto 1290/2012.

El presente trabajo recoge un estudio de los flujos de contaminación movilizados durante el tiempo de lluvia en un sistema de saneamiento y drenaje unitario de dos cuencas urbanas situadas en el sureste de España, más exactamente en la ciudad de Murcia. Con el propósito de estudiar y profundizar en el conocimiento de la movilización de contaminación en ambas cuencas se realiza, en primer lugar, el cálculo de los hidrogramas, polutogramas e hietogramas de un conjunto de episodios de estudio.

Por medio del empleo de un modelo numérico de la red, se obtienen los hidrogramas asociados a cada uno de los episodios analizados en base a los hietogramas aportados por las estaciones pluviométricas de ambas cuencas. En cuanto a los contaminantes, se han obtenido el conjunto de polutogramas tomando como base las medidas de turbidez en ambos puntos de estudio.

Obtenidos los datos que permiten caracterizar el evento en cuanto a sus propiedades hidráulicas, hidrológicas y contaminantes, se puede proceder al estudio de las relaciones entre sus distintos parámetros característicos como pueden ser: la precipitación total, el periodo seco precedente, etc., con el objetivo de establecer herramientas de predicción que permitan mejorar las labores de gestión y operación de la red durante los sucesos tormentosos.

Tomando como base los parámetros hidráulicos, hidrológicos y contaminantes de 19 lluvias (10 en la cuenca denominada S1 y 9 en la cuenca San Félix), se han elaborado dos índices de predicción (Figura 1) que facilitan la obtención de los dos parámetros principales de un polutograma: el tiempo al pico de la turbidez (TPP) y el valor máximo de turbidez (Cmaxtb).

#### Índice de tiempo al pico del polutograma

$$I_{TPP} = \left( \frac{T_{PH}}{T_C} \right)^{0.13} \cdot (P_{Total})^{0.02}$$

Donde:

- $T_{PH}$ : tiempo al pico del hidrograma (min)
- $T_C$ : tiempo de concentración de la cuenca (min)
- $P_{total}$ : precipitación total (mm)

#### Índice de concentración máxima

$$I_{CMax} = (P_{Total} \cdot i)^{0.3} \cdot (P_{seco})^{0.3} \cdot F_{forma}$$

Donde:

- $P_{total}$ : precipitación total (mm)
- $P_{seco}$ : días de tiempo seco precedentes (días)
- $F_{forma}$ : factor de forma de la cuenca  
( $10 \cdot Area / L_{cauce}^2$ )

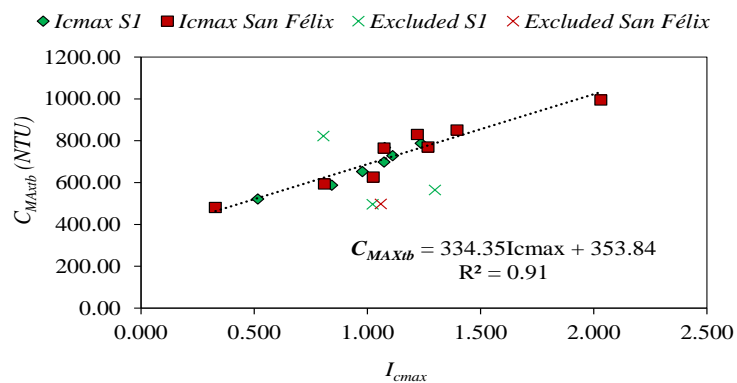
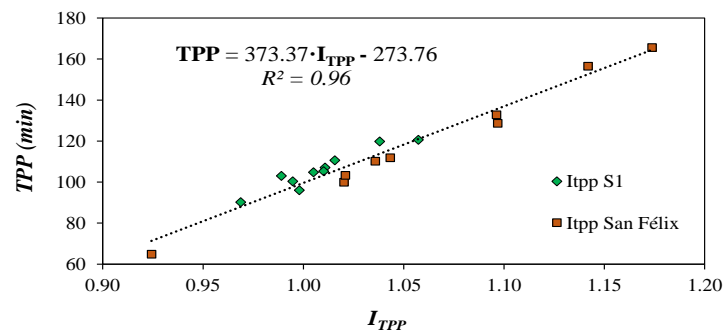


Figura 1. Ajuste estadístico de los índices de predicción de contaminación.

Por medio de la predicción de los valores de turbidez máxima y tiempo al pico de dicha turbidez se presenta una metodología de construcción de polutogramas de diseño que permiten el cálculo de la turbidez a lo largo de cualquier evento de lluvia por medio de información de la cuenca y datos de precipitación y caudal de aplicación a las dos cuencas de estudio de la ciudad de Murcia.

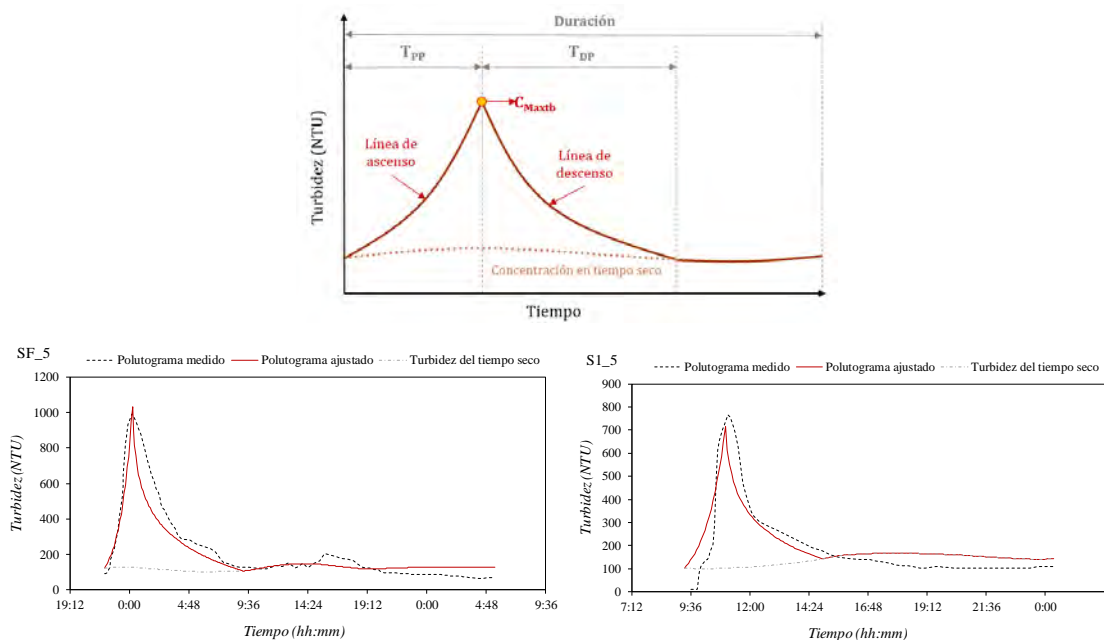


Figura 2. Forma del polutograma de diseño y ajuste a un episodio real para el caso del episodio 5 en las cuencas San Félix y S1.

## REFERENCIAS

Bersinger, T., Pigot, T., Bareille, G., Le Hecho, I. 2013. Continuous monitoring of turbidity and conductivity: a reliable, easy and economic tool for sanitation management. WIT Transactions on Ecology and the Environment, 171, 151–162.

Del Río Cambeses, H. 2011. Estudio de los flujos de contaminación movilizados en tiempo de lluvia y estrategias de gestión en un sistema de saneamiento y drenaje unitario de una cuenca urbana densa de la España Húmeda. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña.

Gupta, K., Saul, A. J. 1996. Specific relations for the first flush load in combined sewer flows. Water research, 30(5), 1244-1252.