

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DE UNA RED DE DRENAJE MEDIANTE EL MÉTODO DE MONTE CARLO

Alberto Aventín Ferrer

Juan José Egozcue Rubí y Manuel Gómez Valentín

RESUMEN

El diseño de redes de drenaje se ha realizado tradicionalmente de una manera determinista, definiendo un nivel de seguridad en términos de periodo de retorno asociado a una lluvia de proyecto considerada en el cálculo hidrológico e hidráulico. No obstante, los parámetros que forman parte del diseño, como por ejemplo la precipitación o los coeficientes de rugosidad de los conductos de la red, tienen una variabilidad y una incertidumbre que no se considera habitualmente en el proceso de cálculo y respuesta de la red de drenaje, ni se analiza como parte de los resultados obtenidos.

Por lo tanto, un análisis del comportamiento de la red de drenaje donde se incluyan la variabilidad de la precipitación y la incertidumbre de los parámetros que definen el problema es necesario para conocer con mayor precisión cuál es el nivel de seguridad asumido en su diseño. El problema que se plantea es estimar la probabilidad de ocurrencia de ciertos grados de afección en la cuenca urbana de la Riera Roja en Sant Boi de Llobregat, cerca de Barcelona (España), cuantificando la incertidumbre de los resultados. Evidentemente, los fallos de la red dependen de la ocurrencia de sucesos de precipitación de volúmenes elevados, por lo que en primer lugar es necesario conocer la frecuencia con la que se producen estos sucesos (peligrosidad) y luego estimar la respuesta de la red de drenaje según esos mismos sucesos (vulnerabilidad). Para ello se utiliza un modelo Poisson-GPD (*Distribución Generalizada de Pareto*), donde la ocurrencia de sucesos de precipitación se describe según un proceso de Poisson y la magnitud de estos sucesos (según sea el volumen de precipitación) según una GPD.

Se ha utilizado como información de partida la serie pluviométrica del Observatorio Fabra en Barcelona, de la que se ha obtenido un registro de lluvias para el cálculo de las probabilidades de ocurrencia de precipitaciones de un volumen determinado, según el esquema Poisson-GPD. Este cálculo se ha realizado mediante el programa BGPE (*Bayesian Generalized Pareto Estimation*), de manera que utilizando técnicas de estimación Bayesiana se consigue cuantificar la incertidumbre asociada a los resultados obtenidos. Este proceso requiere la estimación del umbral inferior que define los excesos en la GPD, los parámetros de forma y escala de la GPD y el parámetro que define el proceso de Poisson. Estas variables se estiman mediante información a priori, aportada por los conocimientos previos de la pluviometría de la cuenca estudiada y mediante la información muestral, del registro de la serie del Observatorio Fabra.

Por otro lado, se ha calculado la probabilidad de ocurrencia de los diferentes grados de afección en la cuenca, condicionados a los diferentes volúmenes de precipitación, mediante la técnica de simulación de Monte Carlo. Dado un volumen de precipitación, los procesos hidrológicos e hidráulicos se han simulado mediante el modelo matemático SWMM, de manera que la respuesta de la red de drenaje sean caudales vertidos en los diferentes imbornales de la red. Los parámetros de entrada que han sido tratados de forma estocástica (caracterizando su incertidumbre) han sido la duración y la forma de cada lluvia simulada y el coeficiente de rugosidad de los conductos. Para caracterizar los sucesos de precipitación se ha analizado nuevamente el registro de lluvias obtenido de la serie del Observatorio Fabra, tratando de simular el verdadero patrón de precipitaciones que afecta a la cuenca estudiada.

Finalmente, se han podido comparar los resultados obtenidos siguiendo los desarrollos anteriores con el proceso habitual de diseño según el periodo de retorno asociado a una lluvia estándar de proyecto. Una vez calculadas la peligrosidad y la vulnerabilidad, se ha podido estimar la probabilidad de ocurrencia de vertidos en la superficie de la cuenca de la Riera Roja y analizar así su nivel de seguridad.