

# ***Análisis del comportamiento hidráulico de la red de abastecimiento de la ciudad de Córdoba mediante EPANET***

**(C. Agua y ciudad)**

*Rafael Pérez Arellano*

Ingeniero Agrónomo. Doctorando de la Universidad de Córdoba

[rafaperez5@hotmail.com](mailto:rafaperez5@hotmail.com)

*José Roldán Cañas*

*Dr. Ingeniero Agrónomo. Catedrático de la Universidad de Córdoba*

[jroldan@uco.es](mailto:jroldan@uco.es)

*Fátima Moreno Pérez*

*Dra. Ingeniera Agrónoma. Profesora Colaboradora de la Universidad de Córdoba*

[mfatima@uco.es](mailto:mfatima@uco.es)

*Sergio García Alcubierre*

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Técnico de Grado Superior de la Oficina Técnica de EMACSA*

[sgarcia@emacsa.es](mailto:sgarcia@emacsa.es)

## **Resumen**

El correcto manejo y control de las redes de abastecimiento, la distribución de agua en condiciones adecuadas de presión y caudal, junto con la necesidad de hacer eficientes y económicamente viables las grandes inversiones necesarias para la construcción y el mantenimiento de estas redes, son los grandes retos que persiguen desde hace años las empresas de distribución de agua potable.

La moderna gestión de los abastecimientos de agua, requiere cada vez más la utilización de modelos matemáticos de simulación hidráulica, dada la complejidad del entorno de tuberías, depósitos y elementos de regulación que son necesarios para garantizar el transporte del agua en condiciones de presión y calidad adecuadas. El presente proyecto pretende la puesta en marcha del modelo matemático de comportamiento hidráulico de la red de abastecimiento de la ciudad de Córdoba y su calibración.

Para modelar el comportamiento de la red se parte de la base de datos de la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A. (EMACSA), necesaria para esquematizar la red y aplicar el software EPANET (desarrollado por U.S. Environmental Protection Agency) que permitirá simular tanto el comportamiento hidráulico, como de la calidad del agua en la red de distribución a presión. Este software está previsto que funcione a través de una interfase con el Sistema de Información Geográfica (SIG). El hecho de que el SIG permita el fácil tratamiento y presentación de los datos, hacen de esta herramienta la más capaz para dar respuesta a las actuales necesidades de la gestión de redes (Martínez, 2002).

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula las alturas piezométricas en los nudos y los caudales en las líneas, dados los niveles iniciales en los embalses y depósitos, y la sucesión en el tiempo de las demandas aplicadas en los nudos. Dichas demandas vendrán dadas por los datos de registros de consumo de la empresa, datos que determinarán la carga hidráulica del modelo, esto es, se asigna a cada nudo, en cada instante, el consumo registrado de los abonados y el no registrado (fugas, errores de contaje, etc.).

Las cotas de los nudos han sido determinadas a partir de la generación de una malla triangular regular, mediante un interfase del software MicroStation, que permite interpolar valores de cota altimétrica desde puntos con cota conocida a puntos donde se conoce su posición pero no su cota. Los valores de los diámetros y longitudes de las tuberías se obtienen a partir del inventario realizado de la red.

Para obtener las alturas y caudales en un determinado instante se resuelven simultáneamente las ecuaciones de conservación del caudal en los nudos y las ecuaciones de pérdidas en todos los tramos de la red. Este proceso, conocido como “equilibrado hidráulico”, requiere el uso de métodos iterativos para resolver las ecuaciones de tipo no lineal involucradas. EPANET emplea a tal fin el Algoritmo del Gradiente (Todini y Pilati, 1987).

Dentro de los requerimientos técnicos, además de la comprobación de que las presiones, velocidades de circulación, calidad de las aguas y otros indicadores estén en los rangos deseados, será importante estimar las vulnerabilidades con respecto a la ocurrencia de fallos (Montalvo, 2011). Para que el modelo se conviertan en una herramienta fiable para gestionar situaciones que no han ocurrido, y disponer de información de futuros comportamientos del abastecimientos con base en los resultados provistos por el modelo, deberá haberse superado un proceso de calibración y validación muy exhaustivo (López et al., 2002). El proceso de calibración proporcionará los valores de ciertos parámetros que podemos controlar en la modelación pero que son difíciles de medir (como rugosidades o diámetros interiores, o curvas de modulación de los consumos) con objeto de que las predicciones del modelo se asemejen al máximo a las mediciones realizadas (Mac Berthouex, y Brown, L. 1994).

El resultado será un modelo hidráulico que permita, cuando el tratamiento de la información es el adecuado, simular la realidad de tal forma que se conozca tanto el estado del abastecimiento en todo lugar y momento, como el posible comportamiento del mismo en escenarios que todavía no han tenido lugar. Por tanto, se obtendrá una herramienta que optimizará la gestión de redes, monitorizando la operación y control de una red tan compleja como es el Sistema de Abastecimiento de la ciudad de Córdoba.

## Referencias bibliográficas

López, P.A.; Martínez, F.J.; Díaz, J.L.; Pérez, R. (2002). *Necesidad de un sistema de gestión de la información en los abastecimientos de agua*. Proceedings de II Seminario Hispano-Brasileño sobre Planificación, Proyecto y Operación de Redes de Abastecimiento de Agua. Valencia.

Mac Berthouex, P. y Brown, L. (1994). *Statistics for Environmental Engineers*. Lewis Publishers. U.S.A.

Martínez Solano, F.J. (2002). *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la gestión técnica de las redes de agua potable*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Montalvo Arango, I. (2011). *Diseño óptimo de sistemas de distribución de agua mediante Agent Swarm Optimization*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Todini, E. & Pilati, S. (1987). *A gradient method for the analysis of pipe networks*.