



# “OPTIMIZACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CON ALGORITMOS GENÉTICOS EN EL CENTRO POBLADO JAYLLIHUAYA”



César G. Huisa flores

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa  
Escuela Profesional de Ciencia de la Computación  
chuisaf@unsa.edu.pe

## Resumen

La escasez de agua dulce está surgiendo como uno de los problemas más críticos que enfrenta la humanidad, la misma que ha sido llamado el “siglo del agua”. Los problemas relacionados con el abastecimiento de agua se incrementan y no permiten ver con claridad los efectos positivos de las estrategias de desarrollo impulsadas por nuestro gobierno. Motivo del trabajo es determinar la medida de optimización de las redes de distribución de agua con algoritmos genéticos en el servicio de agua potable del centro poblado de Jayllihuaya. **Keywords:** Algoritmos Genéticos, Optimización.

## 1. Introducción

El motivo del trabajo es determinar la medida de optimización de las redes de distribución de agua con algoritmos genéticos en el servicio de agua potable del centro poblado de Jayllihuaya. Los resultados contribuirán al conocimiento de las efectivas acciones de planeamiento y elaboración adecuada de proyectos de abastecimiento de agua potable para mejorar las condiciones de vida en el centro poblado de esta parte del altiplano y que permanentemente se está por mejorar con métodos de optimización de tuberías para el abastecimiento de agua potable propias para nuestra realidad.

## 2. Objetivos

- Emplear Algoritmos Genéticos en el diseño de la red de distribución de agua potable optimizando, minimizando el costo y maximizando la confiabilidad de la misma, cumpliendo con las restricciones técnicas y normativas.
- Comparar los resultados de confiabilidad, cumpliendo las restricciones técnicas y normativas de una red de distribución de agua potable sin optimizar y optimizado con el método de algoritmos genéticos.
- Seleccionar el diseño considerando costos y confiabilidad del diseño de la red de distribución de agua.

## 3. Conceptos Básicos

### 3.1 Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

### 3.2 Presiones

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3.50 m a la salida de la pileta.

### 3.3 Válvulas

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud. Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda. Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

### 3.4 Análisis hidráulico

Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

TIPO DE TUBERÍA	“C”
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poliétileno	140
Poli(cloruro de vinilo) (PVC)	150

Fuente: RNE

Figura 1: Coeficientes de fricción “C” en la fórmula de Hazen y Williams

## 4. Problema a Solucionar

El suministro de agua potable para una población urbana que está en crecimiento, así como para los centros poblados que se desarrollan en las áreas urbanas actualmente es una preocupación y conforme aumenta la población se crean nuevas necesidades y hacen que el consumo de agua sea cada vez mayor, por eso se debe proyectar el suministro hacia el futuro por sectores la distribución de redes de agua. La Investigación servirá para optimizar y minimizar los costos en la distribución de agua por el método de algoritmos genéticos,

con un objetivo tradicional como es el costo del sistema, esta nos permite definir la proyección de demanda en el tiempo, que un sistema puede satisfacer y restringir la operativa considerada. Para hallar el costo del sistema solo se consideraron las tuberías, mas no se tomó en cuenta los accesorios.

## 5. Algoritmo Seleccionado

### 5.1 Linea de Aducción

Para calcular la linea de aducción la cual se usara para calcular se uso el algoritmo de Evolución Diferencial: La Evolución Diferencial (ED) es un método de optimización perteneciente a la categoría de computación evolutiva, aplicado en la resolución de problemas complejos. Al igual que otros algoritmos de esta categoría, la ED mantiene una población de soluciones candidatas, las cuales se recombinan y mutan para producir nuevos individuos los cuales serán elegidos de acuerdo al valor de su función de desempeño. Lo que caracteriza a la ED es el uso de vectores de prueba, los cuales compiten con los individuos de la población actual a fin de sobrevivir.

### 5.2 Ruta Óptima

Para escoger una ruta con menor perdida de presión posible es necesario analizar las desembocaduras en cada nodo hallando el camino mas óptimo por lo que se uso AntColonySystem: En ciencias de la computación y en investigación operativa, el algoritmo de la colonia de hormigas, algoritmo hormiga u optimización por colonia de hormigas (Ant Colony System, ACS) es una técnica probabilística para solucionar problemas computacionales que pueden reducirse a buscar los mejores caminos o rutas en grafos.

## 6. Método

### 6.1 Linea de Aducción

Se toman los parámetros especificados en el documento:

Cantidad de tramos: 645 tuberías  
Máxima longitud de tubería: 637.98 m  
Longitud media: 70.62 m  
Mínima longitud de tubería: 4.07 m.  
Sumatoria total de longitud de tubería: 45,551.56 m

Figura 2: Parámetros de especificación

### 6.2 Ruta Óptima

Al no encontrar la base de datos utilizada por el autor en los cálculos se uso una matriz de perdida de presión auto-generada la cual siguió las especificaciones hidráulicas siguiendo una perdida no mayor a 50 unidades y mayor a 10 unidades las cuales se utilizaron para hacer la simulación

## 7. Resultado

### 7.1 Linea de Aducción

Al calcular la linea de aducción el autor la usa en diferentes ocasiones para regularizar la longitud total de las redes de distribución:

Para encontrar la longitud total de la red de distribución hay que restarle la línea de aducción, ya que en esta no se realiza alguna instalación domiciliaria. Por tal, la longitud total de la red de distribución es:

$L_{total} = 45,551.56 \text{ m} - 637.98 \text{ m}$   
 $L_{total} = 44,913.58 \text{ m}$

Reemplazando valores de obtiene:

$Q_u = 96.593 \text{ l/s} / 44,913.58 \text{ m}$   
 $Q_u = 0.0021506 \text{ l/s/m}$

Figura 3: Parámetros de especificación

### 7.2 Ruta Óptima

En la simulación se logró hallar la ruta mas corta la cual es especificada en el programa y archivo de salida de la simulación

## 8. Conclusiones

- Los algoritmos bioinspirados nos ayudan a optimizar funciones lo cual se aplica en varios campos incluida la Inteligencia artificial
- También nos ayudan a resolver problemas métricos como en este caso un problema de optimización de rutas en sistemas hidráulicos
- Usando los algoritmos bioinspirados se pueden resolver problemas muy complejos sobretodo si estos se mezclan entre si para resolver problemas en conjunto