

# **NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN TÉCNICA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA BASADAS EN EL MODELO MATEMÁTICO Y LA TOPOLOGÍA DE LA RED**

Doctorando: **OSCAR T. VEGAS NIÑO**

## **RESUMEN**

Debido a la escasez del recurso hídrico que azota a muchos países del mundo, los gobiernos están implementado políticas públicas para que las entidades gestoras del servicio de agua potable, juntamente con las instituciones públicas y la empresa privada, implementen tecnologías digitales para monitorizar y tener un mejor control de la gestión de las redes hidráulicas. Sin embargo, es posible que las entidades gestoras no tengan un modelo matemático que les permita analizar el comportamiento hidráulico de la red ante distintos escenarios como un aumento de la demanda en ciertas zonas, la avería en una tubería principal, la ampliación de la red hidráulica; o tomar decisiones como la ubicación de nuevas fuentes de agua, la ubicación de sensores o elementos que permitan delimitar sectores hidráulicos (caudalímetros y válvulas de corte), entre otras.

El objetivo principal de este trabajo de investigación es desarrollar nuevos métodos basados en el modelo matemático y la topología de la red que ayuden a resolver los retos anteriores. Estos métodos, implementados en aplicaciones informáticas, pretenden ser de gran utilidad a las empresas de agua potable para identificar subredes y subsistemas hidráulicos; comprobar la conectividad de la red e identificar las subredes con problemas de suministro o sin demandas de caudal asignadas; analizar la fiabilidad de la red bajo diversas circunstancias; ayudar a ubicar válvulas reductoras de presión, sensores y otros elementos de control, validar el proceso de asignación de las demandas, identificar derivaciones que causen un suministro deficiente en determinadas zonas; delimitar sectores de demanda sin afectar a la red arterial de transporte; sectorizar una red hidráulica según el aporte de cada fuente al consumo de cada nodo; simplificar modelos de detalle que permitan minimizar los tiempos de cálculo para optimizar los procesos de toma de decisiones como el diseño de ampliaciones o la mejora energética, o para dar una respuesta rápida en la operación en tiempo real; y por último, proporcionar métodos basados en la simulación hidráulica y en unas ecuaciones de tipo potencial-logarítmicas para convertir rugosidades absolutas de Darcy-Weisbach y coeficientes de rugosidad de Chezy-Manning en coeficientes de rugosidad de Hazen-Williams para calibrar el modelo, en otras aplicaciones.

Todos los métodos han sido implementados en aplicaciones informáticas para automatizar el proceso de cálculo. Para ello, se ha utilizado el entorno de programación de Visual Studio 2019 Community (.NET), la librería de EPANET (v2.2) para ejecutar los cálculos hidráulicos y la librería shapelib para visualizar los resultados de manera gráfica desde cualquier software de Sistema de Información Geográfica. Los resultados obtenidos han sido verificados con profusión, primero porque cada método se ha desarrollado considerando el modelo de una red real y después se ha validado con otros cinco modelos de redes reales con distintas configuraciones, tamaños, elementos de regulación y leyes de control. Asimismo, dado que todas las herramientas están publicadas en el portal de investigadores de ResearchGate para su libre acceso, han podido ser testeadas por otros muchos usuarios interesados en su uso para analizar y dar solución a los problemas diversos en la gestión de las redes de abastecimiento de agua. Por último, todos estos algoritmos están disponibles para ser implementados en otras plataformas digitales o entornos SIG desde los cuales se puede mejorar la interacción del usuario con la red, permitiendo al modelador u operador de la red tomar las mejores decisiones.