



BLOQUEO DE CONTADORES DE CHORRO MÚLTIPLE EN HIDRANTES MULTIUSUARIO PARA RIEGO

Palau Estevan C. V.¹(P), Balbastre Peralta, I², Arviza Valverde, J.³, Sanchis Alos, L.⁴

¹ Docente e Investigador, UD Hidráulica, Dpto. DIRA Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, virpaes@agf.upv.es

² Responsable, Laboratorio Ingeniería Rural, Hidráulica y Riegos (LIHR), Dpto. DIRA Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, ibbalpe@agf.upv.es

³ Docente e Investigador, UD Ingeniería Rural, Dpto. DIRA Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, jarviza@agf.upv.es

⁴ Técnico de Laboratorio, Laboratorio Ingeniería Rural, Hidráulica y Riegos (LIHR), Dpto. DIRA Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, luisanal@upvnet.upv.es

Resumen

Los contadores de chorro múltiple son elementos importantes en los hidrantes multiusuario de redes de riego, ya que son los encargados de contabilizar el volumen de agua consumido en cada parcela. La precisión en la medida de estos consumos repercutirá en el recibo del propio agricultor y en un reparto del agua más equitativo entre los miembros de la Comunidad de Regantes.

Sin embargo, su funcionamiento se ve afectado por múltiples parámetros como la calidad del agua, su posición de instalación, su inadecuado dimensionado, su envejecimiento, etc... (Pérez Perucha *et al.* 2011, Madurga *et al.* 2011, Palau *et al.* 2010, Arregui *et al.* 2007).

En el presente trabajo se estudia mediante diferentes pruebas en el Laboratorio de Ingeniería Rural de la Universitat Politècnica de València, un fenómeno que les ocurre a menudo; el bloqueo de la turbina en contadores de velocidad cuando durante un corto periodo de tiempo circulan por ellos caudales anormalmente altos.

Tras el estudio, se han encontrado problemas de bloqueo en la medición de los contadores de chorro múltiple por un diseño inadecuado en la configuración del hidrante multiusuario.

Abstract

Multi-jet meters are important elements installed in hydrants of irrigation networks. These instruments measure the volume of water consumed in each plot. The measurement accuracy of these consumptions can vary the bill of the farmer and will distribute in a more equitable manner the water among the members of the Irrigation Community. However, its performance is affected by many parameters such as water quality, meter installation position, meters dimension, aging, etc ... (Pérez Perucha *et al.* 2011, Madurga *et al.* 2011, Palau *et al.* 2010, Arregui *et al.* 2007).

In this work is studied in the Laboratory of Agricultural Engineering at the Universitat Politècnica de València, under different situations, the performance of multi-jet meters. Particularly, a phenomenon that often happens. The blocking of the turbine when during a short period of time the flow is abnormally high.

After the study, it has been found that blocking is a common problem in the measurement of multi-jet meters when there is an inadequate design of the hydrant.

1- Introducción y objetivos.

Los contadores de chorro múltiple son elementos importantes en los hidrantes multiusuario de redes de riego, ya que son los encargados de contabilizar el volumen de agua consumido en cada parcela. La precisión en la medida de estos consumos repercutirá en el recibo del propio agricultor y en un reparto del agua más equitativo entre los miembros de la Comunidad de Regantes.

Sin embargo, el funcionamiento de los mismos se ve afectado por múltiples parámetros como la calidad del agua, su posición de instalación, su inadecuado dimensionado, su envejecimiento, etc...(Pérez-Perucha *et al.* 2011, Madurga *et al.* 2011, Palau *et al.* 2010, Arregui *et al.* 2007).

Un fenómeno que les ocurre a menudo a este tipo de instrumentos es el bloqueo de la turbina en contadores de chorro múltiple cuando durante un corto periodo de tiempo circulan por ellos caudales anormalmente altos.

En los contadores de chorro múltiple la velocidad de giro de la turbina depende de la velocidad de impacto del agua sobre la misma. Cuando los caudales son muy altos el impacto será superior produciéndose un desacople en la transmisión magnética que une turbina con totalizador (Figura 1). De esta forma, el totalizador queda bloqueado y sin movimiento, dejando de contabilizar el agua consumida.

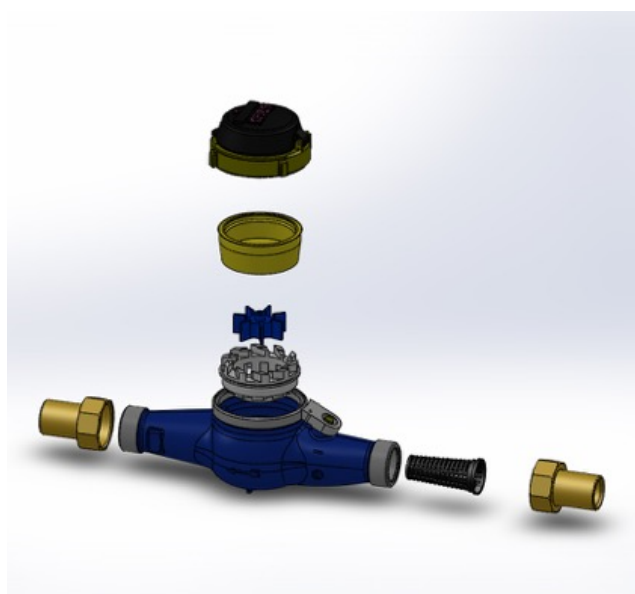


Figura 1. Despiece de un contador de chorro múltiple.

Pero, ¿en qué casos se producen estas condiciones de caudal anormalmente altos? Generalmente, en situaciones donde el diferencial de presiones entre la entrada al instrumento (aguas arriba) y la salida del mismo (aguas abajo) es alta. Esto se produce durante el llenado de la red de riego estando vacía. En esta situación, el gradiente de presión es alto ya que se vierte a la atmósfera y los caudales de llenado que se consiguen son muy elevados, en consecuencia, las velocidades de impacto son muy altas.

En el presente trabajo se estudia el fenómeno bajo diferentes condiciones de trabajo evaluando la influencia que tiene la posición de instalación del contador y el posible desgaste generado tras sucesivos bloqueos de la turbina.

2- Materiales y métodos.

El estudio del bloqueo de estos instrumentos de medida se lleva a cabo en el banco de ensayo de contadores del Laboratorio de Ingeniería Rural de la Universitat Politècnica de València (UPV) (Figura 2a). Este banco de ensayo dispone de la tecnología adecuada para la realización de pruebas metrológicas de contadores hasta un caudal máximo de 235 m³/h (Balbastre *et al.* 2012).

El bloqueo de la turbina es habitual en contadores de chorro múltiple. Actualmente se está llevando a cabo un muestreo en diferentes Comunidades de Regantes donde se analiza por calibre la cantidad de instrumentos que presentan esta anomalía.

En el laboratorio se han ensayado algunas de estas muestras por calibres. Para ello, en diferentes posiciones de colocación y direcciones del flujo de agua, se prueban los instrumentos hasta aproximadamente caudales que duplican el caudal máximo establecido por el fabricante. De forma visual se determina si se ha producido bloqueo del totalizador, y en caso afirmativo, se anota el caudal al que se ha producido. Las pruebas realizadas son las siguientes:

- ensayo de bloqueo en posición horizontal
- ensayo de bloqueo en posición horizontal con el totalizador girado 90°.
- ensayo de bloqueo en posición vertical (Figura 2b)



Figura 2. (a) Laboratorio de Ingeniería Rural de la UPV, (b) Posición vertical de ensayo.

Por otro lado, se ha comprobado la metrología inicial de los instrumentos en posición vertical para poder comprobar la evolución sufrida tras múltiples bloqueos.

En este caso, el método de ensayo es por gravimetría, aforando el agua durante un tiempo determinado a unos depósitos que disponen de células de carga para realizar la pesada. El volumen de agua acumulado en el depósito se contrasta con la diferencia de lecturas del contador, estimando de esta forma el error a diferentes caudales de ensayo. Los ensayos se realizaron a contador lanzado con la toma instantánea de lectura mediante

fotografía para determinar volumen trasegado y el tiempo. El error de medida de un contador de agua a un determinado caudal se estimará mediante la ecuación 1:

$$Error (\%) = \left(\frac{Q_{\text{contador}} - Q_{\text{pesada}}}{Q_{\text{pesada}}} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

El ensayo metrológico en posición horizontal permite conocer el comportamiento del instrumento y determinar la curva de error en todo el rango de medida, tal y como recomienda el fabricante. También, se estudia la colocación en horizontal pero con el totalizador girado 90° y su funcionamiento en posición vertical. Esta disposición es la más habitual en los hidrantes multiusuario de redes colectivas.

Finalmente, se analizó el desgaste que puede producir sobre el contador 30, 60 y 90 bloqueos sucesivos de la turbina.

Los contadores estudiados son de chorro múltiple y presentan las siguientes características metrológicas (Tabla 1):

Tabla 1. Contadores ensayados.

Calibre	nº ensayado	Qt (l/h)	Qn (m³/h)	Qmax (m³/h)	Clase metrológica
DN15	15	120	1,5	3	B
DN 20	14	200	2,5	5	B
DN25	7	280	3,5	7	B
DN30	16	480	6	12	B
DN40	6	800	10	20	B

3- Resultados y discusión.

Los resultados obtenidos en cada ensayo se muestran en forma de tablas y gráficos clasificados por calibre de contador. Se analizan las diferentes pruebas ordenadas como ensayo del bloqueo en función de la posición, ensayo de metrología en función de la posición y ensayo del desgaste por bloqueos sucesivos.

3.1- Ensayo del bloqueo de contadores.

Contadores DN15

Tabla 2. Resultados bloqueo de contadores DN15.

DN 15	Q bloqueo (m³/h)	Porcentaje (%)
Horizontal	-	No se bloquea
Horizontal girado	-	No se bloquea
Vertical flujo descendente	5,8	53
Vertical flujo ascendente	6	67

Los ensayos han mostrado que en posición horizontal y horizontal girado no se produce bloqueo del instrumento. En cambio, cuando el contador se encuentra en vertical con el flujo de agua descendente el 53% de la muestra se bloquea. Se observa que el

caudal de bloqueo de la turbina es aproximadamente el doble del caudal máximo ($Q_{max} = 3 \text{ m}^3/\text{h}$). Esta configuración es la más habitual en los hidrantes multiusuarios donde se ha constatado el problema en diversas comunidades de regantes (Figura 3).



Figura 3. Hidrante multiusuario con contadores en posición vertical y flujo descendente.

Se ha probado el efecto que produce sobre el bloqueo un flujo ascendente en aquellos contadores que sufrían bloqueo en vertical con el flujo descendente, y se observa que el 67% continúa bloqueándose en esta posición, sin encontrar una mejora significativa.

Contadores DN20

Tabla 3. Resultados bloqueo de contadores DN20.

DN20	Q bloqueo (m^3/h)	Porcentaje (%)
Horizontal	-	No se bloquea
Horizontal girado	8	Si se bloquea*
Vertical descendente	9,97	100
Vertical flujo ascendente	10,9	67

*muestra de contadores ensayada no significativa.

Los ensayos han mostrado una tendencia similar al calibre DN15 (Tabla 3). En este caso, en posición vertical con flujo descendente el 100% de los contadores han sufrido bloqueo aproximadamente al doble del caudal máximo ($Q_{max} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$), recuperando su movimiento un 60% de la muestra a caudal nominal.

Contadores DN25

Tabla 4. Resultados bloqueo de contadores DN25.

DN 25	Q bloqueo (m^3/h)	Porcentaje (%)
Horizontal	-	No se bloquea
Horizontal girado	-	-
Vertical descendente	13,4	100
Vertical flujo ascendente	14,1	100

En la prueba en vertical para este calibre, tanto con el flujo descendente como ascendente, el 100% de los contadores de chorro múltiple presentan bloqueo al doble del caudal máximo ($Q_{max} = 7 \text{ m}^3/\text{h}$). Todos ellos, recuperan su medición a caudal inferior al caudal nominal. En posición horizontal no se produce el fenómeno de bloqueo.

Contadores DN30

Tabla 5. Resultados bloqueo de contadores DN30.

DN 30	Q bloqueo (m^3/h)	Porcentaje (%)
Horizontal	-	No se bloquea
Horizontal girado	20,2	75
Vertical descendente	16	100
Vertical flujo ascendente	15,8	100

La tendencia vuelve a ser parecida, en posición horizontal no sufren bloqueo, mientras que en posición vertical, tanto con el flujo descendente como ascendente, el 100% de los contadores presentan bloqueo pero en este caso ligeramente superior al caudal máximo

($Q_{max} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$). En posición horizontal girado, es decir, con el eje de la turbina en horizontal, se bloquea el 75% de la muestra.

Si representamos los resultados obtenidos para cada una de las posiciones de instalación se observa que la curva metrológica de un contador de chorro múltiple, por el propio diseño del instrumento, no varía significativamente en su metrología estando dentro de los límites establecidos en la norma UNE EN 14268 Técnicas de Riego: Contadores de agua para riego que establece un error máximo del $\pm 5\%$ en todo el rango de medida y también en los de la Orden Ministerial del 28 de diciembre 1988, más restrictiva, del $\pm 5\%$ entre Q_{minimo} y $Q_{transición}$ y del $\pm 2\%$ hasta el $Q_{máximo}$ (Figura 4).

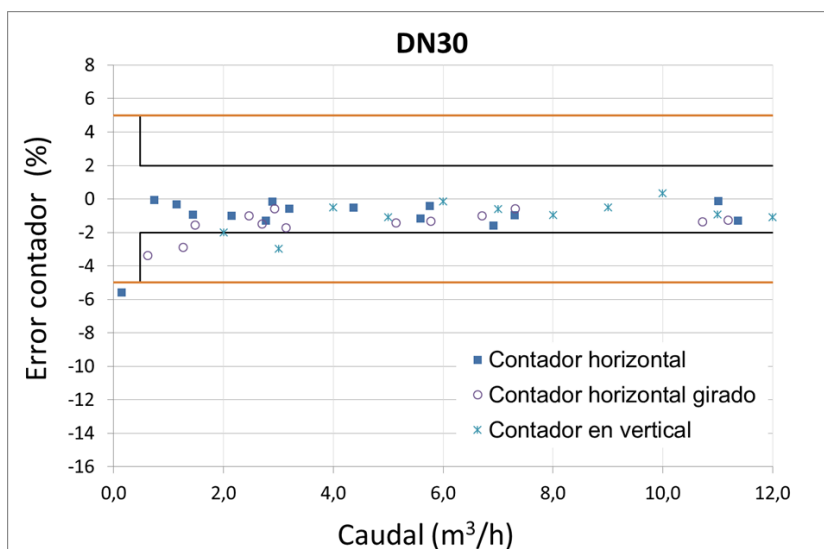


Figura 4. Curva de error de contadores DN30 tras bloqueo en distintas posiciones.

Contadores DN40

Tabla 6. Resultados bloqueo de contadores DN40.

DN 40	Q bloqueo (m ³ /h)	Porcentaje (%)
Horizontal	-	No se bloquea
Horizontal girado	-	No se bloquea
Vertical descendente	39,8	40
Vertical flujo ascendente	-	No se bloquea

Para DN40 los resultados son un poco distintos. Se observa que en posición vertical solo un 40% de la muestra presenta bloqueo al doble del caudal máximo ($Q_{max} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$), y que si el flujo es ascendente se corrige el bloqueo, no parándose el contador.

3.2- Ensayo de desgaste tras sucesivos bloqueos en posición vertical.

En una primera prueba se analizó la curva metrológica inicial de algunos de los contadores de calibres DN 20 y DN 30 que sí sufrían parada en su medición en posición vertical, antes de someterlos a sucesivos bloqueos.

Los resultados muestran que los sucesivos bloqueos de la turbina no han producido desgaste alguno en el mecanismo interno del contador, lográndose medidas cuyo error es inferior al $\pm 5\%$ establecido por la norma (Figura 5, Figura 6 y Figura 7).

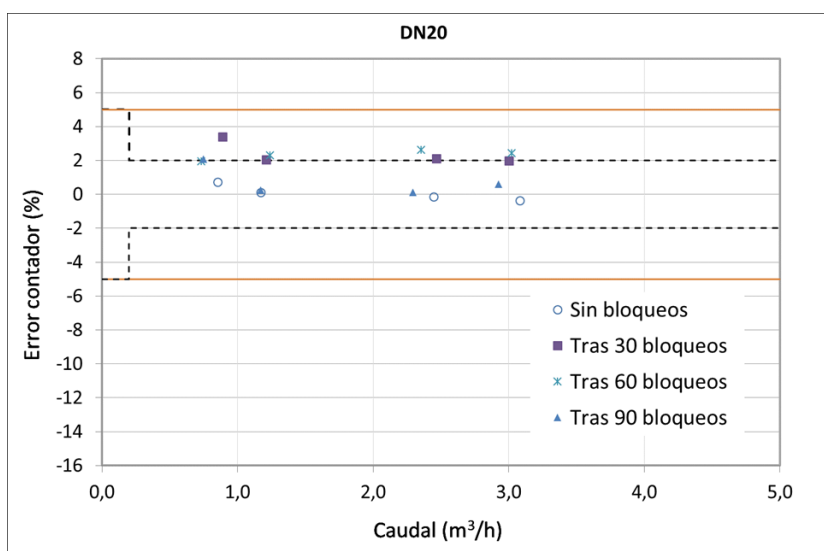


Figura 5. Curva de error de un contador DN20 tras sucesivos bloqueos.

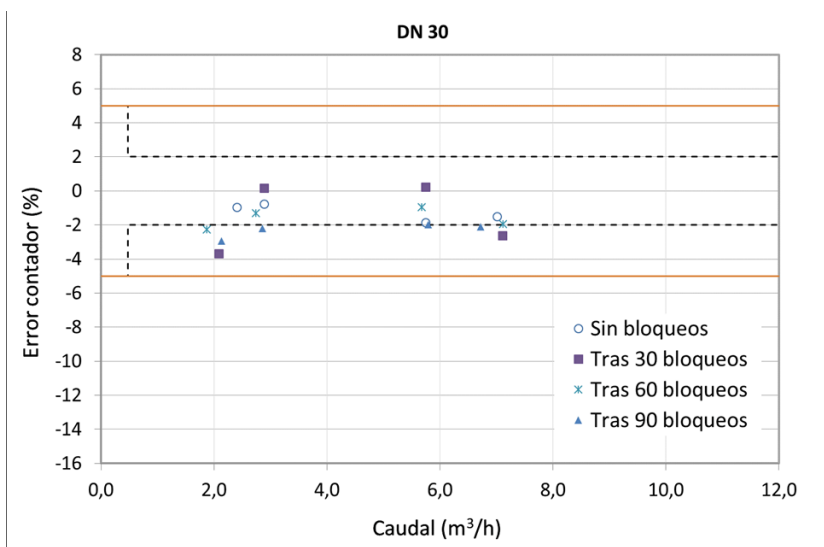


Figura 6. Curva de error de un contador DN30 tras sucesivos bloqueos.

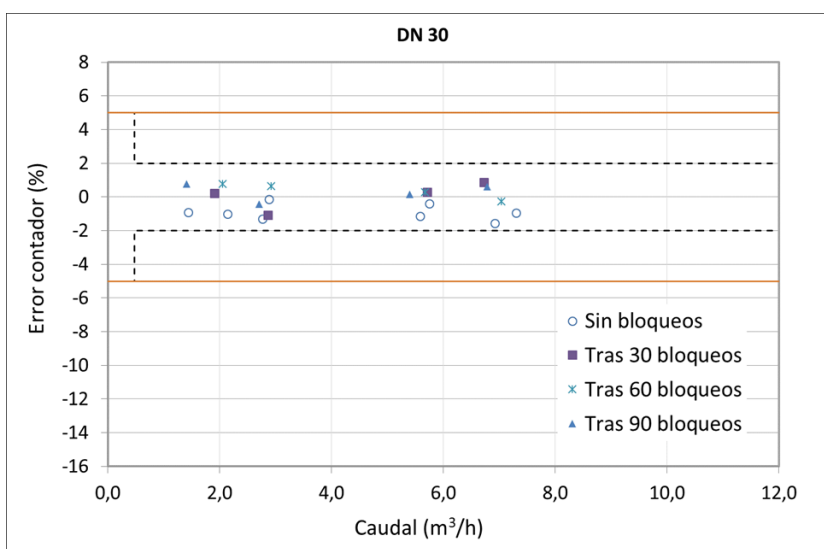


Figura 7. Curva de error de un contador DN30 tras sucesivos bloqueos.

Analizando el ensayo a caudal nominal no se observa ninguna tendencia clara tras producir en el instrumento 30, 60 y 90 bloqueos sucesivos, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Error promedio de la muestra ensayada a caudal nominal tras sucesivos bloqueos

BLOQUEOS				
nº bloqueos sucesivos	0	30	60	90
Error promedio a Qn (%)	-0,46	0,51	0,72	-0,37

4- Conclusiones y recomendaciones.

Tras el estudio, se han encontrado problemas de bloqueo en la medición de los contadores de chorro múltiple por un diseño inadecuado en la configuración del hidrante multiusuario. La colocación del instrumento en posición vertical incrementa el riesgo de desacople de la transmisión magnética de la turbina con el totalizador del contador cuando



los caudales son anormalmente elevados. Con una posición horizontal del contador, cuando el eje de la turbina se encuentra el vertical, este fenómeno rara vez se produce.

Durante el periodo de riego el caudal es estable, y si el contador está bien dimensionado, este estará próximo a su caudal nominal. Solo cuando se produce el llenado de la red de riego, donde se producen gradientes de presión importantes, se dan caudales muy altos que pueden superar ampliamente el rango de trabajo del contador afectando a su funcionamiento. Estos gradientes de presión serán más elevados cuando exista desnivel importante entre hidrante y parcela, y además, se vierta directamente a la atmósfera.

Por otro lado, la curva de error de los contadores de chorro múltiple en posición vertical no se ve afectada significativamente tras sucesivos bloqueos de la turbina, es decir, no se ha detectado desgaste de sus engranajes internos. No obstante, tanto la muestra ensayada como el número de bloqueos sucesivos es insuficiente, y no permite ser concluyentes con la evolución que puede sufrir el instrumento por esta causa.

La verificación de estos problemas de bloqueo ha conducido al estudio de nuevas configuraciones en horizontal del hidrante multiusuario y al ensayo de elementos hidráulicos que limiten estos caudales punta puede evitar el bloqueo.

5- Bibliografía.

- Arregui F., Cabrera E., Cobacho R., (2007). Gestión integral de contadores de agua. IWA Publishig.
- Balbastre I, Sanchis, L., Arviza, J., Manzano, J., Palau, C. V. (2012). Desarrollo y puesta a punto del banco de ensayo para elementos hidráulicos en el Laboratorio de Ingeniería Rural (LIR) de la UPV. Poster pp. 167-168. XXX Congreso Nacional de Riegos (Albacete).
- Madurga C y Ramírez J., (2011). Influencia de la calidad del agua en la metrología de contadores de riego. pp. 151-152. XXIX Congreso Nacional de Riegos (Córdoba).
- Norma UNE EN 14268 (2006). Técnicas de Riego: Contadores de agua para riego.
- Orden ministerial 28 de diciembre de 1988 por la que se regulan los contadores de agua fría (BOE num.5, de 6 de marzo de 1989).
- Palau, C.V.1, Arregui,F., Royuela,A., Manzano,J., Jiménez Bello,M.A. (2010) Auditoria de sistemas de medición de agua en redes de riego. Poster pp. 121-122. XXVIII Congreso Nacional de Riegos (León).
- Pérez-Perucha, J., Madurga C., Sánchez de Ribera, A. (2011). Influencia de la disposición de un contador en su metrología. pp. 149-150. XXIX Congreso Nacional de Riegos (Córdoba).