

Reglamentación de aguas potables (II)

Tratamiento, suministro y vigilancia de aguas potables de consumo público

COMO es sabido, el abastecimiento de aguas potables comprende tres fases fundamentales: captación, tratamiento y distribución. Asimismo, el mantenimiento de la calidad exigible de potabilidad necesita el control de los caracteres del agua y, por tanto, de su vigilancia y de las acciones de corrección pertinentes, mediante el sistema de potabilización previsto o/a prever.

En un artículo anterior («Reglamentación de Aguas Potables», J. Cabo y otros, MAPFRE SEGURIDAD (16, 4.º Trimestre) se examinó la normativa vigente sobre la calidad del agua potable de consumo público, en base a sus caracteres. En éste se recordarán y comentarán las normas técnico-sanitarias que regulan el establecimiento y que funda-

J. CABO RAMON
A. BUSTOS ARAGON
J. M. COLMENAREJO MORCILLO
CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL AGUA (C. S. I. C.)

mentalmente están recogidas en dos disposiciones:

- Real Decreto 1423/1982, de 18 de junio («B. O. E.» del 29 de junio de 1982), «Reglamentación Técnica-Sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público».
- Resolución, complementaria del anterior, de 23 de abril de 1984 («B. O. E.» del 9 de mayo de 1984), «Lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos».

El Real Decreto regula mediante:

El Título IV, las características generales que deben cumplimentar los abastecimientos.

El Título V, los productos a utilizar en el tratamiento o sistema de potabilización, haciendo referencia a una lista de aditivos posibles, y sus proporciones aprobada por las autoridades sanitarias y puesta en vigor por la Resolución mencionada.

El Título VI, los requisitos higiénico-sanitarios de las instalaciones, materiales y personal involucrado en el suministro y distribución de las aguas potables.

El Título VII, la vigilancia de la calidad de agua, basada en los diferentes modelos de análisis a realizar, número de muestras y periodicidad.

Tabla I
ADITIVOS PARA DESINFECCION OXIDACION

Cloro	
Hipoclorito sódico	
Hipoclorito cálcico	30 mg/l
Hipoclorito magnésico	
Clorito sódico	
Amoníaco	0,5 mg/l
Ozono	10 mg/l
Permanganato potásico	2 mg/l
Plata electrolítica	
Sulfato de plata	
Cloruro de plata	0,05 mg/l expresado en Ag
Complejo sódico de cloruro de plata	

El abastecimiento de aguas potables comprende tres fases fundamentales: captación, tratamiento y distribución.

CAPTACION DE AGUAS

Una normativa que regule la localización de la captación de aguas en un abastecimiento debe contemplar:

- Calidad del recurso.
- Recurso disponible.
- Protección del disponible y de su calidad.

Evidentemente, la conjugación de estos datos con los de inversión y costo de explotación debe ayudar a fijar exactamente el lugar de captación, aún a sabiendas de que normalmente la calidad es mayor cuanto más profunda sea la «fuente».

El Código Alimentario Español proponía un orden preferencial de captación (agua de manantiales, pozos, subalveas superficiales) siempre que el caudal, calidad y costo lo permitiese y estuviese asegurado un mecanismo de protección sanitaria. Todo ello más que una norma parecía un consejo. La nueva normativa, sin embargo, es mucho más concreta en cuanto que:

a) *La calidad del agua de captación* considerada desde la vertiente de los caracteres físico-químicos, solamente encuentra una restricción en lo referente a niveles de tóxicos, que deben ser inferiores a los definidos como tolerables; puesto que no existen tecnologías de tratamiento, viables económicamente, capaces de reducirlos a los niveles característicos de potabilidad.

En este mismo sentido, pero en relación con los caracteres micro-

biológicos, se echa en falta una serie de restricciones en la acotación de la calidad del agua de captación, puesto que evidentemente no existen mecanismos implantados a nivel de planta potabilizadora, para eliminar cierto tipo de virus, nematodos y quistes de protozoos, por ejemplo.

b) *El recurso disponible*, queda considerado por las necesidades de suministro que, según el Real Decreto, como mínimo debe ser de 100 l/h.d, lo cual obliga a encontrar una «fuente» (o varias «fuentes» proveedoras, en su caso) que aporte esta dotación, u otras reguladas por disposiciones específicas como las de alojamientos turísticos (Real Decreto 3787/1970, de 19 de diciembre), urbanizaciones, etc., que en muchos casos son competencia de la Administración Local o Autónoma.

c) *Los mecanismos de protección* vienen regulados —pensamos que insuficientemente—, por el artículo 5.º del Título IV donde se dispone: «deberá asegurarse la adecuada protección sanitaria de acuíferos, cauces, cuencas y puntos de captación», que, como se ve, no específica como debe efectuarse esta protección de calidad y cantidad del recurso frente a terceros, o viceversa, por ejemplo.

Otras legislaciones foráneas, en cambio, articulan medidas preventivas, como son, previo un informe geológico del terreno donde está asentada la captación, el establecer un perímetro de protección que prohíba o reglamente nuevas perfo-

raciones, nuevas construcciones, vertido de residuos sólidos, etc. Parece, por otro lado, que la nueva Ley de Aguas considera estos aspectos.

TRATAMIENTO

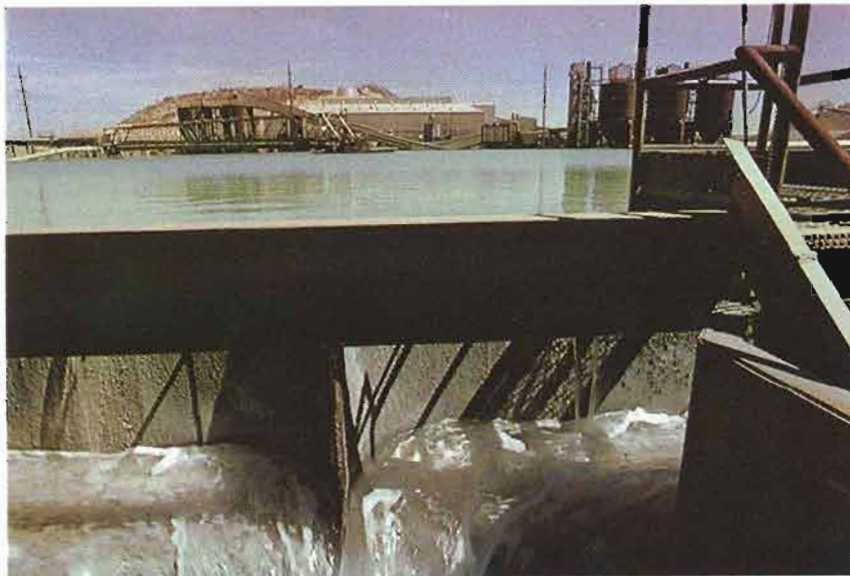
De las operaciones físico-químicas que normalmente se utilizan en la potabilización del agua captada:

- Corrección del pH.
- Coagulación-floculación.
- Sedimentación.
- Filtración.
- Adsorción.
- Desinfección.

Las dos primeras y la última, que generalmente están integradas en el sistema de tratamiento por este orden, requieren el uso de aditivos o coadyuvantes. La regulación de la calidad de las sustancias empleadas y de sus proporciones, viene dado por la Resolución del 23 de abril de 1984 que, por su interés, se reproduce en las diferentes tablas.

En el Anexo 1 se aprueba una lista de aditivos a utilizar en operaciones de Desinfección-Oxidación (tabla 1), Declaración (tabla 2), Corrección del pH y/o Mineralización (tabla 7) y Fluoruración (tabla 3), así como una lista de coadyuvantes para Coagulación-Floculación (tabla 4) y Filtración (tabla 5).

En el Anexo 2 se indican las concentraciones de cloro residual y libre y combinado, que debe tener el agua potable en el grifo del consumidor, en función del pH.



El mantenimiento de la calidad exigible de potabilidad necesita el control de los caracteres del agua y, por tanto, de su vigilancia y de las acciones de corrección pertinentes, mediante el sistema de potabilización previsto o a prever.

La lista de Aditivos nos sugiere los siguientes comentarios:

DESINFECCION-OXIDACION

En este apartado se listan los aditivos susceptibles de ser utilizados en operaciones de desinfección así como las dosis máximas de empleo (tabla 1).

a) Aunque se supone que la dosis máxima de uso de los compuestos de cloro corresponde a 30 mg/l de cloro equivalente, tal como se expresa induce a confusión y puede interpretarse como 30 mg/l de cada uno de los compuestos listados. En definitiva, haría falta completar dicha concentración con la aclaración de «expresado en cloro equivalente».

b) La denominación «complejo sódico de cloruro de plata» es confusa. Evidentemente, se refiere al complejo que forma el cloruro de plata cuando se trata con exceso de cloruro sódico. Por tanto, debía aclararse el término.

c) El artículo 14 del Real Decreto dice: «Queda prohibida la utilización de cualquier sustancia que no reúna las condiciones de pureza exigidas legalmente». Por tanto, era de esperar que en la lista de aditivos se mencionasen los correspondientes grados de pureza, para saber a que atenerse.

DECLORACION

Las dosis máximas de empleo (tabla 2) de los compuestos químicos

utilizados en la decloración deberían fijarse según la concentración de cloro remanente después del proceso de desinfección y teniendo en cuenta la estequiometría de las reacciones entre cloro libre o combinado y los diferentes compuestos utilizados para la decloración.

Así, por ejemplo, en el caso del anhídrido sulfuroso y sulfito sódico (los más empleados), para la eliminación de 1 mg/l de cloro se necesita 0,9 mg/l de SO_2 y 1,78 mg/l de SO_3Na_2 respectivamente. Suponiendo se haya realizado una cloración del agua con dosis próximas a la máxima permisible (30 mg/l) es muy probable que las concentraciones máximas admisibles de anhídrido o de sulfito (sobre todo de éste) no sean suficientes para conseguir una decloración a niveles de cloro permisibles. Estimamos, por tanto, que debían fijarse las concentraciones de los distintos productos usados para eliminar cloro, en función del cloro remanente y teniendo en

cuenta el factor estequiométrico de la reacción: 0,9 mg/l de SO_2 , 1,78 mg/l de SO_3Na_2 , etc., por cada mg/l de cloro.

FLUORURACION

Dos aspectos conviene considerar en este apartado (tabla 3). El primero con relación a la concentración de fluor permisible, considerado en el artículo 3.º (apartado 3.3.2) como componente no deseable y tolerable cuando el nivel es menor de 1,5 mg/l. Pensamos que el fluor en concentraciones convenientes, entre 0,7 mg/l, es deseable sanitariamente, por tanto, no se explica muy bien esta clasificación de «no deseable».

Esta opinión quedaría confirmada en la lista de aditivos donde se impone una concentración de fluoruros, en el grifo del consumidor, entre 0,7-1,2 mg/l, a pesar de que en la norma 3.3.2 del Real Decreto se tolera como no deseable hasta 1,5 mg/l de fluor (en F).

Anhídrido sulfuroso	20 mg/l	En el grifo del consumidor la concentración del SO_3^- no sobrepasará cinco mg/l.
Bisulfito sódico	4 mg/l	
Metabisulfito sódico	3,5 mg/l	
Sulfito sódico	7 mg/l	
Sulfito cálcico	5 mg/l	
Carbón activo	—	

COAGULACION-FLOCULACION

Cuando se hace referencia a los diferentes compuestos orgánicos utilizables como coadyuvantes de coagulación-floculación ácido acético y metacrílico, sus sales sódicas, «ésteres», etc., no se especifican las dosis de empleo. Sería necesario, por otra parte, que a semejanza de como ocurre en otros países, la administración publicara periódicamente la relación de coagulantes-floculantes autorizados, así como sus dosis de empleo admisibles (ver tabla 4).

Filtración

En esta relación se mezclan productos que tienen funciones muy diferentes en el tratamiento del agua. Habría que separar aquellos productos que se utilizan como adsorbentes (por ejemplo, carbón activo) de los que se emplean como cambiadores de iones (tabla 5).

Al final de este apartado (2.2) se indica que la concentración máxima de Na no sobrepasará en ningún caso 175 mg/l, lo cual parece poco coherente, puesto que el sodio no está sujeto a ninguna limitación en el Real Decreto 1423/1982.

Contenido en cloro residual libre y combinado en aguas potables de consumo público

Tal como se expresa la resolución parece obligatoria (artículo 21 del Real Decreto y Anexo 2 de la Resolución), la cloración de estas aguas para mantener unos niveles de cloro permanentes y fijos, independientemente de que se hayan realizado otros tratamientos de desinfección suficiente (tabla 6).

La normativa que impone este apartado (Anexo 2 de la Resolución) es confusa y, tal como está redactada, de difícil cumplimiento. Es posible que en el ánimo del legislador estuviera la idea de imponer límites máximos y mínimos al cloro libre y combinado en el agua del grifo, lo cual sería lógico, pero con la redacción actual es casi imposible garantizar que los niveles de cloro se puedan ajustar a las cifras dadas con tal rigidez, por existir consumos de cloro debidos a reacciones de



Las normas técnico-sanitarias que regulan el abastecimiento están recogidas en dos disposiciones: Real Decreto 1423/1982, de 18 de junio («B. O. E.» del 29 de junio de 1982), «Reglamentación técnica sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público», y la Resolución complementaria del anterior, del 23 de abril de 1984 («B. O. E.» del 9 de mayo de 1984), «Lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos».

Tabla III

ADITIVOS PARA FLUORURACION

Fluoruro sódico
Fluorossilicato sódico
Acido hexafluorosilícico

Las dosis máximas de uso serán tales que la concentración F^- en el agua en el grifo del consumidor esté comprendida entre 0,7 y 1,2 mg/l.

oxidación con productos y compuestos orgánicos e inorgánicos de las conducciones y sedimentos depositados poco a poco en periodos de no circulación del agua.

Pero además, el ANEXO 2 induce también a confusión, pues parece que para un intervalo de pH debe encontrarse cloro libre y combinado, simultáneamente y en proporciones fijas. En cualquier caso el cumplimiento de la norma puede presentar estos inconvenientes:

a) En determinados puntos de la red de distribución, lejanos de los cloradores, puede existir cloro com-

binado sólo, o que el cloro libre tenga concentraciones muy bajas, so pena de que en puntos cercanos a los cloradores, las de cloro total sean más altas de las permitidas por la legislación.

b) El mantenimiento de los niveles de cloro libre obligaría a cloraciones sucesivas al formarse el combinado a lo largo de la red, sin poder controlar la concentración final de éste.

c) El mantenimiento de los niveles de cloro combinado puede obligar a añadir amonio antes de la distribución. Esta acción encierra los siguientes graves problemas:

Tabla IV

COADYUVANTES TECNOLOGICOS PARA COAGULACION DESINFECCION

Sulfato de aluminio	150 mg/l	La concentración de Al en el agua en el grifo del consumidor no sobrepasará 0,2 mg/l.
Aluminio sódico	30 mg/l	
Polihidroxicluro sulfato aluminio	100 mg/l	
Pollhidroxicluro de aluminio ..	100 mg/l	
Sulfato ferroso	100 mg/l	La concentración de Fe en el agua en el grifo del consumidor no sobrepasará 0,2 mg/l
Sulfato férrico	200 mg/l	
Clorosulfato férrico	70 mg/l	
Cloruro férrico	100 mg/l	

Tabla V
COADYUVANTES TECNOLOGICOS PARA FILTRACION

Carbón activo.
Bentonita.
Tierra de infusorios.
Zeolitas.
Silico aluminato sódico.
Resinas de intercambio iónico.

NOTA: En cualquier caso, la composición físico-química del agua dispuesta para el consumo se ajustará a lo dispuesto en la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público, aprobada por Real Decreto 1423/1982, de 18 de junio («Boletín Oficial del Estado» del 29).

La concentración máxima de Na no sobrepasará en ningún caso 175 mg/l.

Tabla VI
CONTENIDO DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y CLORO RESIDUAL COMBINADO EN AGUAS POTABLES DE CONSUMO PUBLICO

En el grifo del consumidor, los contenidos de cloro se ajustarán al siguiente cuadro, de acuerdo con el pH del agua.

pH	Concentración de cloro residual libre en mg/l	Concentración de cloro residual combinado mg/l
De 6,5 a 7,4	0,2	1,0
De 7,0 a 8,0	0,2	1,5
De 8,0 a 9,0	0,4	1,8
De 9,0 a 9,5	0,8	—

— Pueden camuflarse contaminaciones iniciales de origen animal.

— Pueden formarse, por la razón anterior, productos cloro-nitrogenados (teratógenos, carcinogénicos, mutágenos, etc.) de efectos perjudiciales imprevisibles, por desconocimiento de su composición.

En general la utilización del cloro combinado como agente desinfectante tiene la ventaja de ser más persistente en la red, pero también, las desventajas de una menor eficacia bactericida y un peor control de la calidad inicial del agua a desinfectar.

Conviene precisar que la tabla 6. coincide con las recomendaciones de Butterfield, C. T. («Bactericidal properties of free and combined available chlorine». JAWWA, 40: 1305-13 (1948) en cuanto que una existencia de cloro residual (libre o combinado) en una concentración adecuada (las que aparecen en dicha tabla) durante un tiempo de contacto suficiente (diez minutos y sesenta minutos, respectivamente) garantiza razonablemente que el

agua está exenta de bacterias patógenas.

Es decir, entendemos que, según Butterfield (que parece ser la referencia común), en el caso de cloro libre residual, por ejemplo, no sería preciso unas concentraciones de 0,2 mg/l, (para un intervalo de pH entre 7-8, que es el normal) en el agua del grifo del consumidor, sino que bastaría un remanente diferente si esta concentración se detecta en el agua después de un tiempo de contacto superior a diez minutos. Este mismo razonamiento es aplicable a los demás casos.

Por esta razón, y abundando en el mismo tema, la tabla (6) parece demasiado rígida, en cuanto a su cumplimiento y puede ser dotada de una mayor flexibilidad.

Por último, conviene hacer tres observaciones:

1. Dado lo taxativo de la norma, sorprende que permita (s.e.u.o.) dos concentraciones de cloro combinado para el mismo rango de pH. Entre 7-7,4, puede existir 1 ó 1,5 mg/l. Por tanto, es válido una u

otra, para dicho intervalo de pH, por otra parte, muy frecuente en el agua de abastecimiento.

2. En el intervalo de pH entre 6,5-8, el cloro libre residual tiene menor poder bactericida cuanto mayor sea el pH.

3. No tienen en cuenta la temperatura del agua (especialmente las extremas: 5.°C, 10°C, 20°C) que condiciona la concentración bactericida. Por tanto debería indicarse el rango de temperatura válido y el incremento de cloro necesario cuando se sobrepasa ésta.

4. No obstante estas precisiones, la lista de aditivos y coadyuvantes presenta ventajas importantes que no se deben silenciar. Estas son:

- Regula los tratamientos o sistemas de potabilización en sus aspectos más delicados y susceptibles de cometer mayores errores, que son aquéllos en los cuales se añaden reactivos o productos con fines específicos, como los de eliminación total o parcial de sustancias perjudiciales, pero que al mismo tiempo dotan al agua de nuevas características a considerar.
- Da mayor seguridad al técnico encargado de la explotación por conocer exactamente los aditivos, o coadyuvantes, y dosis que puede emplear, así como los controles que deben seguir.
- Es importante, desde el punto de vista sanitario, la norma referente al cloro y su empleo como desinfectante, pues realmente es uno de los nudos gordianos del tratamiento.

Asimismo, se debe señalar que la legislación actual carece de normativa en dos aspectos fundamentales:

1. Analítico, para determinación y control de caracteres fisicoquímicos.
2. En cuanto a enumeración de aditivos, así como de sus dosis y forma de empleo, de aquellas sustancias susceptibles de evitar precipitaciones a lo largo de las conducciones, tal como, por ejemplo, existe en Francia.

SUMINISTRO Y DISTRIBUCION

En el Título VI se regula el suministro y distribución del agua pota-

Tabla VII

ADITIVOS PARA CORRECCION DE PH

	mg/l
Sosa cáustica	100
Carbonato sódico	200
Bicarbonato sódico	200
Cloruro sódico	150
Cal viva (óxido de calcio)	200
Cal apagada (hidróxido de calcio)	200
Carbonato cálcico	300
Cloruro cálcico	120
Sulfato cálcico	140
Magnesia	300
Oxido magnésico	80
Hidróxido magnésico	80
Carbonato magnésico	175
Anhidrido carbónico	50
Acido clorhídrico	25
Acido sulfúrico	30

ble en base a unas disposiciones generales y a unos requisitos higiénico sanitarios, que deben cumplir las instalaciones, materiales y personas empleadas. Así:

1. Según los artículos 15 y 16 del Real Decreto, los Ayuntamientos se convierten en garantes de suministro de agua a los habitantes de su municipio, en los caudales y calidades sanitarias estipulados en este mismo decreto u otras disposiciones de Régimen Local. En virtud de ello, no podrán otorgar licencias de construcción en caso de no garantía. Esta norma, que evidentemente protege al ciudadano, puede tener su contrapartida en una reducción de la oferta de construcción, por ejemplo, de viviendas, si paralelamente la Administración no promueve o estimula la investigación o búsqueda de nuevas fuentes de agua para consumo público.

2. Es evidente que la red de distribución del sistema de abastecimiento ofrece muchas posibilidades para que se altere la calidad del agua, a través de filtraciones, grifos de servicio, válvulas de desagüe y seguridad, interconexiones, retrosfonaje, etc., por lo cual, según la OMS, es necesaria una lista completa de medidas protectoras, que inevitablemente debe incluir:

- Procedimientos o normas de fontanería para instalación de equipo y verificación de su calidad.
- Normas de separación entre conducciones de abastecimiento y alcantarillado.

- Normas de diseño, que eviten conducciones de bajo consumo o puntos muertos, así como presiones negativas.
- Procedimientos correctos para instalar, lavar con agua y desinfectar las tuberías principales, nuevas o reparadas.

Todos estos puntos, y algunos más, son considerados en el Real Decreto (art. 18, 19, 20, 21, 24, 24.1.3, 24.3.1, 24.3.2, etc.) y otros específicos («Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de aguas» Orden 28-7-74. MOPU «B.O.E.» 2-10-74), pero en algunos sin la concreción necesaria y exigible.

Así por ejemplo (como ocurre en otros países) debería regularse

cuando, donde y como debe realizarse la desinfección de una conducción, por resultar un capítulo trascendental en la distribución de agua con garantías sanitarias. Sobre este aspecto recomendamos al lector la revisión de la legislación francesa, o bien las recomendaciones de la OMS.

VIGILANCIA

Sobre este tema, ya se hicieron con anterioridad (MAPFRE SEGURIDAD, 16, cuarto trimestre, pp. 5-12) las reflexiones oportunas.

Unicamente, al objeto de recordar, en el Título VII, siguiendo las recomendaciones de la OMS, se dispone lo siguiente:

El artículo 25.1 regula la periodicidad y número mínimo de tomas de muestras en la entrada de la red de distribución, exigiendo obligatoriamente la determinación diaria del cloro residual.

El artículo 25.2 regula la periodicidad y número mínimo de toma de muestras en la red de distribución.

El artículo 26.1 regula los caracteres a determinar sobre las muestras recogidas, por lo dispuesto en los artículos 25.1 y 25.2 y que se tipifican como análisis mínimo.

Y en el artículo 26.2 se tipifican los análisis normales y completos, en base a los caracteres a determinar, y a realizar sobre muestras recogidas en los puntos de máxima representatividad del abastecimiento y con la frecuencia establecida en el artículo 26.4. ■

