

El contador de agua en la digitalización de los abastecimientos

M^a Humbelina Vallejo Aparicio ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Canal de Isabel II, S.A.

⁽²⁾ Teléfono: 91.545.10.00. Correo electrónico: mhvallejo@canal.madrid

RESUMEN: La medición de los consumos de agua es un elemento esencial para cualquier gestor de abastecimiento y el contador de agua tiene un papel protagonista en su digitalización.

En este artículo se detalla el proyecto de telelectura de 1,6 millones de contadores, basado en tres pilares: excelencia metrológica, desempeño solvente de las comunicaciones, y sostenibilidad económica. Se expondrán los procedimientos de selección y control metrológico de los contadores, y se detallará la tecnología elegida para transmitir los datos. El contador de agua “conectado” no sólo es capaz de medir, sino de transmitir la información de manera eficiente y masiva. Y esto supone un nuevo paradigma en la gestión del recurso hídrico y la evolución del contador como elemento vertebrador en la relación de Canal con los usuarios. El modelo de telelectura de Canal está siendo un referente para la digitalización del sector del agua en España.

1. INTRODUCCIÓN

Canal de Isabel II, S.A. (en adelante Canal) gestiona el ciclo integral del agua para más de 6 millones de madrileños, y desde su inicio, hace más de 170 años, esta empresa pública ha aplicado todas aquellas novedades tecnológicas que le han permitido una gestión más eficaz del recurso hídrico.

La medición de consumos de agua es un elemento esencial para conseguir una gestión eficiente, por lo que Canal siempre ha orientado sus procedimientos para la adquisición de contadores con la máxima excelencia metrológica.

Canal dispone de telecontrol desde hace años. La red de abastecimiento está sectorizada, disponiendo de datos prácticamente en tiempo real. Sin embargo, los consumos de los usuarios únicamente están disponibles cada dos meses, tras un proceso de lectura presencial.

Por ello, Canal llevaba años buscando una solución adecuada para la telelectura de 1,6 millones de contadores en la Comunidad de Madrid, pero las tecnologías disponibles entonces no permitían ni despliegues masivos ni las condiciones de concurrencia y competitividad entre proveedores que demandan las leyes de contratación pública.

Con la publicación en 2016 del estándar denominado NB-IoT (Narrow Band-IoT), y tras el desarrollo de pruebas piloto en campo y ensayos en laboratorio, Canal valida esta tecnología de comunicaciones para su aplicación en la telelectura de contadores, y define la solución técnica a implementar, conformando un gran proyecto de telelectura de contadores en 172 municipios.

2. DESARROLLO/DESCRIPCIÓN

2.1. La elección de contadores según su uso

En Canal, los contadores se eligen con las características técnicas acordes a su uso. En función del patrón de consumos, tipo de instalación, régimen de funcionamiento, entorno de la instalación, etc., los contadores se eligen con las prestaciones acordes a ello. En este sentido,

el principio de funcionamiento del contador, los ratios metrológicos solicitados, ... variarán según el tipo de suministro en el que se instalen.

Por tanto, adecuar las prestaciones del contador al uso del suministro donde debe instalarse es el primer paso para conseguir una buena medición de consumos de agua.

2.2. El control metrológico en Canal de Isabel II

Desde la fase de licitación hasta la finalización de los contratos, Canal tiene establecida una metodología de control metrológico de los contadores.

a) Factores a considerar para la adquisición de contadores

La fase de licitación de expedientes para la contratación del aprovisionamiento de contadores es crítica en el control metrológico de los equipos que se adquieran.

Las licitaciones para el aprovisionamiento de contadores son procedimientos abiertos con un reparto de 70 y 30 de la valoración económica y técnica, respectivamente.

En la fase de licitación se realizan los siguientes ensayos, ref. [1]:

- ✓ Curva completa: El objeto del ensayo es verificar los cuatro caudales a los que hace referencia la norma aplicable (R.D. 244/2016), junto con $Q_4/4$ y $Q_4/10$.
- ✓ Curva completa tras el envejecimiento. La finalidad de este ensayo es verificar el comportamiento del contador tras someterlo a ciclos de envejecimiento.
- ✓ Caudal de arranque de los contadores: El objeto del ensayo es verificar si los contadores totalizan volumen en condiciones mínimas de presión y caudal.
- ✓ Inmunidad a campos magnéticos: Se pretende verificar el comportamiento de los contadores bajo la afección de un campo magnético específico.

Los contadores deben cumplir una serie de especificaciones técnicas con carácter obligatorio, garantizando el estricto cumplimiento de la legislación en materia metrológica y, adicionalmente, se valoran características que mejoran las prestaciones y que son interesantes para Canal. Ref. [1]. En este sentido, se valora:

- ✓ Mejora del error en la curva completa: si el error para caudales entre Q_2 y Q_4 es menor o igual a $\pm 1\%$.
- ✓ Caudal de arranque: cuando los contadores se ponen en marcha a determinados caudales de ensayo (muy bajos).
- ✓ Inmunidad a campos magnéticos: cuando los errores durante un ensayo específico son menores o iguales a $\pm 2\%$.
- ✓ Mejora de la repetibilidad: cuando la máxima diferencia entre los errores obtenidos en los ensayos de curva completa sea menor o igual a $\pm 0,5\%$.
- ✓ Mejora del Ratio $R=Q_3/Q_1$: Todas las comprobaciones técnicas y ensayos se realizan considerando el Ratio ofertado por el licitador.

Para ello, se realizan los ensayos correspondientes en el laboratorio de Canal, colaborador del Centro Español de Metrología y laboratorio de calibración acreditado por ENAC. Con ello, se consigue seleccionar los mejores contadores, adaptados a las necesidades de esta empresa pública.

Una vez que se adjudica el contrato, se inicia todo un proceso de control de las características metrológicas de los contadores suministrados.

Previamente a su recepción durante el proceso de aprovisionamiento, se realizan muestreos de los lotes entregados por el proveedor. El incumplimiento de las características ofertadas conlleva penalizaciones, devolución de lotes y, llegado el caso, la propia resolución del contrato.

b) Factores a considerar durante la vida útil de los contadores

En fase de servicio, se realizan muestreos del comportamiento metrológico de los contadores en dos ámbitos:

- ✓ En las propias fincas en las que se encuentra instalado el contador: La comprobación se realiza por un equipo de Canal especializado en la Inspección Técnica del Conjunto de Medida bajo procedimiento acreditado por ENAC, y que incluye la comprobación de los errores de medición del contador instalado, mediante la utilización de una rampa con un contador patrón.
- ✓ En el laboratorio de Canal: La verificación del contador, una vez retirado de la finca, se realiza por el equipo especializado en el laboratorio, acreditado por ENAC.

La finalidad es evaluar el envejecimiento de los contadores y el mantenimiento en el tiempo de las prestaciones ofertadas.

En caso de fallo de los equipos se aplican penalizaciones económicas a los proveedores en base a la garantía de los productos ofertados.

El comportamiento en fase de servicio es muy relevante, y especialmente el mantenimiento de los errores máximos permitidos de acuerdo con la legislación metrológica. En este sentido, cuando Canal detecta desviaciones sobre dichos errores, rectifica la facturación por consumo de agua emitida a sus clientes y sustituye el contador. Por ello, el compromiso de los proveedores de contadores con la excelencia metrológica de los equipos que comercializan, mediante las garantías oportunas, es esencial.

2.3. El “contador conectado” en Canal de Isabel II

Tal como se ha indicado, Canal se encuentra inmersa en un proceso de digitalización y telelectura de contadores. Para poder abordar este proyecto, Canal ha desarrollado toda una estrategia para la definición de la solución, su implantación, y la explotación de la información aportada por el sistema de telelectura.

a) Definición de la solución de telelectura de contadores

En 2016 el 3GPP, responsable de la estandarización de los sistemas de telefonía móvil que hoy en día todos utilizamos, definió el estándar adicional denominado NB-IoT de forma que por las infraestructuras de la telefonía móvil puedan circular los datos de la telelectura de contadores en las condiciones requeridas de funcionamiento para este caso de uso. Ref. [3,4].

Para comprobar la aplicabilidad de este estándar a la telelectura de contadores, en 2017, tras un anuncio público, Canal desarrolló tres pilotos para el testeo de equipos en campo y en laboratorio. Sometió a los mismos a diferentes escenarios de cobertura al objeto de caracterizar la viabilidad técnica de la tecnología tanto en lo relativo a su capacidad de transmisión de información, como en lo referente al consumo energético asociado a las comunicaciones. El modo base de funcionamiento elegido fue de una lectura horaria del contador, con transmisión diaria. En vista al buen funcionamiento del

sistema, Canal validó NB-IoT como la tecnología de comunicaciones a utilizar para la telelectura de su parque de contadores. Ref. [3,4].

Las razones principales para la elección de esta tecnología son, ref. [4]:

- ✓ Es un estándar. La libre concurrencia a licitaciones para la adquisición de productos y servicios está garantizada.
- ✓ La ofrece el mercado de las comunicaciones móviles en régimen de libre competencia.
- ✓ Tiene garantía de continuidad, pues el servicio de NB-IoT se configura dentro del entorno de 5G y la telelectura de los contadores de agua es uno de los muchos casos de uso para esta tecnología.
- ✓ Permite la comunicación sobre una infraestructura ya desplegada, como es la red de telecomunicaciones móviles que todos empleamos, lo que minimiza costes de primera implantación, de mantenimiento y explotación.
- ✓ Es eficiente desde el punto de vista energético, lo que permite durabilidad de los contadores acorde a su vida útil de 12 años.
- ✓ Tiene buena cobertura geográfica, tanto en grandes municipios, como en municipios pequeños y más aislados.
- ✓ Tiene una buena penetración de la señal incluso en sótanos y ubicaciones interiores, llegando a la práctica totalidad de los contadores.

Con la finalidad de buscar la máxima eficiencia del sistema de telelectura, Canal ha definido dos configuraciones técnicas de telelectura de contadores, integrada, o no integrada en el propio contador.

✓ **Solución de telelectura integrada en el contador:**

Se aplica en acometidas de pequeños y medianos calibres (15 a 40 mm), donde los contadores están en disposición individualizada (situados habitualmente en límite de propiedad, en armarios en fachada o arquetas en vía pública, aunque también en interiores de inmuebles). En este caso, la solución de telelectura consiste en la instalación de contadores electrónicos que llevan incorporada la tecnología NB-IoT para su telelectura. Ver “**Fig. 1**”.

✓ **Solución de telelectura no integrada en el contador:**

Se aplica en baterías de contadores ubicadas en cuartos al efecto en los edificios, donde se instalan varios contadores en disposición de concentración. En este caso, la solución de telelectura consiste en la instalación de contadores electrónicos sin NB-IoT integrado conectados en bus de comunicación, es decir unidos por cables, y conectados a su vez a un único módulo concentrador (en adelante CLAC) que lleva incorporada la tecnología NB-IoT para la telelectura de los contadores de la batería. Ver “**Fig. 2**”.

Así mismo, la solución de telelectura no integrada en el contador, se aplica en acometidas de gran calibre (50 a 300 mm), donde la ubicación de los contadores recomienda la desagregación de la conectividad del propio contador, permitiendo la instalación del módulo encargado de la misma en un entorno más favorable.

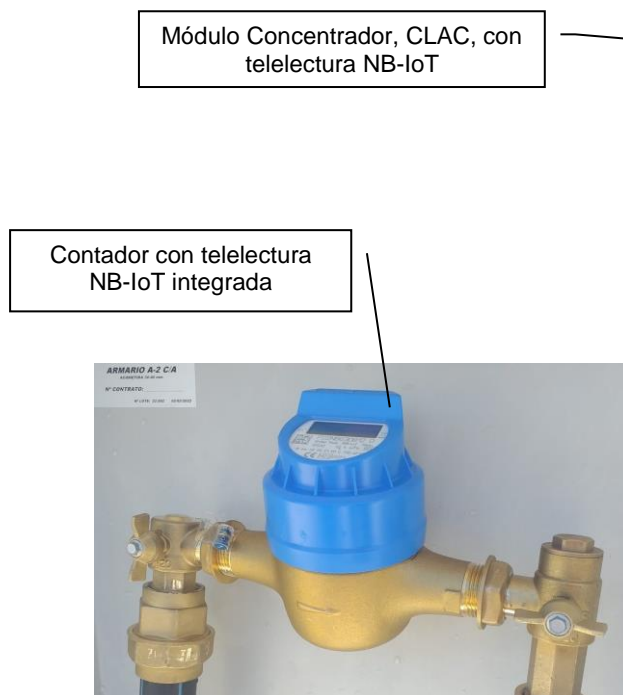


Fig. 1: Solución de telelectura integrada en el contador en una acometida con un único contador en armario

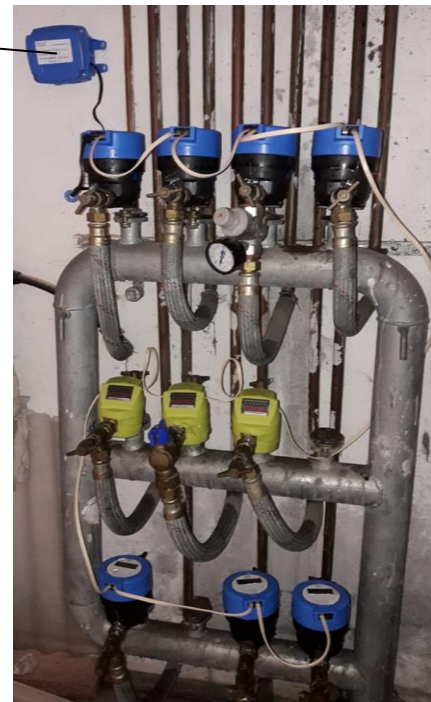


Fig. 2: Solución de telelectura no integrada, en una batería de contadores

b) Factores a considerar en la adquisición de productos y servicios

En Canal se han configurado diferentes tipos de licitaciones de productos y servicios, que responden a las dos configuraciones de telelectura:

- ✓ Telelectura integrada en el contador: contratos mixtos, para el aprovisionamiento de contadores y servicio de conectividad.
- ✓ Telelectura no integrada en el contador: hay dos tipos de contratos:
 - De aprovisionamiento de contadores electrónicos.
 - Mixtos, para el aprovisionamiento de CLAC y servicio de conectividad.

b.1) Contadores electrónicos con NB-LoT integrado

En el caso de los contadores con NB-LoT integrado, la fase de licitación de estos productos debe incorporar los requisitos expuestos en el apartado 2.2. y, además, un control específico del subsistema de las comunicaciones. El objetivo es garantizar el funcionamiento de los contadores durante su vida útil de 12 años.

Para ello, se realizan los siguientes ensayos, ref. [1]:

- ✓ Activación manual del ciclo de transmisión de la lectura del contador.
- ✓ Verificación del caso de uso del “perfil de estrés” del contador.
- ✓ Verificación de la autonomía esperada del contador.

Estos ensayos permiten desechar aquellos productos que incumplan las especificaciones técnicas mínimas de comunicaciones, así como valorar aquellos aspectos de mejora que sean de interés como, ref. [1]:

- ✓ Verificación del “perfil de estrés”: si la disponibilidad de lecturas supera el 94%.
- ✓ Verificación de la autonomía esperada del contador: cuando la vida de la batería del contador es superior a 12 años.

Por otro lado, durante la fase de servicio se establece una sistemática de control análoga a la indicada para el control metrológico de los contadores en el apartado 2.2., pero referida a los criterios de conectividad.

En este caso, la duración de la pila de alimentación eléctrica es un aspecto crítico, pues deberán captar lecturas horarias con transmisión diaria durante 12 años.

b.2) Contadores electrónicos sin NB-IoT integrado

En este caso, el control de los contadores es exclusivamente en el ámbito metrológico, tal como se ha expuesto en el apartado 2.2., pues la conectividad para la telelectura de estos viene dada por los módulos concentradores de comunicación.

b.3) Módulos de comunicación CLAC

La exigencia de prestaciones en estos productos se refiere a su capacidad de comunicación (conectividad). En este sentido, en la fase de licitación se realizan los siguientes ensayos, ref. [2]:

- ✓ Activación manual de un ciclo de transmisión y lectura de un bus de contadores.
- ✓ Verificación del caso de uso del “perfil de estrés”.
- ✓ Verificación del desempeño ante degradación de cobertura.
- ✓ Verificación de la autonomía frente a su consumo energético.

En base a estos ensayos se definen criterios excluyentes y criterios valorables para las distintas ofertas presentadas al procedimiento de licitación. Se valora:

- ✓ Verificación del desempeño ante degradación de cobertura: cuando la disponibilidad de lecturas sea superior al 85%.
- ✓ Verificación de la autonomía esperada: cuando la vida de la batería supere un determinado número de años por encima de 6,5.

Por otro lado, durante la fase de servicio, se establece una sistemática de control análoga a la indicada para el control metrológico de los contadores en el apartado 2.2., pero referida a los criterios de conectividad NB-IoT de los CLAC.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Proyecto de Telelectura de contadores en Canal abraza dos objetivos ineludibles:

- Excelencia metrológica, mediante:
 - ✓ Elección del contador adecuado a cada uso y régimen de funcionamiento.
 - ✓ Control metrológico de contadores en las fases de licitación, aprovisionamiento y servicio.
- Solvencia de las comunicaciones, mediante:
 - ✓ Elección de la tecnología IoT más adecuada para la telelectura de contadores.

- ✓ Control del desempeño del subsistema de telelectura, en las fases de licitación, aprovisionamiento y servicio.

Un proyecto de telelectura de contadores adquiere sentido al utilizar la información aportada.

Por ello, el tercer objetivo es el adecuado aprovechamiento de la información. Con la utilización de herramientas de *big-data* e inteligencia artificial se abren nuevas oportunidades.

A modo ilustrativo, se recogen a continuación algunos de los beneficios esperados, ref. [4]:

- ❖ En el ámbito de la gestión del recurso hídrico, el conocimiento de patrones de consumo mucho más detallados permite una mejora de la metodología para la reducción de fugas y fraudes en las redes de distribución, lo que deriva en un aumento de la garantía de suministro y un ahorro del recurso hídrico, con la correspondiente reducción de costes de tratamiento de agua, almacenamiento y distribución, así como, tras su uso, su posterior recogida y depuración, antes de su retorno al medio natural.
- ❖ En el ámbito del usuario, el conocimiento de patrones de consumo más afinados permite una mejora en la detección de consumos anómalos, la detección temprana de fugas en las redes internas, y el control y optimización por parte del cliente de sus propios hábitos de consumo, reduciendo consumos no eficientes. Además, pueden derivarse nuevos servicios de valor añadido tales como avisos de consumo no esperado para detección temprana de ocupación ilegal, seguimiento de personas mayores, ...

Los beneficios derivados de la utilización de la información inciden de forma específica en la sostenibilidad de la gestión del propio ciclo del agua e impactan de forma positiva en otros sectores, como el energético, al reducir la demanda de energía necesaria para su producción y depuración, lo que conlleva una reducción de los impactos ambientales asociados.

Por tanto, la ligazón entre digitalización y sostenibilidad es directa y el contador es el punto de unión de ambos.

Actualmente, el proyecto de telelectura de Canal se encuentra en su fase inicial de despliegue masivo en campo. Al tratarse de una solución innovadora, ha sido necesario su testeo previo en diferentes ámbitos (definición de la solución técnica, adquisición de productos y servicios, adaptación de los sistemas de información, ...). Ello ha permitido a Canal adquirir conocimiento en esta nueva tecnología, solventar con agilidad las dificultades surgidas y poder corregir errores, previamente a la implantación de la solución en su fase de producción masiva. Aun así, como en todo proyecto de esta envergadura, seguirán surgiendo nuevos retos cada día, como, por ejemplo, la ejecución de la operación de la portabilidad (eSIM) para el cambio de los operadores de comunicaciones que deberá ser efectiva a cinco años vista.

Con el lanzamiento de los primeros expedientes de licitación de contadores y concentradores con NB-IoT, de ref. [1,2], Canal inicia la primera fase de renovación masiva de su parque de contadores e implantación de telelectura, que permitirá la telelectura en 400.000 contadores.

Para completar la renovación de contadores prevista y la implantación de telelectura en el 100% de los usuarios, Canal tiene prevista la publicación de nuevas licitaciones de contadores y concentradores, y espera incorporar aquellas mejoras tecnológicas que hayan surgido desde la publicación de los primeros expedientes en todos los ámbitos del mundo del contador, y muy especialmente en lo relativo a cuestiones de ciberseguridad.

La implantación del sistema de telelectura de contadores en Canal se extiende hasta el año 2026, fecha en la que el 100% de los usuarios dispondrán de contadores de última generación con telelectura, lo que supone cerca de 1,6 millones de contadores y clientes conectados y una

evolución en la forma de relación de Canal con los casi 7 millones de habitantes de la CAM y con la forma de gestionar el propio recurso hídrico. La inversión asociada al proyecto se estima en 200 millones de euros.

4. CONCLUSIONES

La medición de consumos de agua es muy relevante para cualquier gestor del ciclo integral del agua, pues no sólo supone la base de los ingresos que permiten hacer sostenible la prestación de los servicios de abastecimiento y saneamiento, sino que incide de forma directa en sus clientes. Por ello, es primordial una adecuada selección de los contadores y un estricto control metrológico de los mismos durante toda su vida útil.

Como consecuencia de la transformación digital que se está produciendo, el contador ya no puede considerarse sólo un elemento capaz de medir los consumos de agua de manera precisa, sino que al dotarle de conectividad puede proporcionar información sobre dichos consumos casi en tiempo real, lo que le convierte en pieza esencial para una gestión eficaz. Y la metrología es el pilar sobre el que se fundamenta lo demás. Sin una correcta medición no tiene sentido ningún desarrollo o análisis posterior.

El contador de agua “conectado” transmite información de manera eficiente y masiva. Y esto supone un nuevo paradigma en la evolución del contador como elemento vertebrador en la relación de Canal con los usuarios.

La digitalización del contador y su telelectura enlazan de manera directa con la sostenibilidad, permitiendo mejorar la gestión del recurso hídrico al posibilitar la reducción de pérdidas de agua y consumos no eficientes, lo que impacta en una reducción de todos los costes energéticos y ambientales asociados a su producción, transporte y depuración.

El proyecto innovador de telelectura de contadores en Canal de Isabel II supone un referente que impulsa la digitalización global de las operaciones del ciclo integral del agua en el sector.

5. REFERENCIAS

Aquí se catalogarán las referencias a artículos, libros u otros documentos, en la forma:

[1] Canal de Isabel II, Exp. 176/2020, “Suministro de contadores de agua con NB-IoT integrado (calibres 15, 20, 32 y 40 mm) y servicios de telecomunicaciones para su telelectura automática”, Pliegos de condiciones, publicados el 5 de mayo de 2021 en el Portal de la Contratación Pública de la CAM.

[2] Canal de Isabel II, Expediente 162/2020, “Concentradores NB-IOT para contadores de agua UNE 82326:2010 y servicio de telecomunicaciones para su telelectura”, Pliegos de condiciones, publicados el 19 de octubre de 2021 en el Portal de la Contratación Pública de la CAM.

[3] M. H. Vallejo, Artículo en la Revista FuturENVIRO, Nº57: “Telelectura de contadores en Canal de Isabel II: Apostando por el futuro desde el presente”, publicado en febrero 2019.

[4] J. Flores, Artículo en la Revista FuturENVIRO Nº 67: “Canal de Isabel II y Madrid Smart Region: Innovando para los ciudadanos”, publicado en de febrero 2020.

6. AGRADECIMIENTOS

A todo el personal de Canal de Isabel II que está participando en el proyecto de telelectura.