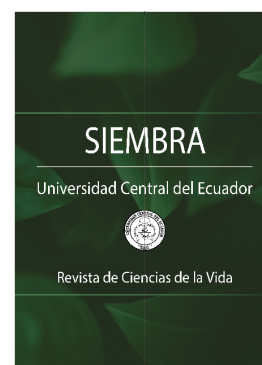


## Diseño optimizado de redes de drenaje urbano

Juan Guillermo Saldarriaga Valderrama<sup>1</sup>



*Siembra 12 (4) (2025): Edición especial: Memorias del Simposio ECUADOR WATER WEEK 2025. Hidrología inteligente: Innovación y sostenibilidad en la gestión del agua ante el cambio climático*

<sup>1</sup> Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Bogotá 111711. Colombia.  
✉ jsaldarr@uniandes.edu.co

### Resumen

Los sistemas de drenaje urbano son esenciales para garantizar el funcionamiento adecuado de las ciudades, ya que evacúan tanto aguas lluvias como residuales. Los sistemas pluviales conducen las aguas lluvias hacia cuerpos receptores naturales, mientras que los sistemas sanitarios recolectan aguas residuales domiciliarias, industriales y comerciales, transportándolas de manera segura hacia plantas de tratamiento antes de su disposición final. Ambos sistemas son fundamentales para la salud pública y la sostenibilidad urbana. Sin embargo, la infraestructura actual enfrenta retos significativos. Por un lado, el envejecimiento de los materiales y los asentamientos de suelos, junto con el cambio climático, generan desafíos para los sistemas pluviales, ya que lluvias más intensas y frecuentes superan su capacidad, aumentando las inundaciones y los riesgos para la seguridad y la salud. Por otro lado, los sistemas sanitarios enfrentan problemas asociados al crecimiento poblacional, falta de resiliencia ante sismos y deterioro de materiales, lo que compromete la calidad del agua en cuerpos receptores, acuíferos y corrientes naturales. En países en desarrollo, la ausencia de sistemas de drenaje urbano es un problema crítico debido a los altos costos de construcción y operación, agravado por el rápido crecimiento urbano, que incrementa los riesgos de salud pública y plantea la necesidad de soluciones financieramente viables, resilientes y seguras, alineadas con el ODS 6. En este contexto, el estudio presenta una metodología para el diseño de redes de alcantarillado de mínimo costo, asegurando resiliencia, operatividad y cumplimiento de restricciones hidráulicas y constructivas. El diseño combina dos etapas: la selección del árbol y el diseño hidráulico, interrelacionadas iterativamente mediante el algoritmo de Bellman-Ford para optimizar diámetros, pendientes y costos. La metodología fue validada en redes patrón de la literatura técnica y aplicada a un caso real en Bogotá, logrando costos mínimos registrados y reduciendo significativamente el tiempo computacional. Además, se demostró su capacidad para integrar estructuras adicionales, como cámaras de caída, y evaluar la resiliencia, consolidando sus aportes a la ingeniería hidráulica urbana.

**Palabras clave:** optimización, costo, alcantarillado, teorema de Bellman-Ford, programación entera mixta.

### SIEMBRA

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA>

ISSN-e: 2477-8850

Periodicidad: semestral

vol. 12, núm 4, 2025

[siembra.fag@uce.edu.ec](mailto:siembra.fag@uce.edu.ec)

DOI: [https://doi.org/10.29166/siembra.v12i4\(Especial\)](https://doi.org/10.29166/siembra.v12i4(Especial))



Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-No Comercial