



# La calidad sanitaria del agua de consumo

Anna Gómez-Gutiérrez<sup>a,\*</sup>, Maria Josepa Miralles<sup>b</sup>, Irene Corbella<sup>b</sup>, Soledad García<sup>b</sup>,  
Sonia Navarro<sup>a</sup> y Xavier Llebaria<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Calidad e Intervención Ambiental, Dirección de Protección de la Salud, Agència de Salut Pública de Barcelona, Barcelona, España

<sup>b</sup> Servicio de Salud Ambiental, Subdirección de Protección de la Salud, Secretaría de Salud Pública, Departamento de Salud, Generalitat de Catalunya, Barcelona, España

<sup>c</sup> Coordinación de Salud Pública, Secretaría de Salud Pública, Departamento de Salud, Generalitat de Catalunya, Barcelona, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 11 de febrero de 2016

Aceptado el 18 de abril de 2016

### Palabras clave:

Agua de consumo  
Directiva 98/83/CE  
Normativa europea  
Plomo  
Trihalometanos  
Valores paramétricos

## R E S U M E N

Las normativas en materia de agua de consumo están destinadas a garantizar que la calidad sanitaria del agua es la adecuada para su consumo. En el territorio europeo, la Directiva 98/83/CE actualizó los criterios y los estándares mínimos de calidad a cumplir, y en España se desarrollaron mediante el Real Decreto 140/2003. Este artículo revisa los aspectos más importantes de dicha normativa y su afectación sobre la mejora de la calidad del agua a partir de la información empírica de Cataluña. Las analíticas notificadas en el programa de información SINAC indican que la calidad del agua en Cataluña ha mejorado en los últimos años (de un 88% de boletines con agua apta en 2004 hasta el 95% en 2014). La mejora se atribuye básicamente a los parámetros que caracterizan organolépticamente el agua o monitorizan el funcionamiento del proceso de potabilización. Se comentan también dos experiencias de gestión relacionadas con el cumplimiento del límite de calidad establecido para los trihalometanos y el plomo en el agua distribuida en Barcelona. Finalmente, se presentan algunos retos que, según el criterio de las autoras y el autor, quedan aún pendientes de abordar por la normativa vigente. Es necesario modificar el Anexo I de la Directiva 98/83/CE y adaptarlo a los conocimientos científicos actuales, así como mejorar aspectos relacionados con el acceso a la información por los consumidores. También deberían armonizarse ciertos aspectos que no están convenientemente resueltos, como los criterios aplicables a los productos y materiales en contacto con el agua de consumo y los equipos de acondicionamiento doméstico.

© 2016 SESPAS. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Drinking water quality and safety

### A B S T R A C T

The purpose of drinking water legislation is to guarantee the quality and safety of water intended for human consumption. In the European Union, Directive 98/83/EC updated the essential and binding quality criteria and standards, incorporated into Spanish national legislation by Royal Decree 140/2003. This article reviews the main characteristics of the aforementioned drinking water legislation and its impact on the improvement of water quality against empirical data from Catalonia. Analytical data reported in the Spanish national information system (SINAC) indicate that water quality in Catalonia has improved in recent years (from 88% of analytical reports in 2004 finding drinking water to be suitable for human consumption, compared to 95% in 2014). The improvement is fundamentally attributed to parameters concerning the organoleptic characteristics of water and parameters related to the monitoring of the drinking water treatment process. Two management experiences concerning compliance with quality standards for trihalomethanes and lead in Barcelona's water supply are also discussed. Finally, this paper presents some challenges that, in the opinion of the authors, still need to be incorporated into drinking water legislation. It is necessary to update Annex I of Directive 98/83/EC to integrate current scientific knowledge, as well as to improve consumer access to water quality data. Furthermore, a need to define common criteria for some non-resolved topics, such as products and materials in contact with drinking water and domestic conditioning equipment, has also been identified.

© 2016 SESPAS. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Keywords:

Drinking water  
Directive 98/83/EC  
EU legislation  
Lead  
Trihalomethanes  
Parametric values

## Introducción

El acceso al agua con garantías sanitarias es un tema crucial en salud pública. Una encuesta promovida por el *British Medical Journal* en 2007 reconoció el saneamiento y la higienización del agua de consumo como el mayor hito de la historia de la medicina desde

\* Autora para correspondencia.

Correo electrónico: [agomez@aspb.cat](mailto:agomez@aspb.cat) (A. Gómez-Gutiérrez).

1840<sup>1</sup>. La garantía sanitaria y la aptitud para el consumo implican que el agua está libre de cualquier contaminante perjudicial para la salud, y hacen necesaria una protección legal desde el punto de captación del recurso hasta que el agua es suministrada a los consumidores. La Organización Mundial de la Salud (OMS) publica periódicamente las guías de calidad del agua de consumo con valores guía para diversas sustancias con el objetivo de proteger la salud de la población<sup>2</sup>. Estas guías son una orientación fundamental para el desarrollo de las normativas internas de cada país. En el caso de la Unión Europea, actualmente está en vigor la Directiva 98/83/CE que fija normas de calidad según las recomendaciones de la OMS. En España, la Directiva 98/83/CE se transpuso mediante el Real Decreto 140/2003.

El agua destinada al consumo se capta en los recursos existentes de agua subterránea o superficial de acuerdo con los criterios de calidad establecidos por los organismos de cuenca según la Ley de Aguas y la normativa derivada. Tal como establece el RD 140/2003, los procesos de tratamiento permiten la potabilización, y los programas de vigilancia y control guían todas las actividades destinadas a garantizar la calidad final del agua servida. Las actividades de la administración sanitaria incluyen la inspección, la emisión de informes vinculantes para nuevos abastecimientos e instalaciones, y la comprobación analítica. Esta normativa también fija los requisitos a aplicar por los gestores de los abastecimientos, que centran un gran esfuerzo en las analíticas de verificación. Sin embargo, el conocimiento actual indica que la gestión preventiva de los abastecimientos basada en el análisis del riesgo (planes de seguridad del agua) es una herramienta muy eficaz para anticiparse a los problemas. En este sentido, la OMS ha elaborado diversas guías sobre la aplicación de los planes de seguridad del agua, y los considera cruciales<sup>2,3</sup>.

Los objetivos de este trabajo son revisar los aspectos más importantes de la normativa europea y española sobre el agua de consumo y analizar la afectación de esta normativa en la mejora de la calidad del agua servida. Para documentar esta afectación se aportan datos y ejemplos de algunas experiencias de gestión realizadas en Cataluña. Finalmente, también se analizan los principales retos que, según el criterio de las autoras y el autor, quedan pendientes de abordar.

## La legislación europea y española sobre el agua de consumo

La Directiva 98/83/CE, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, adaptó la normativa previa (Directiva 80/778/ECC) al progreso científico y técnico. Supuso una simplificación del número total de parámetros regulados, pero estableció valores paramétricos (VP) más restrictivos para determinados parámetros e introdujo algunas sustancias nuevas (tabla 1). Entre los objetivos de la Directiva 98/83/CE se encontraban la reducción de las obligaciones de monitorización, la mejora de la información al consumidor y la flexibilidad de adaptación de los Estados. En España, la Directiva 98/83/CE se incorporó al ordenamiento jurídico con notable retraso, en el año 2003, mediante el Real Decreto 140/2003. Hasta la entrada en vigor de esta normativa, compuestos como los trihalometanos (THM) no estaban regulados en España a pesar de que ya se conocía que planteaban riesgos para la salud<sup>4</sup>.

Posteriormente, en 2013 se adoptó la Directiva 2013/51/EURATOM, por la que se establecen requisitos para la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas destinadas al consumo humano. En España, el proyecto de Real Decreto para su transposición se encuentra pendiente de aprobación<sup>5</sup>. Aunque la Directiva 98/83/CE ya fijaba parámetros relativos a sustancias radiactivas y valores límite, existía una indefinición en cuanto a su medida. La publicación de la Directiva EURATOM precisa los VP, las frecuencias de control y los métodos

de análisis. También añade el parámetro «radón» a la lista de sustancias a controlar. Por otro lado, recientemente se ha aprobado la nueva Directiva (UE) 2015/1787 que modifica los Anexos II y III de la Directiva 98/83/CE e introduce el enfoque de los planes de seguridad del agua. La nueva normativa muestra mayor flexibilidad en la lista de parámetros a analizar y en las frecuencias de análisis, basándose en los resultados de la evaluación del riesgo. Armoniza también diversos aspectos del muestreo (p. ej., metales en el grifo del consumidor), especifica varias normas EN ISO respecto a los métodos de análisis e introduce requisitos relativos a los límites de cuantificación e incertidumbre analítica.

La entrada en vigor de la Directiva 98/83/CE y su transposición en España provocó cambios y retos para todos los agentes implicados. Aumentar la transparencia y facilitar la información a los consumidores era uno de sus objetivos fundamentales y, en general, de las Directivas europeas que pretenden incrementar la participación de la población en temas de salud ambiental. Como consecuencia, se incrementó el esfuerzo de las administraciones para sintetizar la información y elaborar informes periódicos a disposición de los consumidores. En este sentido, la Comisión Europea publica cada 3 años un informe sobre cumplimiento y calidad del agua en Europa<sup>6</sup>. Por su parte, el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad publica anualmente informes sobre la calidad del agua de consumo en su territorio<sup>7</sup>. Por otro lado, el RD 140/2003 creó un sistema de información, denominado SINAC (Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo), que incorpora información sobre los suministros públicos. La Orden SCO/1591/2005 estructuró este sistema de información, donde los gestores y la autoridad sanitaria introducen los resultados analíticos de sus programas de control, notifican posibles episodios de incumplimientos y documentan su gestión y cierre. El SINAC incorpora un módulo ciudadano donde los consumidores pueden consultar la cualificación del agua de las zonas de su interés<sup>8</sup>. Sin embargo, el acceso a los ciudadanos no permite obtener resultados concretos sobre parámetros de la calidad del agua.

Por otro lado, la restricción en los VP para algunos compuestos y la incorporación de nuevos parámetros (tabla 1) también provocaron esfuerzos de adaptación y gestión. Por ejemplo, son destacables las acciones realizadas en el caso del arsénico en algunas zonas de España donde las aguas subterráneas contienen altas concentraciones de este metal<sup>9,10</sup>. El cumplimiento del VP para los THM requirió también esfuerzos e inversiones en parte del arco mediterráneo, donde los recursos hídricos son escasos y las aguas superficiales utilizadas como recurso sufren un gran impacto industrial y urbano<sup>11,12</sup>. La restricción del VP de plomo introdujo una gran dificultad para su cumplimiento, ya que multitud de fincas antiguas todavía disponen de tuberías de plomo en las instalaciones internas<sup>13</sup>. Estas experiencias constituyen ejemplos claros del impacto de la normativa sanitaria en la mejora de la calidad del agua. En las secciones siguientes se analizará este impacto en el caso de Cataluña y se comentarán algunas experiencias de la gestión aplicada en el municipio de Barcelona.

## Impacto de la Directiva 98/83/CE y del RD 140/2003 sobre la calidad del agua

En la figura 1 se muestran los boletines de análisis notificados en Cataluña en el programa SINAC durante el periodo 2003-2014. Se observa la tendencia creciente del número de boletines introducidos desde la entrada en vigor del RD 140/2003 en 2003 hasta el año 2011. En 2012-2014 se detecta una estabilización, con más de 18.000 boletines anuales.

La figura 1 muestra el porcentaje de boletines según la calificación del agua (apta, apta con no conformidad y no apta). El SINAC califica el agua como apta para el consumo cuando no contiene

**Tabla 1**

Modificaciones de los valores paramétricos para los parámetros de obligatorio cumplimiento (partes A y B del Anexo I) de la Directiva 98/83/CE respecto a la normativa previa (Directiva 80/778/CEE)

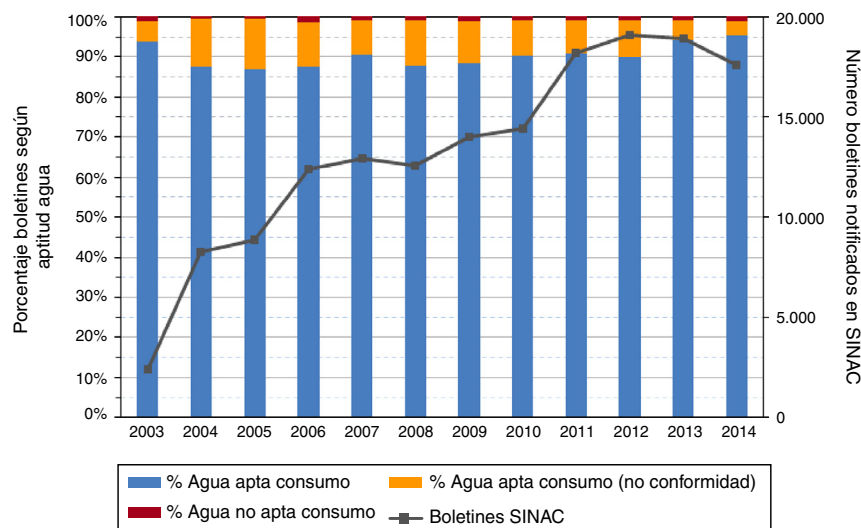
Parámetro	Valor paramétrico (Directiva 98/83/CE)	Concentración máxima admisible (Directiva 80/778/CEE)
<b>Parte A. Parámetros microbiológicos</b>		
<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/100 ml	-
Enterococos	0 UFC/100 ml	-
<b>Parte B. Parámetros químicos</b>		
Acrilamida	0,1 µg/l	-
Antimonio	5,0 µg/l	10 µg/l
Arsénico	10 µg/l	50 µg/l
Benceno	1,0 µg/l	-
Benzo(a)pireno	0,01 µg/l	-
Boro	1,0 mg/l	-
Bromato	10 µg/l	-
Cobre	2,0 mg/l	-
1,2-dicloroetano	3,0 µg/l	-
Epiclorhidrina	0,10 µg/l	-
Plomo	10 µg/l	50 µg/l
Níquel	20 µg/l	50 µg/l
Nitrito	0,5 mg/l en red de distribución 0,1 mg/l a la salida de las instalaciones de tratamiento	0,1 mg/l
Hidrocarburos policíclicos aromáticos	0,1 µg/l (suma de benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(ghi)perileno e indeno(1,2,3-cd)pireno)	0,2 µg/l (suma de fluoranteno, benzo 3,4 fluoranteno, benzo 11,12 fluoranteno, benzo 3,4 pireno, benzo 1,12 perileno e indeno(1,2,3-ed)pireno)
Tetracloroetano y tricloroetano	10 µg/l	-
Total trihalometanos	100 µg/l	-
Cloruro de vinilo	0,50 µg/l	-

UFC: unidades formadoras de colonias.

ningún microorganismo, parásito ni sustancia en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana y cumple con los VP especificados en las partes A, B, C y D del Anexo I del RD 140/2003. Califica el agua como apta para el consumo con no conformidad cuando cumple lo anterior, excepto la parte C del Anexo I hasta ciertos valores límite consensuados<sup>14</sup>. Finalmente, el agua es no apta para el consumo cuando no cumple uno o varios de los VP especificados en las partes A, B y D del Anexo I, o iguala o supera los valores consensuados. El porcentaje de boletines con agua apta para el consumo ha ido aumentando desde 2004 (88% del total) hasta 2014 (95%). Este aumento está básicamente causado por la disminución del porcentaje de boletines con agua apta para el consumo con no conformidad, que en 2014 se situó en el 4% del

total en comparación con el 8-13% para el periodo 2004-2012. En cambio, no se observan diferencias en los porcentajes de boletines con agua no apta para el consumo ( $\approx 1\%$  para todo el periodo). Así, podemos concluir que el grado de cumplimiento en el año 2003 ya era alto ( $\approx 99\%$  agua apta, con y sin conformidad), y la mejora observada en los últimos 10 años se ha centrado en los parámetros que caracterizan organolépticamente el agua o monitorizan el proceso de potabilización. Sin embargo, la información disponible para el periodo 2003-2010 puede no ser representativa, ya que el número de boletines disponibles es bastante menor que a partir de 2011.

Los porcentajes de conformidad de los boletines en Cataluña en los años 2013 y 2014 ( $\approx 95\%$  apta,  $\approx 4\%$  apta con no conformidad y  $\approx 1\%$  no apta) son muy similares a los valores reportados



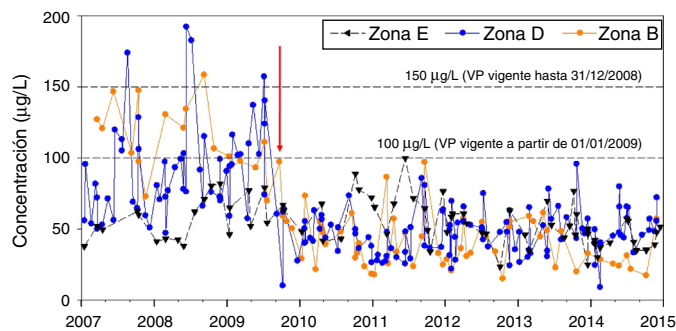
**Figura 1.** Porcentaje de boletines notificados en SINAC (Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo) según la calificación de la aptitud del agua para el consumo humano (agua apta para el consumo, agua apta pero con no conformidad y agua no apta). Se incluye también el número total de boletines notificados en SINAC (eje secundario). Cataluña, 2003-2014. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos del programa SINAC. Se incluyen los boletines notificados por los gestores y por la administración sanitaria en las infraestructuras de potabilización y en la red de distribución (no se incluyen los boletines relativos a las instalaciones interiores).

para el resto de España en 2013 ( $\approx 95\%$  apta,  $\approx 4\%$  apta con no conformidad y  $\approx 0,7\%$  no apta)<sup>15</sup>. En Cataluña, el 1% de los boletines calificados como agua no apta en 2014 es por incumplimiento microbiológico (38% *Clostridium perfringens*, 16% *Escherichia coli* y 2% enterococos). Los parámetros químicos que con más frecuencia causaron incumplimientos fueron los nitratos (23%) y los THM (8%). Los incumplimientos microbiológicos se asocian con incidencias en el proceso de desinfección del agua o con contaminaciones puntuales que suelen resolverse rápidamente. En cambio, los incumplimientos de parámetros químicos suelen asociarse a la calidad de los recursos hídricos. Este es el caso de los nitratos en las aguas subterráneas<sup>16</sup> y de los THM en determinados suministros de Cataluña.

### Trihalometanos en el agua de consumo

Los THM son un grupo de subproductos de la desinfección que se forman durante el proceso de cloración del agua debido a la reacción del cloro con la materia orgánica o los iones bromo/yodo<sup>17</sup>. El cloroformo, el diclorobromometano, el dibromoclorometano y el bromoformo son las especies de THM más abundantes y frecuentes, y las únicas reguladas. Las características del recurso hídrico (p. ej., materia orgánica, bromuros, pH) y del proceso de desinfección (p. ej., tipo de desinfectante, dosis de cloro, tiempo de contacto, temperatura) determinan las concentraciones finales de THM en el agua potabilizada<sup>18</sup>. La exposición a los THM se ha asociado con diversos efectos adversos para la salud<sup>2,19</sup>, y la Directiva 98/83/CE fijó la concentración máxima en 100  $\mu\text{g/l}$ . En España estuvo vigente un VP de transición de 150  $\mu\text{g/l}$  desde 2003 hasta 2009, cuando entró en vigor el VP de 100  $\mu\text{g/l}$ .

El agua de consumo del área metropolitana de Barcelona procede mayoritariamente de recursos superficiales de las cuencas hidrográficas de los ríos Llobregat y Ter. En la ciudad de Barcelona, el suministro público se divide geográficamente en tres zonas: zona B (origen Llobregat,  $\approx 20\%$  de consumo anual), zona E (origen Ter,  $\approx 10\%$ ) y zona D (mezcla de los dos orígenes,  $\approx 70\%$ )<sup>20</sup>. Las concentraciones de THM del agua del Llobregat (zona B) han sido históricamente más altas que en el agua del Ter (zona E) (fig. 2). En el caso de la zona D (mezcla), los valores son intermedios según el predominio de un origen u otro. El Llobregat es un río muy impactado por las actividades industriales y urbanas, y contiene una alta salinidad y un gran contenido en iones bromuro debido a la fuerte actividad minera desarrollada en su curso<sup>21</sup>. Los iones bromuro, junto con la presencia de materia orgánica en sus aguas, provocan un elevado potencial de formación de THM, en especial de las especies con bromo (p. ej., bromoformo)<sup>22</sup>.



**Figura 2.** Concentraciones totales de trihalometanos en la red de distribución de Barcelona (zonas B, D y E). Barcelona, 2007–2014. La línea roja marca la entrada en funcionamiento de las mejoras tecnológicas en las potabilizadoras del agua del Llobregat. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Programa de Autocontrol de Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana del Cicle Integral del Aigua (gestora del abastecimiento) y del Programa de vigilancia de la Agència de Salut Pública de Barcelona.

En un escenario de concentraciones próximas a los 150  $\mu\text{g/l}$ , e incluso ocasionalmente superiores (fig. 2), la restricción normativa a 100  $\mu\text{g/l}$  supuso un verdadero reto de adaptación. Debido a la escasez de recursos hídricos alternativos se optó por eliminar los precursores de THM en el tratamiento<sup>23</sup> y dotar de mejoras tecnológicas a las estaciones de tratamiento de aguas potables del río Llobregat (electrodialísis reversible y membranas de ultrafiltración y ósmosis inversa)<sup>11,12</sup>. La entrada en funcionamiento de estas mejoras en el tercer trimestre de 2009 supuso una disminución de las concentraciones medias y máximas de THM en el agua de las zonas Llobregat, y posibilitó el cumplimiento normativo (zonas B y D) (fig. 2).

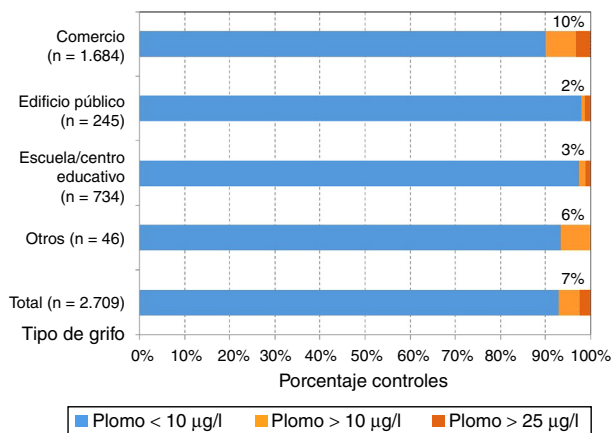
### El plomo en las instalaciones interiores

El plomo es un metal tóxico que provoca efectos negativos sobre la salud, sobre todo en poblaciones sensibles como los niños y las mujeres embarazadas<sup>24,25</sup>. El plomo se incorpora en el agua debido a la corrosión de los materiales que lo contienen (básicamente tuberías). Fue muy utilizado en fontanería hasta los años ochenta y todavía está muy presente en muchas viviendas y edificios antiguos (en torno al 25% de las viviendas europeas)<sup>26</sup>. En España se detectó una acumulación de casos de saturnismo en dos poblaciones de Extremadura en el año 1999 debidos a la exposición al plomo de la conducciones internas de las viviendas<sup>27</sup>. La Directiva 98/83/CE redujo el VP para el plomo (de 50  $\mu\text{g/l}$  a 10  $\mu\text{g/l}$ ) (tabla 1). En España, estuvo vigente un VP transitorio de 50  $\mu\text{g/l}$  en 2003, una reducción a 25  $\mu\text{g/l}$  a partir de 2004 y finalmente, en 2014, se adoptó el VP de 10  $\mu\text{g/l}$ .

Según el RD 140/2003, los municipios deben controlar la calidad del agua en el grifo de los consumidores (a partir de la instalación interior). En Cataluña, el número de municipios que realizan el control en el grifo e introducen los datos en el programa SINAC ha aumentado de 7 municipios en 2007 a 184 en 2014<sup>8</sup>. En el periodo 2004–2014, la Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) programó 2709 controles en el grifo. Las muestras se recogieron sin dejar correr el agua en cualquier momento del día<sup>28</sup> y se analizaron en el laboratorio de la ASPB mediante la técnica analítica de plasma acoplado inductivamente y la detección por espectrometría de masas. Los muestreos se centraron en comercios (62%), edificios públicos (9%), escuelas/centros educativos (27%) y otros establecimientos (2%). En el 7% del total de los controles, la concentración de plomo fue superior al VP de 10  $\mu\text{g/l}$  (fig. 3). El porcentaje de incumplimiento por plomo es superior al reportado en otras zonas de España ( $<2\%$ )<sup>29</sup>, debido a que se muestrearon preferiblemente edificios contruidos antes de 1980. Estos incumplimientos fueron más frecuentes en los comercios (10%) que en las escuelas/centros educativos (3%) y los edificios públicos (2%). Es frecuente que los comercios no consuman agua del grifo y los propietarios acaben desestimando sustituir las tuberías de plomo. A partir de 2011 se inició una campaña informativa para fomentar la solicitud ciudadana de este servicio (287 controles en 2011–2014)<sup>30</sup>. Esta iniciativa permitió aumentar la cantidad de controles en viviendas en un 20–60% durante el periodo 2011–2014 respecto a años anteriores. El porcentaje de incumplimientos por plomo en el servicio de solicitud ciudadana fue del 19%, mucho mayor que en los controles programados (7%) (fig. 3). Frecuentemente los ciudadanos solicitan este servicio cuando conocen o sospechan que existen tuberías de plomo en sus viviendas.

La detección de incumplimientos por plomo en los grifos obliga a calificar el agua suministrada como no apta para el consumo, y a iniciar diversas acciones destinadas a informar a los ciudadanos. En el caso de actividades comerciales, se emiten requerimientos sanitarios y se siguen hasta la corrección (fig. 4). La vigilancia del



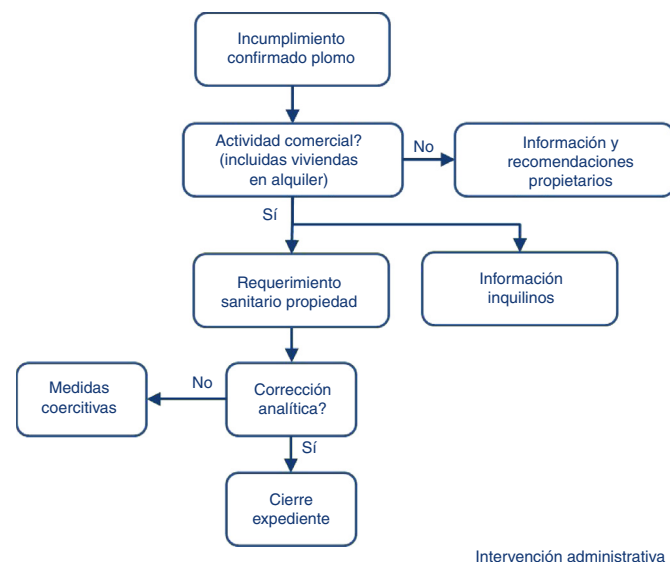


**Figura 3.** Porcentaje de controles de cada tipo de grifo muestreado que exceden el valor paramétrico actualmente vigente para el plomo (10 µg/l) y el vigente hasta el 31/12/2013 (25 µg/l). Barcelona, 2004-2014. Se detalla el número de muestras (n) para cada tipo de grifo. Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Programa de control de la calidad del agua en el grifo del consumidor desarrollado por la Agència de Salut Pública de Barcelona.

plomo en los grifos ciudadanos no sólo implica el esfuerzo de las administraciones locales, sino también el de los propietarios individuales, quienes finalmente son los responsables del cambio de la instalación.

### Conclusiones y retos pendientes

La implantación de la Directiva 98/83/CE ha obligado a los agentes implicados a introducir alternativas de gestión viables para dar cumplimiento a la reducción de los estándares de calidad para algunos contaminantes (p. ej., arsénico, plomo), y la introducción de otros que hasta el momento no estaban regulados en España (p. ej., THM). En este sentido, la regulación europea establece el marco ideal para vencer las resistencias a la regulación de parámetros que pueden ser controvertidos debido a la dificultad de cumplimiento de los límites de protección, y permite el progreso en países donde las consideraciones de coste y oportunidad pueden retrasar las regulaciones favorables a la salud pública.



**Figura 4.** Esquema de la gestión de los incumplimientos por plomo en la vigilancia de la calidad del agua en los grifos de los consumidores. Fuente: Agència de Salut Pública de Barcelona.

La implantación del RD 140/2003 en Cataluña posibilitó una mejora general de la calidad del agua, con especial incidencia en las características organolépticas. Esta normativa fue crucial para mejorar la gestión de los suministros e incrementar su control, aunque provocó un esfuerzo de adaptación de todos los agentes implicados. En el caso de la ciudad de Barcelona, son remarcables las medidas adoptadas para dar cumplimiento al VP de THM y para vigilar y controlar las concentraciones de plomo en los grifos ciudadanos. Sin embargo, existen todavía muchas mejoras a introducir en el ámbito del acceso ciudadano a los datos. Por ejemplo, el programa SINAC no garantiza que las personas puedan obtener resultados sobre parámetros concretos en los suministros de su interés.

A pesar de las mejoras conseguidas, la normativa actual necesita adaptarse a los conocimientos científicos más recientes, en especial para los parámetros que pueden afectar a la salud. Todavía queda pendiente la actualización del Anexo I de la Directiva 98/83/CE sobre parámetros y VP. La modificación de este Anexo es crucial para incorporar los valores de referencia de las nuevas guías de la OMS de 2011. Sería importante que esta revisión incorporara compuestos como los cloritos y los cloratos, que actualmente ya están regulados en los Estados Unidos<sup>31</sup>, e incorporados en las guías de la OMS<sup>2</sup>. Sería también necesario introducir límites de calidad para nuevos subproductos de la desinfección no regulados, pero de interés debido a su actividad genotóxica, como la 3-cloro-4-(diclorometil)-5-hidroxi-2(5H)-furanona, los trihalometanos iodados y las nitrosaminas<sup>32</sup>. Respecto a los plaguicidas, la normativa actual fija un valor límite para la suma total (0,5 µg/l) que provoca indeterminación respecto a qué compuestos se consideran en esta suma. También especifica un VP genérico aplicable a todos los plaguicidas individuales (0,1 µg/l), pero es necesario especificar límites individuales para cada uno de ellos en función de su toxicidad<sup>2</sup>. Por otro lado, existen evidencias científicas que indican que es necesario valorar la inclusión de nuevos contaminantes como el uranio, algunos disruptores endocrinos y otros contaminantes emergentes<sup>33,34</sup>.

Por otro lado, el marco normativo europeo tiene todavía pendiente la creación de escenarios europeos armonizados para valorar y aprobar los productos y materiales en contacto con el agua (p. ej., el PVC), así como los equipos domésticos de acondicionamiento del agua. El contacto con estos materiales y productos puede producir la migración de componentes indeseados al agua de consumo<sup>35</sup>. No existe una normativa europea que regule el tipo de pruebas y certificaciones aplicables a estos materiales y productos, y muchos países han desarrollado de manera independiente sus propios esquemas de valoración y aprobación<sup>36</sup>. Finalmente, aunque la Directiva UE 2015/1787 introduce el concepto de los planes de seguridad del agua, queda pendiente detallar los requisitos necesarios para la aplicación y la auditoría de estos sistemas con el objetivo de que sean efectivos. También existe la necesidad de armonizar la legislación de aguas de consumo con la Directiva Marco del agua (Directiva 2000/60/CE) y sus actualizaciones, sobre todo en relación con los contaminantes que se consideran prioritarios.

### Editora responsable del artículo

Carmen Vives-Cases.

### Financiación

Ninguna.

### Puntos clave

Las autoras y el autor presentan las recomendaciones siguientes:

- La transparencia y la información pública son elementos cruciales de la gestión de la calidad del agua de consumo. Por este motivo, los sistemas de información deben garantizar el acceso de la ciudadanía y de los grupos de interés a todos los datos relevantes sobre la calidad del agua.
- La normativa europea y española sobre aguas de consumo necesita una actualización en el ámbito de los parámetros con implicaciones en salud y en la concreción de los planes de seguridad del agua. En general, el marco normativo debería ser más dinámico para dar respuesta al progreso científico y técnico, así como a la realidad social.
- Sería importante que aspectos como los productos y materiales en contacto con el agua de consumo y los equipos de acondicionamiento domésticos se regularan con unos criterios europeos de actuación armonizados, y que vayan más allá de las sistemáticas propias de cada país.
- El marco normativo europeo debe continuar actuando como estimulador de la mejora en la gestión y el control de los riesgos ambientales para la salud pública. Las organizaciones profesionales, científicas y otros grupos de interés tienen un papel clave en el fomento de las mejoras normativas en este ámbito.

### Contribuciones de autoría

Todas las personas firmantes participaron en el diseño del manuscrito. A. Gómez-Gutiérrez escribió la primera versión, que se revisó, discutió y modificó con las aportaciones del resto de autores/as, y todos/as han leído y aprobado la versión final.

### Conflictos de intereses

Ninguno.

### Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de M. Vendrell, J. Calderón y F. Centrich, del Laboratorio de la Agència de Salut Pública de Barcelona, por la determinación de THM y plomo en las muestras de los programas de vigilancia en la ciudad de Barcelona. Agradecemos también la colaboración de M. Paraira, J. Martín-Alonso y V. García, de Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana del Cicle de l'Aigua, por facilitar las concentraciones de THM en la red de distribución de Barcelona.

### Bibliografía

- Ferriman A. BMJ readers choose the sanitary revolution as greatest medical advance since 1840. *BMJ*. 2007;334:111.
- WHO. Guidelines for drinking-water quality. 4th ed. Switzerland: World Health Organization; 2011. p. 564.
- WHO. Water safety plans. Managing drinking-water quality from catchment to consumer. Switzerland: World Health Organization; 2005. p. 235.
- Villanueva CM, Kogevinas M, Grimalt JO. Cloración del agua potable en España y cáncer de vejiga. *Gac Sanit*. 2001;15:48–53.
- Proyecto de Real Decreto sobre la protección sanitaria de la población con respecto a las sustancias radiactivas en las aguas de consumo humano. (Consultado el 03/12/2015.) Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/normativa/docs/Rdractividadaguasconsumo.pdf>
- European Commission. Environment drinking water. (Consultado el 08/02/2016.) Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/reporting\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/reporting_en.html)
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (Consultado el 08/02/2016.) Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/saludAmbLaboral/calidadAguas/publicaciones.htm>
- Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (Consultado el 08/02/2016.) Disponible en: <http://sinac.msc.es/SinacV2/>
- Sanz NA, Díez MP, De Miguel AA, et al. Arsenic levels in drinking water supplies from underground sources in the Autonomous Community of Madrid. *Rev Esp Salud Publica*. 2001;75:421–32.
- García-Villanova RJ, Rodríguez Torrero P, Toruño Fonseca I, et al. Arsenic in ground drinking water. The regional monitoring plan of Castilla y León (Spain). *Journal European d'Hydrologie*. 2005;36:107–17.
- Valero F, Barceló A, Medina ME, et al. Barcelona, three years of experience in brackish water desalination using EDR to improve quality. New O&M procedures to reduce low-value work and increase productivity. *Desalination Water Treat*. 2013;51:1137–42.
- Raich-Montiu J, Barios J, García V, et al. Integrating membrane technologies and blending options in water production and distribution systems to improve organoleptic properties. The case of the Barcelona Metropolitan Area. *J Clean Prod*. 2014;69:250–9.
- Postawa A. Problems with meeting new (10 µ/L) standard for lead in drinking water: polish perspectives. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*. 2015;64:85.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. Desarrollo del artículo 27.7 del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero. Documento consensado con las CCAA y aprobado el 9 de marzo de 2005. Madrid; 2005. 12 p.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Calidad del agua de consumo humano en España. Informe técnico. Madrid; 2014. 435 p.
- Menció A, Mas-Pla J, Otero N, et al. Nitrate pollution of groundwater; all right, but nothing else? *Science of the Total Environment*. 2016;539:241–51.
- Rook JJ. Formation of haloforms during chlorination of natural waters. *Water Treatment Examination*. 1974;23:234–43.
- García-Villanova RJ, García C, Alfonso Gómez J, et al. Formation, evolution and modeling of trihalomethanes in the drinking water of a town: I. At the municipal treatment utilities. *Water Res*. 1997;31:1299–308.
- Cabeza JM, Espinosa E, Villanueva F, et al. Lead and zinc protoporphyrin in the blood of a rural child population in Asturias, Spain. *Sci Total Environ*. 1991;107:91–8.
- AGBAR. Protocol d'autocontrol de l'abastament d'aigües de Barcelona, segons el Reial Decret 140/2003. Aigües de Barcelona, Empresa Metropolitana del Cicle Integral de l'Aigua; 2014.
- Martín-Alonso J. Managing resources in a European semi-arid environment: combined use of surface and groundwater for drinking water production in the Barcelona Metropolitan Area. En: Hubbs SA, editor. *Riverbank filtration hydrology impacts on system capacity and water quality: NATO Science Series. IV. Earth and Environmental Sciences*; 2006. p. 281–98.
- Ventura F, Rivera J. Factors influencing the high content of brominated trihalomethanes in Barcelona's water supply (Spain). *Bull Environ Contam Toxicol*. 1985;35:73–81.
- Astillero MJ, Cambra K, García R, et al. Contaminantes procedentes del tratamiento de las aguas de consumo en la Comunidad Autónoma del País Vasco: evaluación del riesgo y las alternativas de tratamiento. Investigación Comisionada, Departamento de Sanidad y Consumo, Gobierno Vasco. Informe num. Osteba D-12-01; 2012. 104 p.
- Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, et al. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect*. 2005;113:894–9.
- Lockitch G. Perspectives on lead toxicity. *Clin Biochem*. 1993;26:371–81.
- Hayes CR, Skubala ND. Is there still a problem with lead in drinking water in the European Union? *Journal of Water and Health*. 2009;7:569–80.
- García P. Acumulación de casos de saturnismo en dos poblaciones de Extremadura. *Revista de Administración Sanitaria Siglo XXI*. 2010;08:465–80.
- Van den Hoven TJL, Buijs PJ, Jackson PJ, et al. Developing a new protocol for the monitoring of lead in drinking water, EUR 19087. Brussels: European Commission; 1999. p. 158.
- Ettxabe IZ, Cotin KC, Olalde CO, et al. Cesión de plomo y otros metales desde las tuberías al agua de consumo en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Gac Sanit*. 2010;24:460–5.
- Gómez-Gutiérrez A, Navarro S, Masdeu J, et al. La qualitat sanitària de l'aigua de consum humà a Barcelona. Barcelona: Agència de Salut Pública de Barcelona; 2011. p. 36.
- United States Environmental Protection Agency. Drinking water contaminants – standards and regulations. (Consultado el 08/02/2016.) Disponible en: <http://www2.epa.gov/dwstandardsregulations>
- Richardson SD, Plewa MJ, Wagner ED, et al. Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products in drinking water: a review and roadmap for research. *Mutat Res*. 2007;636:178–242.
- Armiento G, Angelone M, de Cassan M, et al. Uranium natural levels in water and soils: assessment of the Italian situation in relation to quality standards for drinking water. *Rendiconti Lincei*. 2015;27:39–50.
- Gee RH, Rockett LS, Rumsby PC. Considerations of endocrine disruptors in drinking water. En: Darbre PD, editor. *Endocrine Disruption and Human Health*. 2015. p. 319–41.
- Skjervek I, Due A, Gjerstad KO, et al. Volatile organic components migrating from plastic pipes (HDPE, PEX and PVC) into drinking water. *Water Res*. 2003;37:1912–20.
- Hegarty B. Approval testing of membrane filtration systems for effects of materials on water quality. *Filtr Separat*. 1999;36:20–2.