



Información y control al servicio del gestor: las válvulas inteligentes

Jonathan Castillo Martínez colaborador de Belgicast Internacional

José Carlos Rueda López *key account manager engineering companies* de Belgicast Internacional

1. Introducción

En estos tiempos en los que la electrónica y la informática están presentes en todos los aspectos de la vida cotidiana, es razonable que las canalizaciones de agua sigan esta misma tendencia y se adapten a los tiempos que corren, aprovechando todas las ventajas que estos dispositivos pueden aportar para el control de las redes, incorporando sistemas de medición, información, registro e intervención sobre las propias válvulas modificando valores como la presión o el caudal y consiguiendo, de este modo, un mejor aprovechamiento de este recurso tan valioso y escaso como es el agua. De nada servirían los más sofisticados sistemas de medición e información si estos no van acompañados de productos de calidad contrastada, con todas las certificaciones de calidad y

con todos sus componentes internos adecuados para no alterar la calidad de las aguas para el consumo humano.

La tecnología, por tanto, se suma a los elementos tradicionales como las válvulas, e incluso las propias conducciones, para aportar informaciones sobre un gran número de valores, fundamentales para un control riguroso, que ayude al gestor a garantizar al usuario un buen suministro basado en un consumo responsable. En el caso de las válvulas inteligentes, denominación que puede parecer un tanto ostentosa, estas tienen una capacidad de detección y almacenamiento de información que, debidamente canalizada, puede actuar modificando los parámetros según los criterios preestablecidos, tomando por tanto decisiones que pueden afectar de manera directa al suministro.



2. La gestión del agua

La gestión del agua es un asunto de gran impacto social y medioambiental a nivel mundial, ya que el agua es un bien escaso y fundamental para la vida y porque los costes generados por los procesos de potabilización, transporte, acumulación, distribución, canalización de aguas residuales y de lluvia, depuración y reciclaje o vertido al medio natural, son procesos caros que repercuten en la economía ciudadana, y limitan su acceso a una buena parte de la población mundial. Por ello, la necesidad de control se ha de llevar a cabo con la correcta gestión técnica de una red de distribución de agua, que comporte conocer con exactitud el destino final de todo el agua introducido en el sistema a través de los distintos puntos de captación.

La Unión Europea (UE) establece un marco comunitario para la protección y la gestión de las aguas. Esta directiva marco prevé, sobre todo, la definición y análisis de las aguas europeas, por cuencas y demarcaciones hidrográficas, así como la adopción de planes de gestión y programas de medidas apropiados para cada masa de agua.

3. Problemas actuales en la gestión de las aguas

Los principales problemas en la red de distribución a la población son:

- La antigüedad de sus redes de distribución de agua potable.
- Su crecimiento desordenado.
- La ineficiencia de su funcionamiento.

Estos problemas causan grandes pérdidas de recursos hídricos que suponen, además de perjuicios al medio ambiente, unos elevados costes económicos.

4. La sectorización, inicio de soluciones

La sectorización consiste en la delimitación hidráulica de las redes de distribución de agua potable y el cierre de sus mallas internas para ejercer mayor control operativo de parámetros como, el caudal, la velocidad, la presión y, en general, la calidad del agua distribuida.

Esta delimitación permite crear sectores independientes unos de otros, definidos a partir de la red primaria que pueden aislarse hidráulicamente del resto de la red mediante el accionamiento de válvulas. Estos sectores están definidos en áreas más pequeñas y manejables y que dan servicios a un número de usuarios más reducido.

Atendiendo a las políticas globales, asumidas por todos los países desarrollados, en las que se reconoce al agua



como un bien escaso y que hay que cuidar y respetar, se generan una serie de directrices y programas encaminados al control del ciclo del agua y a la optimización de un recurso escaso, vital y que debe velarse. Sumado esto a que los ciudadanos como usuarios del servicio exigen que se les garantice el suministro de agua en calidad y cantidad, no es tarea fácil la que tienen que desarrollar las compañías dedicadas al suministro y a la gestión del ciclo del agua.

Para evaluar el presente y predecir el futuro no se puede dejar de lado el pasado. En el pasado los responsables de la gestión del agua tenían como primera tarea y máxima responsabilidad el hacer llegar el suministro a los abonados y, con ello, se construyeron muchos miles de metros de canalizaciones, válvulas, etc., mediante el sistema mallado (para cumplir con tal cometido).

Posteriormente, se abordó el problema de la calidad del agua, dado que, cuando el abonado ya disfruta del suministro de agua constante y en cantidad, su siguiente preocupación es la salubridad del agua. El tema se abordó desde varias ópticas, tanto de la cesión de propiedades de los materiales utilizados para su conducción, como de la calidad de la producción del agua en origen y, también, de la pérdida de cualidades del agua en las canalizaciones. Por todo ello, se han dispuesto diversos programas para el control de la calidad del agua.

Una vez más, preocupados por la escasez de los recursos hídricos, se abordó el tema de la eficiencia y el rendimiento de las redes, para lo cual se han ejecutado laboriosos proyectos de sectorización de redes, con la misión de poder encontrar aquellos tramos de fuga en los miles de metros de canalizaciones instaladas y en los cuales el paso del tiempo se ha manifestado de forma más evidente.

En esta misma línea, las empresas de gestión se esfuerzan por renovar y actualizar el parque de contadores garantizando el correcto control de los consumos, e incluso en la actualidad se aborda la instalación de sistemas de lectura centralizados. También debe ponerse de manifiesto el gran esfuerzo que realizan las compañías de gestión y suministro de agua, así como de las administraciones públicas, por preservar los recursos hídricos y garantizar el cumplimiento para con los usuarios.

Por ello, si algo se tiene claro a lo largo de este recorrido histórico, y que se repite una y otra vez en esta exposición, es la necesidad de controlar las diversas fases del ciclo del agua con el objeto de poder optimizar su gestión. Pero no se puede mejorar, actuar, ni optimizar nada si previamente no se cuenta con la información necesaria para interpretar y estudiar el comportamiento de los diferentes parámetros que permiten actuar y tomar las medidas correctoras necesarias y su posterior seguimiento y evaluación. He aquí donde radica el presente y futuro de las compañías de gestión: la importancia de la información es crucial para poder establecer el control necesario para garantizar una correcta gestión.

5. Ventajas de la sectorización

Las principales ventajas que aporta un Plan de Gestión de Abastecimiento de sectorización de la red pueden resumirse en:

- Ventajas ambientales:
 - Mejor gestión de los recursos hidráulicos gracias a la información que aportan.
 - Ahorro de recursos hidráulicos al controlar las fugas en toda la red.
 - Control de fugas en cada sector, pues es posible medir la cantidad de agua que se pierde.
 - Control de fugas en la red secundaria, ya que se controla la presión en todos los tramos.
 - Control de las fugas no reportadas, control activo de fugas implementando un monitoreo del flujo nocturno en cada sector.
- Ventajas económicas:
 - Control de fugas y contraste de los volúmenes de agua facturados por la compañía.
 - Permite controlar el agua no facturada.
 - Reducción de los costes de mantenimiento y explotación.
 - Mayor productividad y eficiencia económica: suprimen costes de campañas de localización de fugas injustificadas, reducción del coste del volumen de agua fugado, etc.
 - Se obtiene una base de información para el mantenimiento preventivo.
- Ventajas informativas:
 - Mayor conocimiento sobre el comportamiento del agua en el sistema.





- Capacidad para modificar ese comportamiento.
- Conocimiento exhaustivo y real de la red de abastecimiento.
 - Seguridad gracias a la información aportada en todo momento lo que permite un mayor control.
 - Conocimiento y posterior estudio en la evolución de la presión nocturna-diurna (consumo mínimo nocturno, CMN).
 - Optimizar el dimensionamiento de la red para minimizar pérdidas de carga.
 - El control permite el conocimiento del uso del agua por los usuarios. Gestión de la demanda.
 - Se obtiene una justificación documentada para las propuestas de sustitución de redes.
 - Permite generar índices de proyecto para escenarios futuros como los cambios en densidad de población.

6. La eficiencia de la red

El uso de sistemas de control en redes de distribución de agua constituye una herramienta versátil, sencilla y económica, que aporta la información necesaria para la correcta gestión y control, con la consiguiente optimización de las infraestructuras hidráulicas y del ahorro de agua.

En la actualidad existen diversos tipos de soluciones y herramientas encaminadas al cumplimiento de este fin de sectorización, mediante elementos como caudalímetros, sensores de velocidad, medidores volumétricos, contadores o, simplemente, elementos registradores. En cualquiera de los casos, el objetivo es obtener la mayor información.

El histórico de datos del consumo de cada sector permite cuantificar la eficiencia de la red. El estudio del consumo mínimo nocturno (CMN) es el mejor indicador de las pérdidas por fugas y la detección de fraudes o consumos no registrados puede mejorar el rendimiento. Mediante el uso de estos sistemas de sectorización de la red de distribución es posible conseguir un equilibrio racional a la hora de gestionar los recursos. Y está claro que el dato obtenido de la evolución de los caudales en el tiempo, mediante la medición de los volúmenes de agua que pasan a través de una canalización, es un buen referente a la hora de determinar el rendimiento volumétrico de ese tramo de tubería (la diferencia entre volúmenes en un tramo aislado se traduce en pérdidas injustificadas).

En un sistema ideal, el sumatorio de todos los caudales contabilizados en el punto de distribución debería ser igual al sumatorio de los caudales abastecidos. Esto no deja de ser una condición ideal, pues es conocido que el rendimiento de redes se sitúa en torno al 65-75% y del 80-85% para redes con mayor control y eficiencia.



Es, por tanto, un buen índice de referencia para determinar el rendimiento de las redes, el estudio de la evolución de los caudales en el tiempo, en un determinado tramo de red, lo que se conoce como el estudio del CMN, arrojando una idea de los caudales abastecidos a los que se ha de dar una justificación (consumos nocturnos, riego, limpieza...) y los no justificados (fugas, tomas fraudulentas, funcionamiento defectuoso en contadores...).

7. El estudio del consumo mínimo nocturno

El estudio del CMN es el indicador principal de las pérdidas por fugas en una red de distribución. Permite identificar y valorar el agua no controlada que debería estar registrada. El consumo de agua en horas nocturnas está limitado en muchas ocasiones a usos esporádicos.

Los caudales de fuga en la red de distribución se pueden obtener mediante la sustracción del consumo de agua nocturno (por uso doméstico e industrial) al caudal inyectado en horas nocturnas. Un incremento repentino en el caudal mínimo nocturno calculado entre dos días es un indicador fiable de la aparición de alguna anomalía en la red. La mayor parte de las veces estas anomalías se corresponden con roturas en la red de distribución.

El método a seguir para calcular las fugas mediante el estudio del CMN es el siguiente:

- El cálculo de las fugas: se realiza una vez deducido el uso nocturno, el volumen residual está constituido por las pérdidas.
- La caracterización del sector consiste en asignar parámetros a la zona de estudio tras los resultados obtenidos.
- El diagnóstico del sector se realiza basándose en estos cálculos y en el informe del estado de las redes y propuestas de actuación.



Los sistemas más utilizados hasta la actualidad para el control de los CMN se han basado en dos tipos de metodologías:

- Las técnicas basadas en la identificación y registro de caudales mediante un contador tradicional, equipado con un emisor de pulsos y todo ello unido a un elemento registrador de datos (contador de pulsos) que puede ir asociado a cualquiera de los sistemas de comunicación hoy extendidos por los fabricantes, vía radio, teléfono, módem, infrarrojos, *bluetooth*, etc., y que remiten la información a un puesto central donde se descarga la gráfica de datos para poder estudiar su evolución. Se está utilizando esta metodología para considerar la existencia de fugas, y hay quien pudiera creer estar en lo cierto, pues realmente se puede llegar a identificar consumos anómalos, pero estos han de ser lo suficientemente grandes y, por tanto, ya no se corresponderán con criterios de optimización del rendimiento de red. Además, el sistema de registro de datos se fundamenta en contar el número de pulsos que se suceden en un intervalo de tiempo (generalmente 5 minutos), de manera que, con independencia del comportamiento del agua en ese largo periodo, el equipo registrador linealiza, como si el caudal registrado para ese periodo hubiese sido constante. Esto es así para todos los sistemas porque los equipos de registro de datos no son capaces de recoger la información en

intervalos de tiempo cortos, ya que esto generaría una gran cantidad de datos, difíciles de manejar y transmitir. Si a todo esto se une la obra civil necesaria para realizar las arquetas necesarias para alojar los contadores y el equipamiento requerido en las zonas designadas (nudos, aceras...), y teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante, resultarían arquetas de $> 2,00 \times 1,00$ metros, con válvula de corte, filtro cazapiedras, carrete de desmontaje, etc. Además, de no montarse un *by-pass*, se deberá interrumpir el suministro para el mantenimiento o reparación de los elementos, todo ello con costes de ejecución muy elevados.

- La identificación de caudales en tuberías mediante técnicas basadas en los sonidos, correladores, geófonos, etc., y diferentes formas de comunicación y almacenamiento de datos, vía radio, teléfono y similares. En este segundo caso, la distancia entre sensores suele ser elevada y, por lo general, del estudio se deduce que más de la mitad de la información obtenida ha de ser desechada por estar contaminada con perturbaciones, interferencias ambientales y otras, que distorsionan las medidas de caudal. A su favor, se ha de decir que en este caso, y dado que el sonido escuchado sí es correspondiente a la existencia de velocidad de agua en el interior la canalización, al menos se aplica un principio coherente para el fin perseguido. La problemática se presenta por la baja precisión y aún menor fiabilidad de los datos obtenidos. De la experiencia, se ha podido constatar que los caudales de pequeñas fugas pueden escapar del control, dado que, de ellos, no se obtiene ningún registro, e incluso, con este caso de los correladores, algunas de estas pérdidas, aún sin ser tan pequeñas, pueden pasar desapercibidas si su sonido no se interpreta correctamente. Otra de las ventajas de esta metodología es que no son de inserción en la tubería, tan solo se han de colocar encima y, que no requieren de arquetas adicionales a las ya construidas, si es que existen. Pero se debe reflexionar en el objeto y la finalidad, por lo que aún con estas ventajas no se puede considerar como un elemento de medida fiable.

7.1. Conclusiones sobre el control del CMN

Por lo hasta aquí expuesto, se ha de considerar que ninguna de las metodologías más utilizadas satisfacen plenamente el objetivo previsto (identificar caudales para el estudio de su evolución en el tiempo) y ninguna de ellas es perfectamente válida para la finalidad perseguida.

Se hace necesario que la metodología de medida permita obtener y recoger datos fiables, mediante una medida instantánea de un valor de velocidad o de caudal como tal, no siendo recomendables las medidas de



volumen en un tiempo diferido. Y, además, que esta medición sea fiable en rangos de caudales bajos, que permitan conocer y discriminar los valores de las pérdidas mediante el consumo mínimo nocturno. Para ello, se pueden utilizar distintos dispositivos que midan estos parámetros, velocidad y caudal instantáneo, como son:

- Medidores de flujo, caudalímetros electromagnéticos, de paletas o por ultrasonidos en este caso. El montaje no difiere del caso del contador tradicional y, por tanto, las necesidades de obra civil son las mismas, representando un gran gasto.

- Medidores de flujo térmicos. Consisten en un sensor de inserción que recoge la medida de la velocidad del agua (este caso es el más preciso para caudales bajos y no depende del DN de la tubería si su colocación y calibración es la correcta).

Estos novedosos equipos de medición han resuelto estos inconvenientes generalizados y asumidos por fabricantes y gestores. Sin embargo, esta nueva gama de sensores ha sido diseñada en respuesta a las problemáticas planteadas por los diferentes sistemas actuales. De esta manera se cuenta con una novedosa técnica de medición:



- El elemento de medida. Se trata de un sensor térmico, muy preciso y sensible a cualquier movimiento del agua en el interior de las tuberías, desde 0,03 m/s hasta 3 m/s (opcional de 0,05 a 5 m/s), ya que el agua, a su paso, roba calor del extremo del dispositivo, relacionando directamente esta cesión de calor con la velocidad del fluido a través de la conducción.

- Transductor. Es la electrónica capaz de convertir la unidad de velocidad medida en valores de flujo-caudal y opera con los diferentes volúmenes, parcial, total, etc. El transductor recoge el valor medido de la velocidad cada 125 milésimas de segundo, y opera con él para determinar la evolución del caudal instantáneo. La ventaja de este procesador, frente a los registradores de datos convencionales, radica en que su capacidad de operación aritmética y matemática es muy superior, ya que no precisa de elementos de memoria que limiten tal capacidad, por lo que se dispone realmente de un sistema de medición en continuo.

- La tarjeta de memoria. Esta placa tiene una memoria integrada sobre la que se registran los valores de los parámetros según la periodicidad deseada y programable-configurable *on line*, desde la distancia, de manera que en condiciones normales podemos anotar valores de caudal y volumen en un determinado tiempo, pero, la diferencia respecto a los sistemas actuales, es que el valor registrado es consecuencia del sumatorio de caudales en tiempo real. De esta manera, podemos programar el registro de datos según se trate de una situación normal de trabajo, o de determinadas campañas de sectorización llevadas a cabo.

- Sistema de comunicación. El sistema de comunicación GSM-GPRS 4G incluye la capacidad de comunicación Modbus, de manera que el resto de dispositivos pueden comportarse como esclavos o maestros, lo que se traduce en que todos los elementos pueden ser configurables *on line*, en remoto, evitando costosos desplazamientos y suprimiendo las operaciones de calibración.

Estos nuevos sistemas de sensores multiparamétricos han evolucionado de una forma tan vertiginosa que son capaces de incorporar en un único dispositivo instalado, por ejemplo, en el interior de una válvula de compuerta, de una automática o simplemente en la propia tubería, diversos sensores capaces de enviar alarmas y registros de distintos parámetros, entre ellos temperatura, pH, potencial redox, conductividad, turbidez, presión, nitratos e incluso valores de cloro residual medidos directamente con la tubería en presión. Todo ello dotado de protección IP68 y en reducidas dimensiones.



K-Control es un sistema de medición de fugas de agua y de agua no registrada desarrollado por Belgicast para las compañías de gestión del agua. Se monta sobre válvulas de compuerta, válvulas automáticas y otras similares y tiene como principal objetivo captar la información de los parámetros presentes en las diversas fases del ciclo del agua, permitiendo al operador actuar en consecuencia

8. El agua no registrada (ANR)

El agua no registrada (ANR) es la diferencia entre los volúmenes de agua introducidos en la red de distribución y los volúmenes de agua consumidos legítimamente a través de un contador, sean estos facturados o no.

Una vez aclarada la forma de controlar las fugas, únicamente quedaría sin registrar el agua que sale por las bocas de riego, bocas de incendios, hidrantes, tomas ilegales, etc. Como norma general, estos dispositivos de riego e incendio no suelen disponer de un contador o sistema de medición incorporado, lo cual se traduce en consumos elevados destinados a bañeros, riegos, construcción, eventos diversos (ferias, circos, etc.), incendios e, incluso, sustracciones no autorizadas que suponen un volumen muy importante de agua no registrada.

Es necesario disponer de un sistema de control en estos dispositivos tan abundantes y cercanos a la población, con la consiguiente facilidad de manipulación indebida. Para evitar estos usos ilegítimos, además de tener un control de cantidades y usos, existen en la actualidad productos desarrollados a partir de bocas de riego, bocas de incendio e hidrantes de gran calidad en los que se han incorporado sistemas de bloqueo y medición con el fin de evitar el uso fraudulento (control de accesos mediante llave electrónica, tarjeta, clave, SMS, etc.) a la vez que se envía información al gestor sobre todos los datos de interés (quién está utilizando la boca de riego o de incendio, cuál es la boca utilizada y el agua consumida) para poder facturar el servicio o, como mínimo, saber cuál ha sido su uso.

9. Válvulas inteligentes

Para finalizar, a lo largo de la historia algunas empresas punteras en la fabricación de valvulería siempre han colaborado con las empresas de gestión del agua. Primero, con el suministro de materiales, válvulas y accesorios

cuando el cometido era la canalización del agua. Después, mediante elementos de control más complejos, como las válvulas de control y regulación. Más tarde, en la preocupación por la calidad del agua, con revestimientos y pinturas salubres, certificadas y de excepcional calidad.

Belgicast, como empresa de este perfil, se ha movido siempre con los tiempos y con las preocupaciones de sus clientes y es hoy cuando se ha volcado en satisfacer las demandas y necesidades presentes y futuras creando y desarrollando nuevos productos acordes a los tiempos que corren sin perder la calidad y el servicio que le caracteriza. Es por ello que la empresa ha diseñado toda una nueva gama de productos, denominada K-Control, cuyo objetivo es aportar soluciones a las necesidades que se les presentan a las compañías de gestión. Esta gama se monta sobre los tradicionales productos de Belgicast, válvulas de compuerta, válvulas automáticas, etc., y tiene como principal cometido captar la información de los parámetros presentes en las diversas fases del ciclo del agua, comunicar e interactuar con la capacidad de ejecutar acciones correctoras en función de las premisas de trabajo definidas. Los productos de la gama K-Control son, sin duda, herramientas necesarias por las compañías de gestión para el correcto desempeño de sus funciones.

10. Conclusiones

Las exigencias en materia de calidad y control del agua son tales que se hace fundamental la colaboración de todas las partes implicadas en el ciclo del agua para poder desarrollar de forma conjunta sistemas y elementos que mejoren la calidad general del servicio mediante un control mucho más exhaustivo que castigue las malas prácticas en seguridad alimentaria, falta de garantía de suministro y derroche por fugas o tomas no registradas y premie los suministros de calidad, fomentando el uso responsable de este preciado bien que es el agua. 🌱