

Conferencia

RENDIMIENTO DE UNA RED versus

GARANTÍA DE LA CALIDAD Y PRECIO A DE LA CALIDAD Y PRECIO

D. MANUEL GARCÍA FERRANDO

Director Técnico de EMIVASA, Valencia

RENDIMIENTO DE UNA RED “VERSUS” CALIDAD DEL SERVICIO;
MEDICIÓN; GARANTÍA DE LA CALIDAD Y PRECIO

1. Auditoria de una abastecimiento de agua

Antes de determinar el rendimiento real de una red de abastecimiento es fundamental conocer con la mayor precisión posible la distribución de caudales en el sistema, ya que muchas veces se asocian pérdidas con agua no registrada, y además, cuando se cita el rendimiento no se especifica de qué rendimiento se trata: medido, facturado o el útil.

En la tabla nº 1 se desglosan los componentes que configuran el balance de un sistema de distribución, según la terminología definida por la AWWA (2003).

Q (Caudal entrante al sistema) $Q = Q_m + Q_u = Q_m + Q_{uc} + Q_{ul}$	Q_m (Caudal medido por contador de abonado)		Consumo doméstico Consumo comercial Consumo industrial Consumo oficial (municipal)
	Q_u (Caudal incontrolado) $Q_u = Q_{uc} + Q_{ul}$	Q_{uc} (Caudal consumido no medido) (Pérdidas aparentes)	Limpieza de depósitos Purgas de red Puesta en servicio nuevas tuberías Hidrantes contra incendio Estimaciones (no existe contador) Q _{uce} = Subcontajes Contadores parados Fraudes y tomas ilegales
		Q_{ul} (Pérdidas reales)	Fugas en tuberías y acometidas Fugas provocadas

TABLA Balance de la distribución de caudales según AWWA

Normalmente, se define el rendimiento de una red como el cociente entre los volúmenes facturados (medidos + estimaciones) y el volumen inyectado:

$$\eta = \frac{Q_m + \text{Estimaciones}_{(parte)}}{Q}$$

El rendimiento útil es el cociente entre la suma de los caudales medidos y los caudales consumidos (pero no medidos) y el caudal inyectado:

$$\eta = \frac{Q_m + Q_{uc}}{Q}$$

Existen diversos métodos para la evaluación de las pérdidas reales, pero no son objeto de la presente ponencia.

2. Rendimiento de una red y la calidad del servicio

El objetivo de una red consiste en proporcionar en todo instante los caudales demandados con la presión adecuada para ser utilizados, por lo tanto, si los caudales llegan al punto de destino pero no poseen la presión suficiente, el usuario, por su cuenta, debe de disponer de los medios apropiados para poder utilizar el agua. En resumen, la función que no realice el gestor del sistema la tiene que acometer el abonado.

Dado que las pérdidas reales (Q_{ul}) y la calidad del servicio son función de la presión, dando por supuesto que no se producen presiones innecesarias, podemos asegurar que la calidad del servicio penaliza el rendimiento de la red, por tanto, no es oportuno hablar técnicamente del rendimiento de una red sin asociarlo a la calidad del servicio.

Como regla general se admite que la presión mínima en la acometida debe ser de 15 mca superior a la cota más alta de la zona a abastecer. Suponiendo que se desea abastecer directamente hasta la cuarta planta de un edificio antiguo (15,5 metros de cota), se requerirá una presión mínima en red de 31 mca.

En Valencia, el “Reglamento de Servicio del Abastecimiento” establece un valor mínimo de presión de 25 mca y un máximo de 50 mca. Con el fin de proporcionar una misma presión en toda la Ciudad que suele estar comprendida entre 35 y 40 mca, y dado que las cotas topográficas oscilan entre 20 y 0 msnm., es necesario disponer de un complejo sistema de regulación. Para ello se ha subdividido la Ciudad en cuatro estratos de presión basándose en la cota topográfica. Gracias a la excelente presión disponible de forma constante durante todo el día se consigue que únicamente un 8 % de los abonados tengan que recurrir a los correspondientes grupos de presión.

Es de sobra conocido que la velocidad a la que sale el agua por una fuga varía con la raíz cuadrada de la presión, es decir, si la sección de la fuga no varía con la presión, la fuga es proporcional a $p^{0.5}$. Por lo tanto, teóricamente reduciendo la presión de servicio a la mitad el caudal fugado sería 0,7 veces el anterior.

La praxis ha demostrado que las fugas reales son mucho más sensibles a las presiones que lo expresado por el principio de la raíz cuadrada. La explicación física de las diferencias entre los resultados prácticos y el principio de la raíz cuadrada fue aportada por May, quién propuso una teoría de caminos de descarga de área fija y variable, estableciendo la ecuación general que relaciona el caudal de fugas y la presión:

$$Q_{fuga} = A \cdot p^{0,5} + B \cdot p^{1,5} + C \cdot p^{2,5} \approx K \cdot p^N$$

- Áreas fijas: 0,5
- Áreas cuyo tamaño varía proporcionalmente a la presión a lo largo de un único eje: 1,5
- Áreas cuyo tamaño varía proporcionalmente a lo largo de dos ejes: 2,5
- N está comprendido en torno a $0,85 \div 1,15$

Numerosas experiencias llevadas a cabo en redes de distribución, concluyen que se puede tomar, en una primera aproximación, que las fugas varían con la presión a una potencia comprendida entre 1 y 1,15, es decir, si reducimos la presión a la mitad, las pérdidas disminuyen alrededor de un 100 %. Lo que confirma que cuando se habla de rendimiento es necesario asociarlo a la presión de servicio.

Otro factor importante a tener en cuenta en el rendimiento de una red lo constituye la evolución de las fugas con el tiempo. Ejemplo, si se toman dos tuberías idénticas y se les practica un orificio de la misma sección y se las somete a presiones muy diferentes, el caudal fugado en cada una de ellas estará en función de los exponentes 0,5 ó 2,5, en función de la naturaleza de la tubería, y éstos se mantendrán constantes con el tiempo. Ahora bien, si esas dos tuberías se instalan en su correspondiente zanja, tal como operan cotidianamente, las diferencias de los caudales fugados alterarán, normalmente, de forma sensible la zona de apoyo de las tuberías en las proximidades de la fuga. Esa alteración de la zona en que se asienta la tubería estará en función de la capacidad de drenaje del terreno.

Como consecuencia del debilitamiento de la zona de apoyo de la tubería en las proximidades de la fuga, la propia fuga, debido a los esfuerzos propios (tubería y zanja), así como a los de sobrecarga (tráfico) tendrá tendencia a ir incrementando su sección de fuga, es decir, se inicia un ciclo que termina en la mayoría de ocasiones por traducirse en una rotura-franca. Normalmente la evolución de ese ciclo es mucho más rápida conforme la presión sea más elevada.

Podemos asegurar que cuando se trabaja con presiones altas, toda fuga debe de repararse con la mayor celeridad posible, antes de que se transforme en una rotura franca.

De lo expuesto se concluye que en las redes que trabajan con presiones altas, para mantener un nivel de fugas estable en el tiempo, los costes derivados del mantenimiento, localización y reparación de fugas es muy superior a los que emplean presiones bajas, es decir, la calidad del servicio incrementa las pérdidas y los costes de explotación

3. El rendimiento de la red y la precisión de la medición

Un factor fundamental para determinar el rendimiento de una red la constituye la precisión de la medida, tanto de los caudales inyectados como de los caudales registrados en los abonados.

Para los caudales inyectados se recomienda la preinstalación de un caudalímetro patrón de serie con el contador que permita contrastar la medición principal. En volúmenes importantes debe de disponerse de doble medición ante la práctica imposibilidad de aforarlos mediante el vaciado de depósitos.

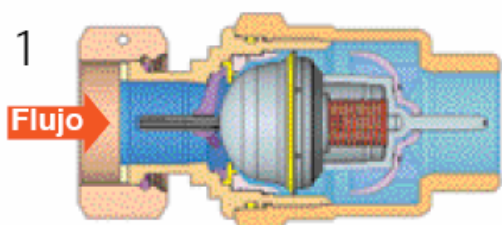
En los contadores domiciliarios, el error de medición proviene básicamente de la medición de caudales reducidos y de los generados por la edad de los contadores descentralizados, es decir, que cada abonado domiciliario dispone de su propio contador, y no uno único por edificio. Cuanto menor es el número de contadores para una mismo número de abonados, admitiendo la misma calidad de los equipos, mayor es la precisión del registro. La calidad del servicio en este caso viene definido por la medición individualizada, al pagar cada abonado lo realmente consumido por él. En las experiencias realizadas en Valencia en edificios antiguos con los contadores domiciliarios instalados en el interior de la vivienda, se ha constatado que éstos miden entre un 3-7% menos que con un contador único para el edificio.

Repetida la experiencia anterior, pero esta vez en edificios con batería de contadores se ha detectado también una menor medición, si bien en estos casos la desviación de la medición es inferior (2–4 %).

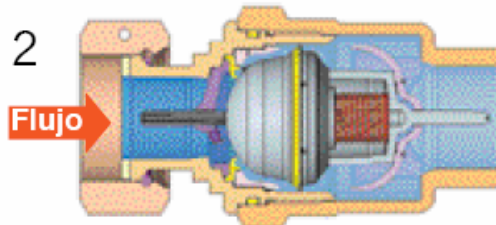
Para paliar los errores derivados de la medición de flujos reducidos, existe recientemente en el mercado un equipo denominado “Reductor de Flujo no Medido” (UPR), que tiene por objetivo regular los caudales de tal modo que impide el paso por el contador de regímenes muy bajos, que no son capaces de medir y, únicamente, permite pasos de flujos elevados como para que puedan ser medidos. El equipo se instala en serie con el contador.

Según especifica el fabricante, con este equipo se puede incrementar el registro en más de un 5% de todo el volumen suministrado.

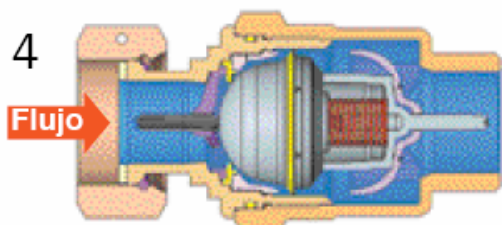
UFR – Modo de funcionamiento debido a derrames o caudales de bajo flujo



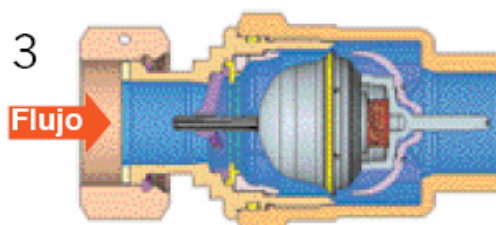
UFR cerrado: la presión de agua abajo descende debido a derrames.



UFR todavía cerrado: aumentando la caída de presión da lugar a que se mueva el pistón.



UFR se cierra nuevamente: las presiones de aguas arriba y aguas abajo es igual.



UFR se abre: la presión aguas abajo es ahora igual a la de aguas arriba.

Para subsanar los errores derivados de disponer de un parque de contadores obsoleto, éstos deben cambiarse como máximo cada doce años, siendo lo recomendable proceder a su cambio cada ocho años.

Los contadores, en su gran mayoría cuando dejan de funcionar y se paran, no lo hacen de forma instantánea, sino que van midiendo cada vez menos de forma progresiva, hasta su paralización. Además, desde el día que se para hasta que se toma su lectura, o se detecta que está estropeado, hay un consumo incontrolado, el cual o no se factura o debe estimarse. En el primer caso se pierde directamente y en el segundo, si se estima el consumo conforme a los últimos registros se comete un error de subcontaje, pues los últimos consumos suelen ser muy inferiores a los reales.

3. Rendimiento y la calidad del agua.

En muchos abastecimientos para obviar los problemas derivados de disponer de una presión de servicio adecuada, se trabaja con presiones reducidas, debiéndose disponer de los correspondientes grupos de presión, que bien pueden tomar directamente de la red o a través de un aljibe. Esta última solución conlleva para el gestor del servicio la ventaja adicional de efectuar la medición del inmueble a través de un único contador, que cómo hemos reseñado anteriormente, tiene mejor medición, así como una inversión inferior y un menor coste en la lectura y gestión de la facturación. El empleo de aljibes o depósitos traslada a los abonados las posibles pérdidas por rebose, además de favorecer al gestor del servicio en la explotación, ya que se laminan las puntas de demanda.

El problema principal para el abonado cuando utiliza aljibes o depósitos, es que constituye un punto en el que se puede empeorar o contaminar la calidad del agua, siendo el abonado de conformidad con el Real Decreto 140 / 2003 en su artículo 11 – 2, el responsable de mantener las medidas de protección. La experiencia nos ha confirmado que muchos aljibes no están debidamente proyectados, ni correctamente mantenidos.

4. El rendimiento y el precio del agua.

La falta de presión en una red implica, como ya se ha mencionado, el tener que recurrir a la utilización de grupos de presión. El empleo de grupos de presión, dado que se trata de equipos de poca potencia, suelen tener las siguientes características: (altura manométrica 30 mca; rendimiento de la bomba 76%; rendimiento del motor 88% y un precio medio del kW/h de 0,1 €), implica para el abonado un sobre coste de:

$$\text{Coste}(\text{por } m^3) = \frac{9,8 \times 30}{3,6 \times 0,76 \times 0,88} \times 0,1 \times 10^{-3} = 0,0122 \text{€} / m^3$$

A este coste energético hay que adicionarle los costes de mantenimiento y conservación del grupo de presión, así como el riesgo de desabastecimiento del edificio por avería en el mismo.

La calidad de un servicio no se puede disociar del precio del mismo, ya que a mayores ingresos el gestor del servicio dispone de mayores recursos económicos para el mantenimiento y renovación de redes, así como para inversiones tecnológicas en el control y gestión de la red, auténticos puntos clave en el rendimiento de una red.