

SIHASA

Expediente: Sectorización. Presentación.

Archivo: ATA

Concepto:

Fecha: 29/Diciembre/03

Hoja: 1

1. Todas las redes de distribución de agua potable presentan fugas

Todos los sistemas de distribución de agua presentan fugas. Éstas se pueden clasificar en tres tipos:

- Fugas reportadas. Son aquellas fugas que afloran a la superficie, son visibles y la población las reporta cuando aparecen.
- Fugas no reportadas. Son fugas que se pueden detectar mediante equipos especiales, no afloran a la superficie y por lo tanto no son reportadas por la población.
- Fugas de fondo. Consiste de una gran cantidad de pequeñas fugas que no pueden ser detectadas con equipos especiales.

En los sistemas donde no se practica el control activo de fugas, que consiste de la constante búsqueda de fugas con equipo especial, las fugas que podrían clasificarse como no reportadas caen dentro de la categoría de fugas de fondo.

2. Fugas de fondo

Usualmente las fugas de fondo significan el mayor porcentaje de pérdidas en un sistema.

Las fugas que se presentan en las tuberías se comportan como lo hace el caudal de agua que sale de un orificio, de acuerdo a la ecuación $q = k \cdot A \sqrt{2g \cdot h}$, donde

- q Caudal que fluye por el orificio.
- k Constante que depende de la forma del orificio.
- A Superficie del orificio.
- g Aceleración de la gravedad.
- h Presión del agua al nivel del orificio.

Para una red determinada se utiliza un valor $K = \sum (k \cdot A \sqrt{2g})$, y un valor promedio para la presión (hm). Se tendría entonces, para la cantidad de agua que se fuga en una red:

$$qr = K \sqrt{hm}$$

En la ecuación se puede apreciar que el caudal que se fuga de la red es proporcional a la raíz cuadrada de la presión media. Teóricamente esto significa que si en una red hidráulica disminuimos la presión de un promedio de 4 a un promedio de 1 kg/cm², la cantidad de agua que se pierde por fuga se disminuirá a la mitad.

Sin embargo, en los estudios que se han realizado en Brasil, Inglaterra y en el DF se ha encontrado que la relación entre el caudal de fuga y la presión promedio de una red no varía en proporción a la presión elevada a la potencia 0.5, sino que varía en proporción a una potencia aproximada a 1.0, esto es, el caudal de fuga es proporcional a la presión promedio. Esto se debe principalmente a dos motivos:

1. Una parte significativa de los componentes que fugan en la red son flexibles y en éstos la superficie de los orificios depende de la presión que se tenga en la red, esto es, a mayor presión mayor será el área disponible para que el agua fugue.

SIHASA

Expediente: Sectorización. Presentación.

Archivo: ATA

Concepto:

Fecha: 29/Diciembre/03

Hoja: 2

2. Al analizar las redes hidráulicas se supone que los orificios que producen las fugas se distribuyen equitativamente en toda la longitud de la tubería, sin embargo esto no es así, la mayor parte de éstos se encuentran donde la presión de la red es más alta, pues es ahí donde la tubería se daña más. Sucede entonces que al disminuir la presión la mayor parte de los orificios y por lo tanto de las fugas originales se encuentran en la zona donde el diferencial de presión es más alto, por lo que el ahorro es mayor al considerado en el modelo original.

La ecuación final sería $qr = K' \cdot hm$. Al aplicar esta ecuación al ejemplo mencionado anteriormente se calcula que el caudal que fuga por la red disminuye no a la mitad, sino a la cuarta parte del que originalmente fugaba.

Por este motivo ahora se sabe que la forma más redituable de reducir las fugas de fondo es el control de presiones en la red de distribución.

3. Sectorización

La sectorización consiste del aislamiento de sectores de red secundaria del resto de la red hidráulica.

Se entiende por **red secundaria** la tubería que existe en cada calle de la ciudad donde se ofrece el servicio de agua y que tiene conexiones domiciliarias. La **red primaria** consiste de los tubos que se utilizan para mover grandes cantidades de agua y que no cuentan con conexiones domiciliarias.

La sectorización de la red secundaria de distribución permite controlar las presiones en las líneas de distribución y gracias a esto obtener un ahorro en fugas.

La sectorización ofrece otras ventajas entre las que se encuentran: posibilidad de implementar el control activo de fugas en una forma eficiente, obtener información sobre la cantidad de agua que se no se cobra en cada uno de los sectores, en general, permite un mejor control sobre el sistema al proporcionar un mejor entendimiento del comportamiento del agua en el mismo.

4. Sectorización

La sectorización incluye la instalación de medidores de flujo en la entrada de cada sector, con esto se logra conocer la cantidad de agua que ingresa al mismo. Incluye también la identificación de los micromedidores comprendidos en el sector, con esta información es posible calcular la cantidad de agua medida como consumo. La diferencia entre el agua que ingresa y el agua que se mide como consumo son las pérdidas comerciales de agua, que incluye fugas, submedición y tomas clandestinas.

5. Caso de estudio. Sector piloto Santa Lucía II, México, DF

Características del sector piloto. Notar el alto desnivel.

6. Caso de estudio

Curvas de demanda antes y después del control de presiones.

SIHASA

Expediente: Sectorización. Presentación.

Archivo: ATA

Concepto:

Fecha: 29/Diciembre/03

Hoja: 3

7. Caso de estudio

Presiones medias.

8. Beneficios. Ahorro de agua

Los beneficios de elaborar y ejecutar un proyecto de sectorización en ahorro de agua se dan en los tres tipos de fugas:

- Ahorro de agua.
 - Es posible medir la cantidad de agua que se pierde por fugas en cada sector.
 - Es posible controlar la presión en la red de distribución y con esto disminuir la pérdida de agua por fugas pequeñas.
 - Es posible implementar el control activo de fugas. Éste consiste del monitoreo del flujo que ingresa a cada sector durante la noche, en las horas en que el consumo es prácticamente nulo. Cuando este flujo se incrementa es indicador de la presencia de una nueva fuga y es posible enviar a un equipo de detección para localizarla y repararla.

9. Beneficios. Control sobre el sistema

El beneficio general de la sectorización es que se consigue control sobre el sistema. Control es:

- Conocimiento preciso sobre el comportamiento del agua en la red de distribución y
- Capacidad para modificar ese comportamiento.

10. Beneficios del control

- Reducción de los tres tipos de fuga.
- Sistema de Vigilancia de la Calidad del agua.
- Flexibilidad en la operación del sistema.
- Mejora de la planeación.
- Mantenimiento más efectivo.

Por ejemplo, el control de presiones hace que la reparación de fugas sea mucho más efectiva, pues cuando no hay control de presiones y se reparan la presión se incrementa aún más y aparecen nuevas fugas.

- Proyectos de prevención de catástrofes.

Es posible simular con los modelos elaborados para hacer la sectorización algunos eventos catastróficos (contaminaciones o fallas de las fuentes de alimentación) que permitan proyectar mecanismos para prevenirlos o reducir las consecuencias adversas.

SIHASA

Expediente: Sectorización. Presentación.

Archivo: ATA

Concepto:

Fecha: 29/Diciembre/03

Hoja: 4

11. Beneficios del control. Ejemplos.

- Operación. Es posible incrementar la presión de trabajo de la red primaria sin afectar la presión con que opera la red secundaria, esto permite mover mayores cantidades de agua en la red primaria sin incrementar la cantidad de agua que se pierde por fugas en la red secundaria.
- Mantenimiento. Es posible priorizar las reparaciones de fugas dándole más importancia a las que se realizan en sectores con mayores fugas.
- Planeación. Con el uso adecuado de los modelos de simulación es posible proyectar la infraestructura requerida para satisfacer las nuevas demandas del crecimiento de la red.
- Prevención. Con los modelos mencionados es posible proyectar infraestructuras para prevención de catástrofes. Se puede prevenir para falta de agua y para controlar la calidad del agua.

12. Objetivo

El objetivo del proyecto de la sectorización es mejorar el control sobre la red hidráulica, específicamente:

1. Medir la cantidad de agua que se fuga de la red.
2. Disminuir las fugas.
 - Control de presión
 - Control activo de fugas
3. Disponer de modelos computacionales que simulen el comportamiento de la red hidráulica.

13. Alternativas para sectorizar la red

Existen dos alternativas para llevar a cabo la sectorización de la red secundaria:

1. Elaborar un anteproyecto completo para el proceso y ejecutar las obras de sectorización bajo supervisión especializada. Esta alternativa fue la utilizada en ciudad de México.
2. Capacitar a un equipo de trabajo interno que proyecte y supervise la sectorización sección por sección. Esta sección puede brindar resultados en el corto plazo, a su vez esos resultados pueden mejorar la capacidad del equipo de trabajo.

14. Objetivos iniciales

- Capacitación del personal
- Sectorizar una zona piloto para:
 - Conocer costos de implementación
 - Conocer capacidad de recuperación de agua

SIHASA

Expediente: Sectorización. Presentación.

Archivo: ATA

Concepto:

Fecha: 29/Diciembre/03

Hoja: 5

- Documentación de procedimientos. Procedimientos para desarrollar el proyecto y para ejecutar las obras.
- Proponer estrategia integral de recuperación

15. Ejemplo de propuesta integral

- Culiacán, zona de disponibilidad 6. Costo por cada 1000 m³ de agua consumiendo menos de 300 l/día/hab: \$279.50; consumiendo más: \$559.00
- Una alternativa podría ser aplicar el control de presión en los sectores que mejor recuperación tengan con la intención de conseguir la dotación de 300.

16. Proceso de sectorización

- Digitalización de la red de distribución
- Propuesta inicial de sectorización
- Estimación de consumos por sector
- Estimación de fugas totales
- Modelos hidráulicos de cada sector
- Modificación de propuesta inicial de sectorización
- Diseño de sitios de control y medición
- Proyectos ejecutivos por sector
- Construcción de sector piloto
- Pruebas en el sector piloto