

27 de Enero de 2017
0264-IA-2017/8051

Señor
Luis Fernando Chavarría Alfaro
Director
Intendencia de Agua

8000-273737
(ARESEP)
T +506 2506.3200
F +506 2215.4310

Correo electrónico
iagua@aresep.go.cr

Apartado
936-1000
San José – Costa Rica

www.aresep.go.cr

Estimado señor:

RESULTADOS DE “CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DE LA EMPRESA CONSULTORA COSTARRICENSE PARA PROGRAMAS DE DESARROLLO S.A. (COPRODESA), CON EL FIN DE EVALUAR EL PARQUE DE HIDRÓMETROS DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE HEREDIA (ESPH) EN SU ÁREA DE SERVICIO” CONTRATACIÓN DIRECTA N°2016CD-000003-ARESEP. OFICIO LABCOP-25-2016. SAS 26704

ANTECEDENTES

La Intendencia de Agua planificó un proyecto para evaluar el funcionamiento del parque de hidrómetros de la ESPH en el cumplimiento de la norma técnica de “Hidrómetros para el Servicio de acueducto”, AR-HSA-2008.

Para el cumplimiento de este punto se realizó una licitación abreviada llamada “CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DE LA EMPRESA CONSULTORA COSTARRICENSE PARA PROGRAMAS DE DESARROLLO S.A. (COPRODESA), CON EL FIN DE EVALUAR EL PARQUE DE HIDRÓMETROS DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE HEREDIA (ESPH) EN SU ÁREA DE SERVICIO” CONTRATACIÓN DIRECTA N°2016CD-000003-ARESEP”

Se dio orden de inicio por medio del oficio 0521-IA-2016/131185 fechado 20 de Julio de 2016.



Cabe destacar que entre las partes se firmó un documento de compromiso sobre el manejo de los hidrómetros, denominado: PROTOCOLO DE COOPERACIÓN ESPH-IA (ARESEP): MANEJO DE HIDRÓMETROS.

Para esta contratación la empresa adjudicada realizó el retiro de los hidrómetros en sitio.

ANÁLISIS

Metodología de trabajo:

El proyecto se circunscribió a la evaluación de una muestra de 310 hidrómetros de 12 mm ($\frac{1}{2}$ " en operación de la Empresa de Servicios Públicos en su área de operación, escogidos aleatoriamente por una muestra representativa realizada por Aresep.

Para evaluar la exactitud de los hidrómetros se utilizó lo establecido en la Norma Técnica de hidrómetros en el artículo 61. Por ser hidrómetros en operación, se decidió realizar la prueba volumétrica para determinar la curva de error, esto por ser una prueba no destructiva. Dicha prueba se realizó a los 3 caudales solicitados en la Norma en el artículo 61 (30 l/h; 120 l/h; 1500 l/h), por medio del método volumétrico. Coprodesa realizó 3 pruebas a cada caudal y reporta el resultado promedio de las mismas.

Se analizaron los puntos en los que los hidrómetros cumplen o incumplen con respecto a la Norma AR-HSA- 2008, para esto se utilizó la ficha técnica de los equipos, así como las características físicas de ellos. También se aplicaron las pruebas en el Laboratorio de Calibración de hidrómetros de Coprodesa. Este laboratorio está acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) en la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, lo que le permite verificar las características metrológicas de los hidrómetros y poder demostrar su correcto funcionamiento. Los resultados emitidos serán como se encuentren trabajando los equipos, dejándolos intactos, por lo que no se realizara el ajuste o calibración de los equipos para volverlos a un funcionamiento normal.

Para el retiro de los hidrómetros, se requería que la empresa adjudicada estuviera acreditada en ISO 17020 bajo un criterio de organismo de inspección; en vista de que Coprodesa no está acreditada en esta norma, realizó la contratación de Oil Test Company (OTI) la cual se encuentra debidamente acreditada.

Los artículos a verificar fueron: #15, 16, 18, 29, 30, 32,33 y 34; y se emite finalmente un certificado donde se demuestran las condiciones metrológicas en las que operan los equipos actualmente.

Cabe destacar que se autorizó a la ESPH a tomar los resultados de estas pruebas como cumplimiento del artículo #49.

Ejecución:

Se realizaron inspecciones a Coprodesa S.A., para verificar los procedimientos de retiro, manipulación y el estado de ingreso de los hidrómetros al Laboratorio.

Se verificó que los hidrómetros se retiraron de acuerdo a lo solicitado, transportados en motocicleta en una caja diseñada para evitar golpes e ingresaron empacados, separados por cartones, cada uno venía identificado con el código del formulario F01-PO02 (Aprobado de previo por la Intendencia). Para cada hidrómetro retirado se debía llenar un formulario, lo cual se hizo parcialmente en sitio a la hora de hacer el retiro, completándose posteriormente en el laboratorio con apoyo de la ficha técnica respectiva.

Para determinar si un hidrómetro está parado (HP) Coprodesa dispuso “soplar el hidrómetro”; es decir introducir aire a presión en el sentido del flujo si no se modifica el registro, se determina como “hidrómetro parado” y de este sencillo chequeo dependía si el del laboratorio disponía realizar la prueba volumétrica o no, pues la misma se realiza a hidrómetros funcionando.

Entrega de resultados

Se realiza un análisis los 309 hidrómetros retirados y se presentan un total de 308 hidrómetros analizados. De la lista entregada a Coprodesa para su retiro hubo 28 hidrómetros que no se pudieron retirar por lo que fueron sustituidos por otros que por cercanía mantenían la representatividad de la muestra. Este cambio fue autorizado por la Intendencia de Agua.

Los cambios se realizaron debido a:

- a) 24 hidrómetros habían sido sustituidos por el acueducto.
- b) 2 medidores eran de 1"
- c) 1 no se encontró.
- d) 1 no se pudo retirar porque estaba dentro de un block.

Estos se sustituyeron por 27 hidrómetros diferentes.

Resultados Generales

Los resultados reportados del laboratorio de hidrómetros de Coprodesa se basaron en la Norma Técnica de Hidrómetros para el servicio de Acueducto AR-HSA-2008, se resumen a continuación:

a) NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LOS ARTÍCULOS 15, 16 y 18

Se realizó una inspección visual en la cual se determinó:

- 10 hidrómetros presentan golpes en su cuerpo o roscas
- 3 hidrómetros sin filtro
- 6 hidrómetros con sello de en mal estado
- 1 hidrómetro con el lente de vidrio en mal estado
- 70 hidrómetros sin tapa en su mecanismo de protección
- 10 hidrómetros con el sistema de registro en mal estado.
- 3 no cuentan con el indicador de flujo.

En porcentaje de cumplimiento esto sería:

Criterio	Incumplen	Porcentaje de incumplimiento
Lectura fácil y confiable	7	2,3%
Espacio necesario para actividades	93	30,1%
Corte y reconexión del servicio	1	0,3%
Libre tránsito, seguridad de personas y vehículos	29	9,4%
Protección y seguridad del Hidrómetro	15	4,9%
Ubicación del hidrómetro	1	0,3%
Instalación con respecto a ISO-4064-2	1	0,3%
Hidrómetro protegido de daños	0	0,0%
Sometido a esfuerzos	0	0,0%
Instalado en bases	1	0,3%
Tuberías ancladas	1	0,3%
Orientación y posición acorde a su tipo	0	0,0%
Protegido de daños originados en condiciones hidráulicas	0	0,0%
No presentar cambios bruscos de diámetro en la instalación	1	0,3%
Cuenta con sello y marchamo	5	1,6%
Tuberías purgadas libres de sedimento y partículas	1	0,3%
Instalación realizada bajo recomendaciones del fabricante	1	0,3%
Válvula de paso aguas arriba	0	0,0%
Sistema de acople rápido	1	0,3%
Mecanismos de seguridad o sellos	40	12,9%
caja de Protección de Material Durable	3	1,0%
Prevención de flujo inverso		* N/A

*Tamaño de la muestra analizada = 309
 hidrómetros

Tabla #1: Nivel de cumplimiento artículos 15,16 y 18

En cuanto al análisis de artículo 15 de la norma “ARESEP AR-HSA-2008”, todos los medidores cumplen; pero, para el artículo 16 todos los equipos cumplen con el artículo, excepto el punto B porque el fabricante anota para para medidores en ½” PN15 (15mm) y no los 12,7mm que establece la

norma, lo cual es un asunto de conversión de pulgadas mm y un tema práctico; pero que no afecta los resultados.

En caso del artículo 18, no se encontró ningún hidrómetro que cumpliera a cabalidad con todos los puntos del artículo, los cuales se pueden ser confirmados; un detalle sobre el artículo, es que la norma “ARESEP AR-HSA-2008”, no está actualizada y el medidor ya supera los requisitos de esta norma, ya sea porque mejoraron o cambiaron.

Comportamiento del caudal de arranque

La norma establece que todos los hidrómetros que instale el prestador debe cumplir con un caudal de arranque es de 14 l/h (0,014m³/h)

El criterio de aceptación para las características técnicas de cumplimiento como el valor 14 l/h es un valor en el momento de la adquisición, y no debería aplicarse para hidrómetros en uso; sin embargo, por ser el criterio establecido en la norma, se analizó el nivel de cumplimiento del mismo ya que no existe un criterio de errores durante el servicio y verificaciones sub siguientes. Como criterio de aceptación alternativo recomendado, es que el caudal de arranque sea menor al caudal mínimo del medidor, y si el arranque está por encima de este valor no se acepta su instalación; este criterio tiene un problema porque va a depender de analizar el comportamiento de la curva de error del medidor en el caudal menor para garantizar que esté dentro de los valores de aceptación en los caudales que si tienen sus criterios.

Con base en el criterio antes expuesto se concluye que de las 308 unidades, de las cuales solo 239 unidades están por debajo de 14 l/h, 47 unidades están entre 15 y 30 l/h, y 16 unidades registran caudales mayores de 30 l/h. Si se utiliza como criterio de aceptación de 14 l/h, estarían fuera 239 unidades.

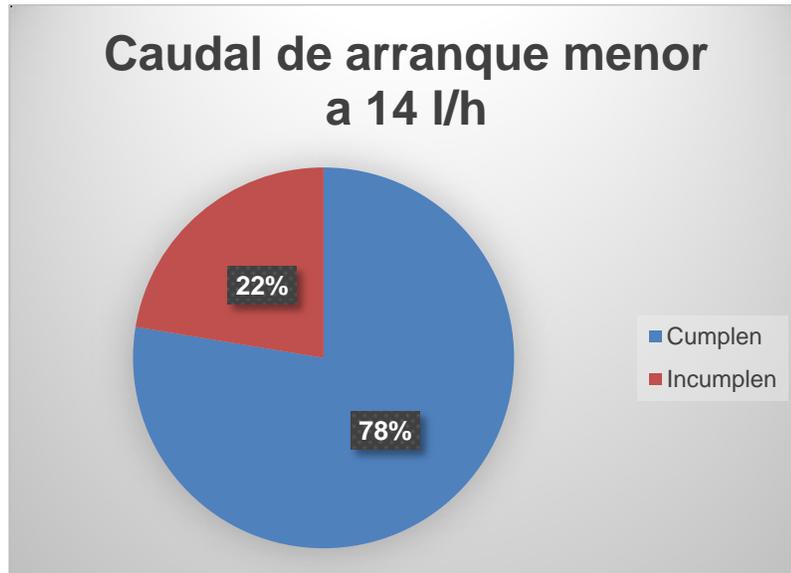


Gráfico #1: Cumplimiento caudal de arranque.

En relación con el arranque, los resultados fueron:

- 12 unidades que no arrancaron en el caudal de 30 l/h,
- 3 no arrancaron en el caudal de 120 l/h y
- 1 unidad que no arranco en el caudal de 120 l/h, 3 hidrómetros por daño externo y fuga;

Comportamiento en el Arranque		
Cantidad	Descripción	Criterio
12	No arranca	Q<30LPH
3	No arranca	Q<120LPH
1	No arranca	Q<1 500LPH
3	Fuga durante la prueba	Genera datos erróneos
1	Daño externo	No permite hacer prueba
239	menores o igual a 14 LPH	Artículo 16, Punto J
47	entre 15 a 30 LPH	Menor a Artículo 16, Punto F
16	mayores a 30 LPH	mayor a Artículo 16, Punto F
308	Total	Lote

Lo cual gráficamente se vería así:

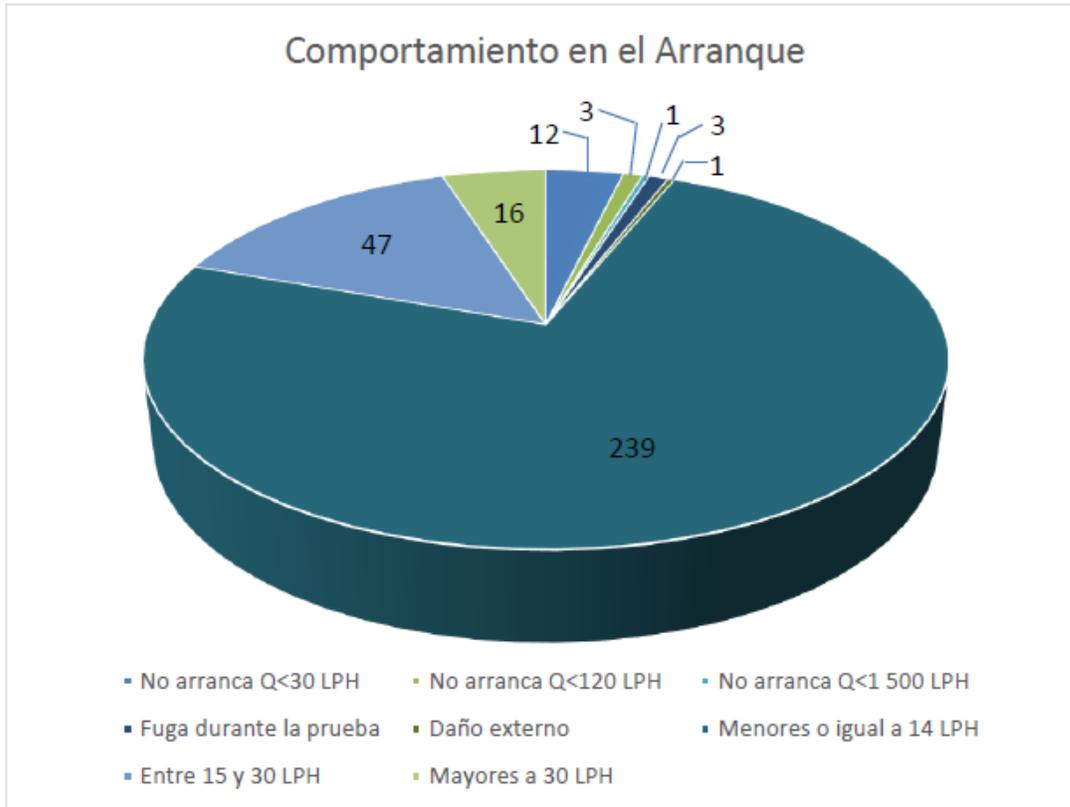


Gráfico #2: Comportamiento del caudal de arranque.

b) NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE LOS ARTÍCULOS 30, 31, 32, 33 y 34

El resumen de los cumplimientos es el siguiente:

Criterio	Incumplen	Porcentaje de incumplimiento
Lectura fácil y confiable	7	2,3%
Espacio necesario para actividades	93	30,1%
Corte y reconexión del servicio	1	0,3%
Libre tránsito, seguridad de personas y vehículos	29	9,4%
Protección y seguridad del Hidrómetro	15	4,9%
Ubicación del hidrómetro	1	0,3%
Instalación con respecto a ISO-4064-2	1	0,3%
Hidrómetro protegido de daños	0	0,0%
Sometido a esfuerzos	0	0,0%
Instalado en bases	1	0,3%
Tuberías ancladas	1	0,3%
Orientación y posición acorde a su tipo	0	0,0%
Protegido de daños originados en condiciones hidráulicas	0	0,0%
No presentar cambios bruscos de diámetro en la instalación	1	0,3%
Cuenta con sello y marchamo	5	1,6%
Tuberías purgadas libres de sedimento y partículas	1	0,3%
Instalación realizada bajo recomendaciones del fabricante	1	0,3%
Válvula de paso aguas arriba	0	0,0%
Sistema de acople rápido	1	0,3%
Mecanismos de seguridad o sellos	40	12,9%
caja de Protección de Material Durable	3	1,0%
Prevención de flujo inverso		* N/A

*Tamaño de la muestra analizada = 309 hidrómetros

Tabla #2: Nivel de cumplimiento artículos 30,31,32,33,34

ARTÍCULO 61

En el presente análisis se agrupan los resultados según dos criterios, el principal es el referente a la norma técnica nacional, y el otro según los que indica ISO-4064. Se detallan las cantidades de medidores de agua que están dentro del rango de aceptación según referencias.

Los resultados sobre el cumplimiento del artículo 61 de la Norma se muestran en el siguiente cuadro:

Comportamiento del Caudal Según Requerimiento		
Cantidad	Descripción	Criterio
77	< ±5% en Q=30 LPH	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, F
36	< ±10% en Q=30 LPH	ISO 4064-1, Anexo C
215	≥ ±5% en Q=30 LPH	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, F
257	≥ ±10% en Q=30 LPH	ISO 4064-1, Anexo C
116	< ±2% en Q=120 LPH	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, G
24	< ±4% en Q=120 LPH	ISO 4064-1, Anexo C
185	≥ ±2% en Q=120LPH	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, G
277	≥ ±4% en Q=120 LPH	ISO 4064-1, Anexo C
56	< ±2% en Q=1500 LPH	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, D
28	< ±4% en Q=1500 LPH	ISO 4064-1, Anexo C
246	≥ ±2% en Q=1500LPH	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, D
275	≥ ±4% en Q=1500LPH	ISO 4064-1, Anexo C
3	No probados por problema	Fuga, trabado o No Arranque

Comportamiento del Caudal Según Requerimiento			
Descripción	Dentro	Fuera	Criterio
±5% en Q=30 LPH	215	77	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, F
±2% en Q=120 LPH	185	116	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, G
±2% en Q=1500 LPH	246	56	RRG-8867, Artículo 16, Punto H, D
±10% en Q=30 LPH	257	36	ISO 4064-1, Anexo C
±4% en Q=120 LPH	277	24	ISO 4064-1, Anexo C
±4% en Q=1500 LPH	275	28	ISO 4064-1, Anexo C

Para los tres criterios aplicados en conjunto según “NORMA TÉCNICA: HIDRÓMETROS PARA EL SERVICIO DE ACUEDUCTO AR-HSA-2008” están fuera 116 unidades de 308 unidades.

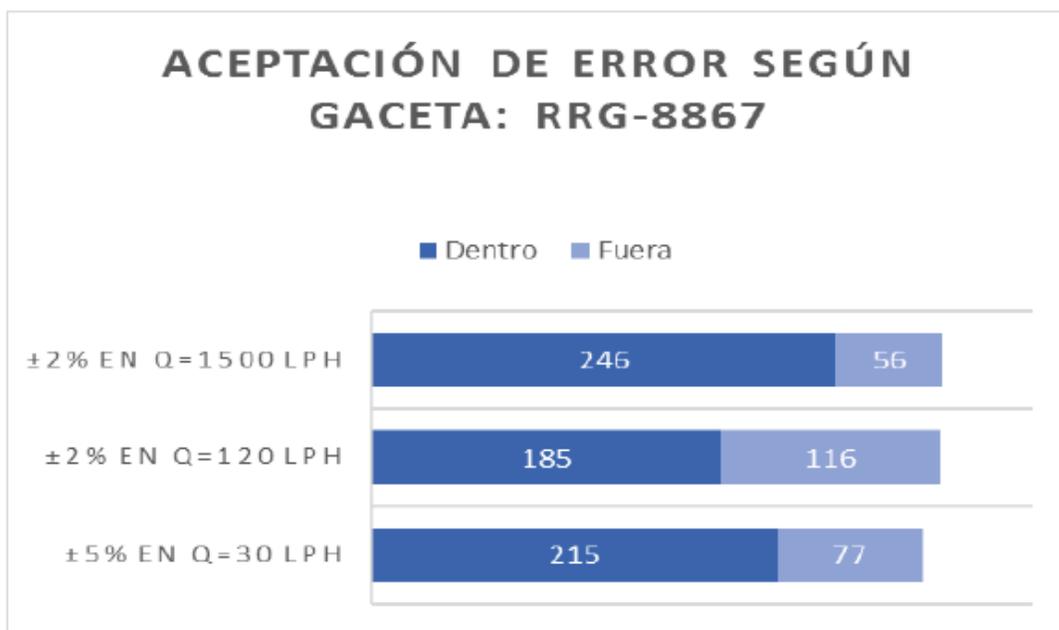


Gráfico #3: Aceptación del error utilizando criterio RRG-8867

Ahora aplicando los criterios de la ISO 4064-1 2014, Anexo C

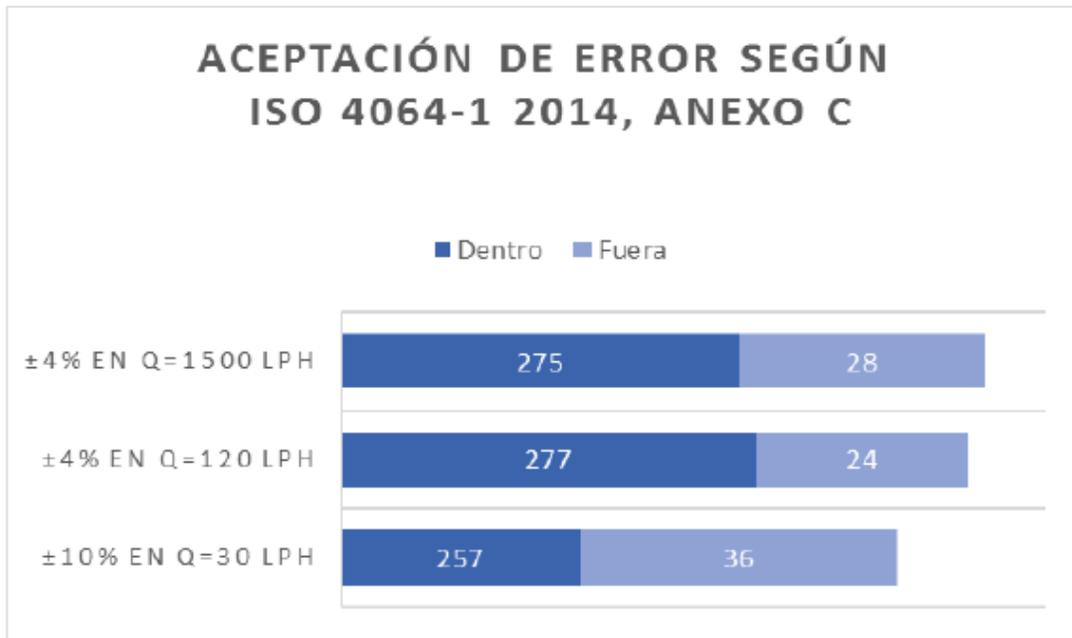


Gráfico #4: Aceptación del error utilizando criterio ISO 4064-1 2014

ERROR PROMEDIO

El Comportamiento del error promedio solo funciona para ilustrar una condición global, pero no es comparable con algún criterio de aceptación

% Errores promedio según caudal de lote	
Q_{min}= 30 l/h	-5.88
Q_t= 120 l/h	0.15
Q_n= 1 500 l/h	-1.64
% Error Ponderado	-2.46

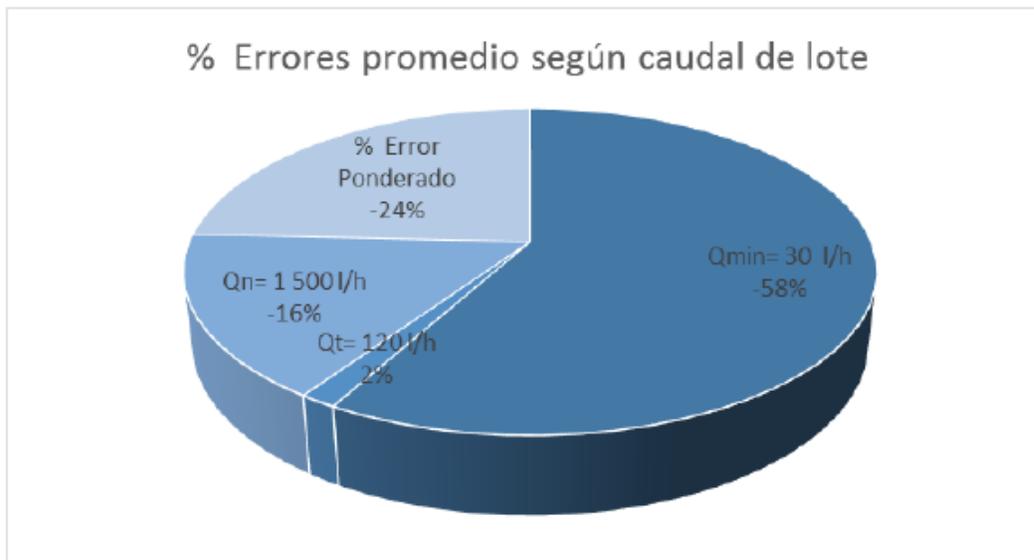


Gráfico #5: Errores promedio según caudal.

CONCLUSIONES

1. Se realizó análisis los 309 hidrómetros retirados y se presentan resultados de un total de 308 hidrómetros analizados
2. La muestra original tuvo cambios 28 cambios debido a que:
 - a) 24 hidrómetros habían sido sustituidos por el acueducto.
 - b) 2 medidores eran de 1"
 - c) 1 no se encontró.
 - d) 1 no se pudo retirar porque estaba dentro de un block.

Estos se sustituyeron por 27 hidrómetros diferentes

3. El 78% de los hidrómetros cumplen con el Caudal de Arranque, utilizando el criterio estricto de 14 L/h.
4. Para los tres criterios aplicados en conjunto según “NORMA TÉCNICA: HIDRÓMETROS PARA EL SERVICIO DE ACUEDUCTO AR-HSA-2008” están fuera 116 unidades de 308 unidades. Lo cual representa un 37.66% de incumplimiento.
5. Utilizando la Norma ISO-4064:2014 el incumplimiento se reduce a un 11,7%
6. Los resultados encontrados en cuanto a las pruebas metrológicas demuestran los siguientes errores promedio: $Q_{min} = -5.88$, $Q_t = 0.15$, $Q_n = -1.64$, con esto se nota el comportamiento de la totalidad de los equipos.
7. Los datos obtenidos de la información técnica del medidor del fabricante así como la rotulación demuestra que muchos de los hidrómetros no cumplen a conformidad sobre los artículos respectivos.
8. Los equipos verificados en esta contratación, a la luz de los artículos 15,16 y 18 de la norma AR-HSA-2008 no cumplen a cabalidad con lo solicitado en dichos artículos.
9. Los equipos verificados en esta contratación, a la luz de los artículos 30-34 de la norma AR-HSA-2008 no cumplen a cabalidad con lo solicitado en dichos artículos; sin embargo el grado de incumplimiento es muy bajo.
10. Existen 4 unidades con problemas por fugas o roscas dañadas.
11. Es importante replicar este ejercicio en otros operadores; así como en hidrómetros de mayor diámetro ya que son los que representan el mayor ingreso en las empresas.
12. Se encuentra pendiente de análisis la gestión comercial de esta muestra.

13. La Norma Técnica de Hidrómetros para el servicio de Acueducto AR-HSA-2008, se encuentra obsoleta con respecto a las necesidades del mercado, especialmente para hidrómetros en uso.

14. No se pudo analizar el funcionamiento de los equipos portátiles, sin embargo debido a que estas pruebas las realiza el área comercial y no el laboratorio; y al no haber trazabilidad a un laboratorio acreditado, estas pruebas no serán aceptadas por IA.

RECOMENDACIONES

Para la Intendencia de Agua:

- 1.** Realizar una comparación con los datos reportados por la ESPH para el parque de hidrómetros; de ser necesario evaluar el cumplimiento de esta muestra con respecto a la Norma ISO 4064 – 2015 que será la norma en la que se basa la actualización.
- 2.** Solicitar a la ESPH realizar un mapa en SIG de la ubicación de los hidrómetros para verificar la aleatoriedad de la muestra.
- 3.** Realizar una investigación de las pruebas en sitio que realiza la ESPH y los equipos portátiles.
- 4.** Para futuras contrataciones, se recomienda que sea la Intendencia o la empresa contratada que haga el retiro de los hidrómetros en campo (y no el operador) para verificar la aleatoriedad de la muestra, así como la manipulación de los mismos. Además para poder verificar la posición en la que se encontraba instalado el hidrómetro de acuerdo a su clase metrológica.
- 5.** Considerar en la redacción de la actualización de la Norma:
 - Para el caso de hidrómetros en uso: caudal de arranque y tolerancia de los porcentajes de error.
 - Especificaciones para la evaluación de macro medidores.
 - Criterios para el mantenimiento preventivo en cuanto a la sustitución de los hidrómetros en uso.
 - determinar un valor de caudal de arranque para los hidrómetros en uso. Lo anterior quiere decir que la norma AR-HSA-2008 presenta

deficiencias en su uso como referencia para el control de calidad de hidrómetros en uso; no así para la adquisición de hidrómetros nuevos por parte del operador.

- Solicitar a la ESPH:
 1. Confirmar el uso que se le da a los hidrómetros que se determinen que están en buen estado después de la realización de las pruebas o justificar la razón y costos del desecho de los mismos.
 2. El plan para la acreditación de su laboratorio ya que al estar haciendo pruebas sin estar acreditados, se invalidan los resultados.
 3. Presentar un listado y los certificados de calibración de los hidrómetros patrón que utilizan para hacer pruebas.
 4. Establecer un mecanismo para que las pruebas de campo las realice el laboratorio de hidrómetros o no serán aceptadas.
 5. Levantamiento en un sistema de información geográfica de la ubicación de los hidrómetros.

Cordialmente,

INTENDENCIA DE AGUA

Pamela Castro Leitón
Profesional 3

V°B°- Gonzalo Chaves Cubero
Coordinador Área Calidad

C: Carlos Herrera Amighetti. - Intendente IA
Karen Ugalde - DGAU
SR6
PCL