

# VALIDACIÓN DE EQUIPOS DE MEDICIÓN Y CONTROL PARA EL ABASTECIMIENTO DEL AGUA

Rubio Jaramillo, Claudia H (1); García Cervantes, Daniel (1); Barajas, Marco (1); Delgado Galván, Xitlali V (2); Mora Rodríguez, J Jesús (2);

1 [Lic. Ingeniería Hidráulica, Universidad de Guanajuato] | [claudia.chrj@gmail.com](mailto:claudia.chrj@gmail.com); [ma.barajaszapien@ugto.mx](mailto:ma.barajaszapien@ugto.mx);  
[tuchopsky\\_gc@hotmail.com](mailto:tuchopsky_gc@hotmail.com)]

2 [Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [xdelgado@ugto.mx](mailto:xdelgado@ugto.mx); [jesusmora@ugto.mx](mailto:jesusmora@ugto.mx)]

## Resumen

Este trabajo presenta el análisis de datos obtenidos en el Laboratorio de Ingeniería Hidráulica “La Perlita”, con ayuda de la red experimental se realizó la calibración de 2 válvulas y la lectura de equipos de micromedición. Se obtuvieron diferentes escenarios que simulan el comportamiento del consumo de agua potable en los hogares a lo largo del día. Los equipos utilizados presentan un margen de error, el cual es proporcionado por el proveedor, al realizar los diferentes escenarios, se obtuvieron algunos valores que varían con los presentados por este.

## Abstract

The present journal exposes an analysis of experimental results obtained in Water & City Laboratory of Engineering “La Perlita”, with the experimental water network, has been made the calibration of two different pressure reduction valves and with the readings of the flow micromediation equipment. In the experiment, were obtained two experimental scenarios that represents different water consumption situations in homes over a day. The used equipment's shows an error range, which is given by the provider, in the experiment, it was obtained some values that varies on the equipment error range.

## Palabras Clave

EPANET, Calibración; Consumo; Válvulas; Simulación; Validación.

## INTRODUCCIÓN

La macromedición es por ahora considerada una de las actividades de mayor relevancia en los sistemas de agua potable y alcantarillado, debido a que a través de su práctica cotidiana es posible conocer los caudales o volúmenes de agua potable entregados al sistema por sus fuentes de abastecimiento, así como cuantificar la que sale de él en forma de aguas residuales. El conocer la cantidad de agua potable producida y entregada a un sistema reporta beneficios importantes que le permiten conocer sus eficiencias en la distribución, facturación, cobranza y cuantificación de las pérdidas físicas, originadas por diferentes causas [1].

De otro lado, las válvulas nos sirven para el control y seccionamiento en ciertos puntos de la red, se debe saber su ubicación exacta y conocer si esta está para tener un control y dar un mejor servicio o simplemente son válvulas de corte (cuando está completamente cerrada). Por lo cual estos elementos se analizarán a través de la Válvula Reductora de Presión, por ser la más utilizada en el mercado, después de las de compuerta.

### Justificación

El poder medir la cantidad de agua que se está suministrando puede llegar a ser más útil de lo que la mayoría de las personas piensa. Las fugas son eventos que se encuentran presentes en todos los sistemas de distribución de agua potable, incluso, la misma red se diseña considerándolas aún con una red que iniciará de ceros. Al contar con un buen sistema de medición, se puede llegar a detectar la cantidad de agua que se está desperdiciando, pero los datos no nos representan nada si los instrumentos de medición se encuentran descalibrados, pueden llegar, incluso a sobreestimar la presencia de éstas.

Otro elemento fundamental en las redes de tuberías son las válvulas y merecen una atención importante, posiblemente mayor de la que se les suele prestar cuando se redactan proyectos de instalaciones de distribución de agua [2].

### Equipos de medición y regulación

Las válvulas son dispositivos mecánicos que se instalan en las tuberías para controlar el caudal o la presión. La regulación de la presión y el caudal en las redes de distribución de agua y la adaptación del sistema a las distintas condiciones de operación están protagonizadas por las válvulas, razón por la cual deben de ser correctamente seleccionadas [2].

Existe una amplia variedad tanto de equipos macromedidores como de válvulas, los cuales tienen su aplicación en los sistemas de agua potable y alcantarillado. La variación de los diseños se adecua a los requerimientos de la zona en donde se instalará, por ejemplo las presiones de operación y la calidad de agua que se pretende cuantificar.

En el caso de los medidores, una clasificación inicial es: para conductos a presión o para conductos a gravedad. En el caso de los primeros, su segunda clasificación es: velocidad (hélice o propela, turbina, micromolinetete); presión diferencial (deprimogeno, tubo pitot); ultrasónicos (tiempo en tránsito, efecto Doppler); electromagnéticos. Para los flujos en gravedad, su segunda clasificación es: vertedores, canal Parshall y área-velocidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con la red experimental de distribución de agua del Laboratorio “La Perlita”, utilizando solamente la red primaria de FoGo de 4” y secundaria de PVC de 3”. La calibración se realizó en la válvula reductora de presión (VRP). Se instalaron 2 manómetros digitales: uno aguas arriba y otro aguas abajo; de donde estaba situada la válvula. Para la cuantificación del gasto se utilizaron 2 medidores digitales, mismos que ya estaban instalados en la red.

- Válvula VRP

La válvula (VRP) mantiene la presión de aguas abajo, no dependiendo de la presión de aguas arriba o de cambios de caudal. La válvula es controlada por un piloto de 3 vías (permitiendo una apertura total cuando aguas arriba está más bajo que la presión requerida) o de 2-vías (creando una mínima presión diferencial en posición abierta).

- El medidor de flujo que se utilizó es el sensor MUT 1222, adaptado con un convertidor de la misma marca EUROMAG INTERNATIONAL modelo MC608.

El medidor electromagnético de flujo MUT 1222 está diseñado para la medida de la velocidad del agua. Puede ser instalado en cualquier tubería de diámetros internos comprendidos entre DN 50 y DN 2600 [3].

La gráfica de error en los medidores proporcionada por el fabricante es la siguiente:

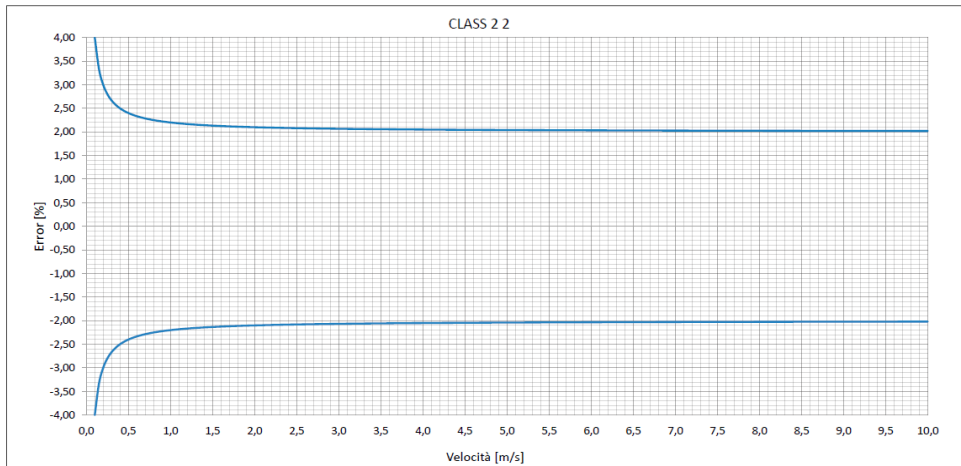


IMAGEN 1: Error proporcionado por el fabricante del medidor utilizado

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo del proyecto se tomaron lecturas en los diversos instrumentos de medición presentes en la línea de conducción primaria de la red experimental (imagen 6 y 7), para cada escenario planteado, en base a los registros levantados de los gastos de consumo en la red y presiones.

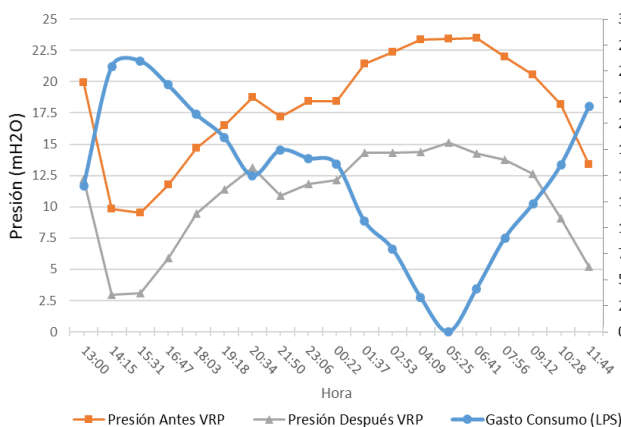


IMAGEN 2: Variación del Caudal y presión cuando se incluye una VRP en cierta sección de la red. En este caso la regulación de la presión no es uniforme.

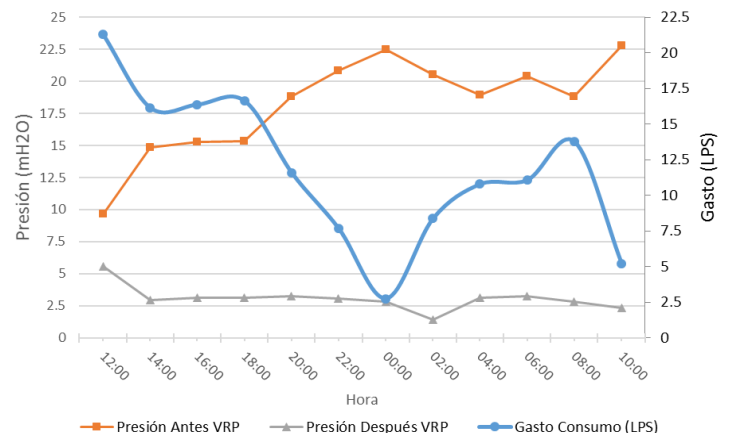


IMAGEN 3: Variación del Caudal y presión cuando se incluye una VRP en cierta sección de la red. En este caso la regulación de la presión es uniforme. Mejor comportamiento de la VRP.

En la gráfica del Escenario Número 1 (Imagen 2) podemos observar que la presión antes y después responde en base a un patrón, lo cual indica que la válvula utilizada al ser un piloto (modelo 31-10R) hecho para presiones de 10 a 110 mca, alcanza la presión mínima de operación [4] la válvula cumple con su objetivo reduciendo presión, pero respondiendo de manera variable; lo que quiere decir es que la válvula requiere mantenimiento de sus componentes para un funcionamiento óptimo o ajustar el tramo donde se va a instalar la válvula para que trabaje en las condiciones ideales de acuerdo a la información del fabricante.

En el caso de la gráfica del escenario número 2 (Imagen 3), la válvula de presión tiene un rango de operación del piloto (modelo 31-10R) de 20 a 250 mca [4], las presiones en el escenario, están fuera de rango, pues son menores a 20 mca y los resultados obtenidos después de la válvula son más constantes, manteniéndose en casi 2.5 mca, por lo que la válvula se encuentra en mejores condiciones de operatividad que la válvula del primer escenario, representando una válvula calibrada con una presión fija, la cual se mantiene a lo largo del periodo analizado.

Las mediciones al ser registradas en un lapso relativamente corto de tiempo y después de varias pruebas, se buscó la manera de ajustar los escenarios fijando horas determinadas en base al número de registros levantados. En ambas graficas se puede observar que la ocurrencia de las presiones más altas, se presentan en las horas de la madrugada, que es cuando la red de agua tiene menor demanda de agua, y cuando hay más consumo de agua la presión se reduce, situación que se presenta comúnmente en las redes de agua potable en diferentes ciudades [5].

### Rango de error en el medidor

Se realizó un análisis del error en los medidores utilizados. Con ello se puede conocer la certeza que tienen los datos presentados en el presente trabajo. Se obtuvieron las siguientes gráficas:

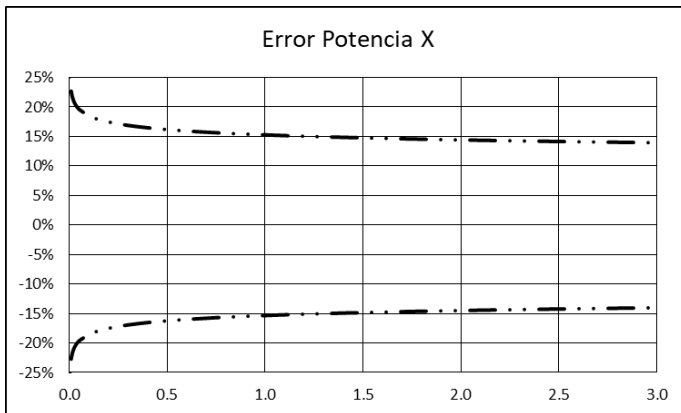


IMAGEN 4: Error obtenido por el método potencia X

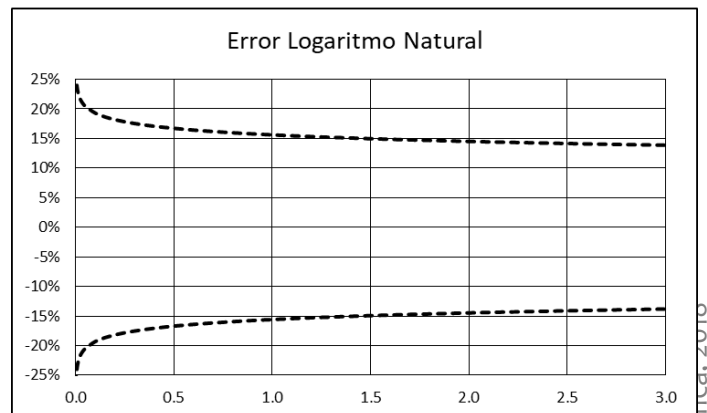


IMAGEN 5: Error obtenido por el método Logaritmo Natural

### Escenarios utilizados

IMAGEN 6:  
Escenario 1  
marcado con  
líneas azul

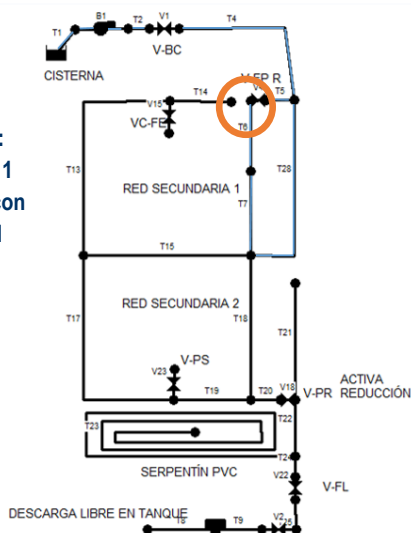
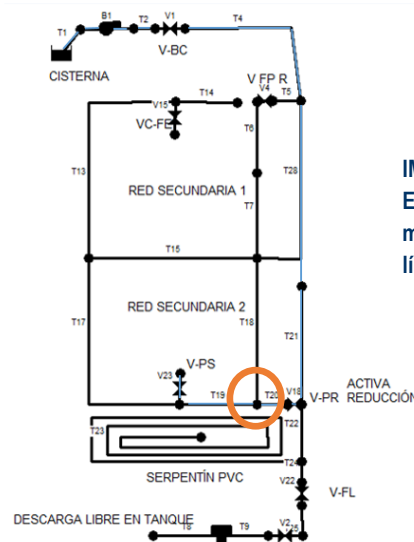


IMAGEN 7:  
Escenario 1  
marcado con  
líneas azul



## CONCLUSIONES

A través de los registros realizados a lo largo de la investigación, tanto de presión y de caudal, se realiza el análisis de la información, en donde se observa que una de las válvulas tiene un funcionamiento poco habitual, una de las principales causas puede ser que no se cumple la presión de operación, la cual especifica el fabricante, y otra puede ser que la red experimental se encuentra desgastada y requiere intervención técnica para su rehabilitación. En el caso de la segunda VRP, analizando los resultados, se observa que cumple satisfactoriamente, reduciendo y manteniendo una presión en la red más baja y cómoda para la red. Esta investigación brinda la importancia que tiene la instalación y operación de VRP calibradas y en un estado óptimo para reducir las fugas en la red de agua potable y la pérdida de volúmenes de agua causado por estas, además de ser un beneficio económico para los usuarios y el sistema de agua potable.

Tener la certeza de que las magnitudes medidas con algún instrumento representan de buena forma los valores reales es muy importante para la toma de decisiones, el error en las mediciones de un caudal puede traducirse en grandes volúmenes de agua, lo que representa un desperdicio del recurso hídrico, así como pérdidas económicas para el sistema operador.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato por el apoyo recibido en la convocatoria 2018 de veranos de la investigación científica, para el proyecto “Validación de equipos de medición y control para el abastecimiento de agua”, al Técnico Académico Rubén Martínez por su apoyo y supervisión de los ensayos experimental.

## REFERENCIAS

- [1] Comisión Nacional del Agua. Selección e instalación de equipos de Macromedición. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diciembre 2007
- [2] Vicente S. F. Miguel, López, G., Iglesias, P. y Pérez, R. Fundamentos de Hidráulica Urbana, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2004.
- [3] García C. Daniel y Mora Rodríguez, J. Validación de caudalímetro para curvas de consumo en sectores de abastecimiento de agua en Guanajuato. Universidad de Guanajuato. Mayo 2018.
- [4] Dorot Control Valves. Selección de una válvula Reductora de Presión. Boletín Técnico #14.
- [5] Comisión Nacional del Agua. Datos Básicos. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diciembre 2007.