agua fresca
en las
calurosas
noches
de verano

CAPÍTULO 7:
CALIDAD DEL AGUA

1

COMPONENTES DEL GRUPO

Este capítulo se ha elaborado por el siguiente equipo de trabajo:

María José Farré Olalla,(coordinadora), Instituto Catalán de Investigación de Agua, (ICRA).
Pilar Castro Sot, Organisme de Salut Pública de la Diputació de Girona (Dipsalut).
Carmen Devesa Fernández, Clúster de Hábitat Eficiente (AEICE).
Silvia Gómez Montes, Sens Solutions.
Marina Concepción Losada Castro, Grupo ABN.
Miguel Ángel Mena García, Dileka Spain.
Francisco Javier Rodríguez Marrero, FCC Aqualia.

2

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua es el grado en que el agua está limpia y si es adecuada para un propósito particular, como beberla. El agua pura (destilada) es incolora, inolora e insípida y el agua potable contiene sales a concentración permitida que le dan el gusto particular. El gusto de las aguas españolas puede cambiar, ya que el origen de las aguas y el tratamiento de potabilización puede ser muy diferente. Por ejemplo, según la cantidad de sales como de magnesio o calcio, el agua se clasifica como dura o blanda. También si la zona de captación está cerca del mar se habla de aguas salobres por la alta concentración de sal. Además, los tratamientos de potabilización pueden variar hasta ser muy sofisticados incluyendo ozonización o filtración con membranas. A pesar del concepto integral de este término, la calidad del agua a menudo se entiende de manera muy limitada como un conjunto de estándares con los cuales se puede evaluar el cumplimiento normativo, generalmente logrado a través del tratamiento del agua.

Actualmente la calidad del agua se rige por el RD 140/2003, de 7 de febrero, y posteriores modificaciones (RD 314/2016, de 29 de julio, y RD 902/2018, de 20 de julio). Básicamente, según el RD 140/2003, en el grifo del consumidor lo que hay que buscar es amonio, bacterias coliformes y

Escherichia coli, cloro libre residual cuando se utilice para el tratamiento de la potabilidad del agua o sus derivados, subproductos de desinfección (como trihalometanos), conductividad, metales (cobre, cromo, níquel, hierro y plomo, o cualquier otro parámetro si se sospecha que la instalación interior tiene este tipo de material instalado), sabor, olor, color, turbidez y pH. Recientemente se ha aprobado la Directiva (UE) 2020/2184 de 16 de diciembre de 2020, que realiza algunos cambios en parámetros e introduce la búsqueda de nuevos parámetros. Algunos de estos nuevos parámetros son el uranio, subproductos de desinfección (ácidos holoacéticos), ácidos fluoroalquilados, algunos disruptores endocrinos (bisfenol-a y nonifenoles), hormonas (B-estradiol) y microplásticos, así como algún parámetro microbiológico *Legionella y colifagos* (virus) y se implanta otro tipo de controles como el de valoración del riesgo en la distribución doméstica del agua. La Directiva Europea 2184/2020 se deberá implementar en el término de dos años.

La calidad del agua se garantiza en la estación de tratamiento de agua potable (ETAP), ya que hoy en día el 99,5 % del agua distribuida en España cumple con estos estándares. Sin embargo, el suministro de agua (que cumple las normas pertinentes) en los edificios depende generalmente de una instalación de fontanería que no gestiona directamente el proveedor de agua. Se han asociado significativos efectos adversos para la salud debido a la presencia, en edificios públicos y privados, de instalaciones de fontanería inadecuadas debido a su diseño deficiente, instalación incorrecta, alteraciones o mantenimiento inadecuado. Las viviendas en España cuentan con una antigüedad media de 45 años, lo cual afecta a la falta de materiales adecuados, instalaciones interiores obsoletas, falta de documentación sobre su mantenimiento, memoria de calidades, eficiencia energética, independencia de contadores de agua y calefacción, etc. Por lo tanto, es muy importante controlar la calidad del agua sobre todo en viviendas rehabilitadas.

Definiríamos como instalaciones interiores de un edificio el conjunto de tuberías, depósitos, conexiones y aparatos instalados después de la conexión de servicio y la llave de paso correspondiente que enlaza con la red de distribución. Las problemáticas de la instalación interior suelen venir por filtraciones con el saneamiento u otras redes de desagüe (presencia de patógenos) o deterioro de tuberías debido a corrosión o cesión de metales.

Además, hay que tener en cuenta la existencia de depósitos dentro de la instalación, lo que puede provocar problemas para la calidad del agua como son: la acumulación de sedimento (turbidez elevada y color), la contaminación microbiológica o la contaminación química debido a material inapropiado de recubrimiento. Otros posibles problemas que hay que contemplar son los cortes de suministro, bajada de presión, contaminación microbiológica debido al sifonaje, formación de subproductos de la desinfección por re desinfección o por exceso de tiempo de contacto del desinfectante con el agua tratada.

Respecto a los materiales utilizados, estos se deben ajustar al Código Técnico de la Edificación (BOE n.º 74 de 28 marzo 2006), que incluye en el art. 13.4 la exigencia básica HS4. Los materiales de tuberías, accesorios, depósitos y otros elementos que intervienen en la red de fontanería pueden ocasionar concentraciones elevadas de metales pesados en el agua (por ejemplo, en las instalaciones antiguas de plomo), así como el uso de materiales inadecuados puede facilitar la proliferación de bacterias. El CTE en su documento HS4 considera adecuados para las instalaciones de agua potable los siguientes materiales para las tuberías: cobre, acero inoxidable, policloruro de vinilo clorado (PVC-C), policloruro no plastificado (PVC), polietileno (PE), polietileno reticulado (PE-X), polibutileno (PB), polipropileno (PP) y polímero multicapa. Por otro lado, el material aceptado para válvulas y llaves no debe ser incompatible con las tuberías en que se intercalen. Por ejemplo, el cuerpo de la llave o válvula debe ser de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico. Otro parámetro importante es el índice de Langelier, que lleva a problemas de color en el agua por la agresividad en ciertos materiales metálicos. El índice de Langelier es el valor obtenido substrayendo el pH de saturación (pHs) del pH medido en una muestra de agua y está regulado en el RD 140/2003. Este no afecta a la potabilidad, pero sí afecta a las conducciones por la posible agresividad del agua. Deberían definirse mapas de calidad para seleccionar materiales a instalar. Este parámetro es muy importante sobre todo en viviendas de más de 45 años (tuberías de cobre y hierro fundido). Si el parámetro no está apropiadamente ajustado, las tuberías se deberían reemplazar.

2.1 Contaminación microbiológica

El objetivo de los tratamientos físicos y químicos del agua destinada al consumo humano es minimizar los niveles de coliformes totales a menos de 1 coliforme por cada 100 ml. Esta es una prueba que se utiliza de manera complementaria para determinar la calidad bacteriológica de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. El incumplimiento de los límites establecidos puede ocasionar riesgos para la salud a corto plazo.

Los sistemas de distribución de aguas están compuestos por una serie de componentes que no son desinfectados ni esterilizados previamente durante su construcción. Debido a esto, el agua potable no es estéril y puede contener material biológico vivo que puede influir en la calidad del agua en la red de distribución, en caso de que por algún motivo se haya eliminado el cloro a la entrada del edificio. Del mismo modo se debe prestar especial atención a los sistemas de distribución mal diseñados, construidos y operados, ya que la calidad del agua se deteriorará en el sistema de distribución e incluso pueden producirse brotes de enfermedades.

La naturaleza del material biológico en los sistemas de distribución de agua es el resultado de una compleja serie de reacciones físicas, químicas y biológicas. Los organismos vivos y sus nutrientes pueden entrar en el sistema de distribución con el agua bruta durante los procesos de tratamiento o a partir de fuentes como guías, conexiones cruzadas, sifones de retorno y depósitos abiertos. El crecimiento biológico puede producirse en la superficie de la tubería o cerca de ella, en la interfaz de las partículas en suspensión y en el agua.

Debido a la composición del agua y las impurezas que contiene, se pueden ir generando unos depósitos inorgánicos y/u orgánicos en las superficies de las tuberías. Estos depósitos pueden inducir cambios en la calidad del agua, aumentar la corrosión en la superficie y aumentar la resistencia a la fricción del fluido, además de favorecer un crecimiento rápido de colonias de bacterias. Existen diferentes tipos de incrustaciones dependiendo del material y de las reacciones químicas o físicas que ocurren en el agua. En el caso de las incrustaciones biológicas (*biofouling*), los depósitos son debidos a la formación de biopelículas orgánicas (*biofilm*), formadas por microorganismos

y sus productos metabólicos. Las incrustaciones inorgánicas favorecen las orgánicas debido a que proporcionan una cierta rugosidad que facilita la adhesión de los microorganismos. Por lo tanto, el crecimiento microbiano dentro de la biopelícula contribuye al depósito de los sólidos inorgánicos en suspensión. Los materiales de la superficie y la rugosidad de la tubería influyen en la mezcla de las incrustaciones inorgánicas y orgánicas y en los procesos de oxidación. La dureza del agua es otro de los factores importantes para el crecimiento microbiano. Debido al grado de dureza del agua se depositará cierto grado de precipitado calcáreo que genera la rugosidad necesaria para la adhesión microbiana. Algunas superficies metálicas pueden liberar componentes tóxicos en la biopelícula inhibiendo su crecimiento y/o adhesión. Algunos metales producen películas de óxido sueltas bajo las biopelículas que promueven la distribución de diferentes colonias debido al desprendimiento de la superficie.

El hipoclorito sódico es el producto químico desinfectante más utilizado. Oxida los polímeros de la biopelícula y provoca una inactivación parcial de la biopelícula. Sin embargo, la alteración de la rugosidad de la biopelícula, el aumento de la corrosión y la rugosidad generada por el hipoclorito sódico en el material de la tubería pueden favorecer el crecimiento posterior de otras biopelículas.

2.2 Contaminación química

La regulación establece una concentración máxima de algunos contaminantes que se generan durante el mismo proceso de potabilización de agua, como por ejemplo los subproductos de la desinfección. Sin embargo, es importante subrayar que el principal riesgo del agua es la contaminación microbiológica, por lo que es necesario utilizar cloro y mantenerlo hasta el grifo del consumidor. En países en proceso de desarrollo, 25 millones de personas mueren cada año a causa de elementos patógenos en aguas contaminadas. En el mundo, la diarrea causa cada año la muerte de 3 millones de niños de menos de 5 años, es decir, provoca el 25 % de la mortalidad en este grupo de edad. La desinfección del agua es uno de los hitos más importantes conseguidos para proteger la salud pública.

Un agua que no sea de calidad tendrá efectos nocivos en los usuarios a diferentes niveles, según el contaminante que contenga. Por ejemplo, agua

con un contenido demasiado elevado de subproductos de la desinfección se ha relacionado con cáncer de vejiga o efectos reproductivos (Evlampidou et al., 2020). Una concentración elevada de plomo puede causar daño al cerebro y a los riñones y puede interferir con la producción de los glóbulos rojos que llevan el oxígeno a todas las partes del cuerpo (Jarvis and Fawell, 2021). Elevados niveles de níquel también se han relacionado con cáncer (OMS, 2005), así como concentraciones elevadas de nitrato se han relacionado con aumento de la frecuencia cardíaca, náuseas, dolores de cabeza y calambres abdominales (OMS, 2011). Cobre y cadmio también son metales con implicaciones en la salud pública que pueden encontrarse en el agua potable como resultado de una instalación inadecuada o antigua (Zietz et al., 2015).

Como ya hemos dicho con anterioridad, lo normal es que todos estos contaminantes estén controlados en una concentración que garanticen la ausencia de efectos nocivos para la salud, a no ser que haya un problema de materiales. Sin embargo, hay otros contaminantes, aquellos conocidos como contaminantes emergentes, que sí pueden estar presentes en el agua porque no están regulados y, sin embargo, se ha descrito en la literatura científica tanto su efecto nocivo para la salud como su presencia en el agua. Algunos de estos contaminantes emergentes que hay que considerar son pesticidas, microplásticos y nanoplásticos, disruptores endocrinos, productos de cuidado personal, retardantes de llama, fármacos o genes de resistencia antibiótica (Richardson, 2009). La presencia de estos compuestos en el agua potable generalmente es muy baja, pero aún se está investigando si puede tener efecto nocivo en la salud de las personas.

3

INDICADORES DE MEDICIÓN DE CALIDAD

Los parámetros para asegurar la calidad del agua están incluidos en las normativas anteriormente descritas (RD 140/2003) y modificaciones posteriores y en la Directiva Europea (Directiva Europea 2184/2020). Para el caso de *Escherichia coli* y bacterias coliformes también se podrán utilizar los métodos alternativos descritos en la Orden SCO/778/2009, de 17 de marzo. Así mismo, también hay normativa para los materiales en contacto con el agua. Respecto al diseño y cálculo de instalaciones de fontanería, encontramos diferentes normativas como el Código Técnico de la Edificación (CTE-HS4), el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y las guías técnicas del IDAE: Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria en edificios de viviendas y la Guía técnica, agua caliente sanitaria central. Finalmente, existe el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Respecto a los sistemas de equipos de tratamiento del agua doméstica, el artículo 10 del RD 140/2003 establece los requerimientos que esos equipos deben cumplir para su instalación en punto de uso y punto de entrada. Dichos requerimientos, que incluyen el cumplimiento del

Código Técnico de la Edificación (CTE-HS4), así como de la norma UNE 149101 u otra equivalente para los equipos de punto de uso, son de obligado cumplimiento.

Las tablas 1 y 2 resumen los valores «saludables» de los parámetros químicos e indicadores del agua potable según la Directiva (UE) 2020/2184. Hay que tener en cuenta que en general estos parámetros son más restrictivos que el RD 140/2003, y que los estados miembros tienen un margen de dos años para implementarlo.

		Valor paramétrico	**Unidad**
metales pesados	plomo	5*	µg/l
	arsénico	10	µg/l
	antimonio	10	µg/l
	mercurio	1	µg/l
	níquel	20	µg/l
	cobre	2	mg/l
	cadmio	5	µg/l
	cromo	25**	µg/l
	uranio	30	µg/l
subproductos de la desinfección	ácidos haloacéticos	60	µg/l
	trihalometanos	100	µg/l
	clorito	0,25***	mg/l
	clorato	0,25***	mg/l
	bromato	10	µg/l

		Valor paramétrico	Unidad
micro contaminantes	benceno	1	µg/l
	bisfenol A	2,5	µg/l
	1,2-dicloroetano	3	µg/l
	plaguicidas	0,1	µg/l
	hidrocarburos aromáticos	0,1	µg/l
	cloruro de vinilo	0,5	µg/l
	acrilamida	0,1	µg/l
	benzo(a)pireno	0,01	µg/l
	epiclorhidrina	0,1	µg/l
	tetracloroeteno y tricloroeteno	10	µg/l
otros	cianuro	50	µg/l
	boro	1,5****	mg/l
	fluoruro	1,5	mg/l
	nitrato	50	mg/l
	nitrito	0,5	mg/l
	selenio	20	µg/l

Tabla 1: parámetros químicos del agua potable según la Directiva (UE) 2020/2184

*El valor paramétrico de 5 µg/l se cumplirá, a más tardar, el 12 de enero de 2036. Hasta esa fecha, el valor paramétrico del plomo será de 10 µg/l.
** El valor paramétrico de 25 µg/l se cumplirá, a más tardar, el 12 de enero de 2036. Hasta esa fecha, el valor paramétrico del cromo será de 50 µg/l. *** Se aplicará un valor paramétrico de 0,70 mg/l cuando se emplee un método de desinfección que genere clorito, en particular, dióxido de cloro, para la desinfección de aguas destinadas al consumo humano.
**** Se aplicará un valor paramétrico de 2,4 mg/l cuando el agua sea desalinizada.

	valor paramétrico	Unidad
aluminio	200	µg/l
amonio	0,5	mg/l
cloruro	250	mg/l
pH	6,5 - 9,5	unidades pH
hierro	200	µg/l
manganeso	50	µg/l
sulfato	250	mg/l
sodio	200	mg/l
E.coli	0	numero/100 ml
Clostridium perfringens	0	numero/100 ml

Tabla 2: parámetros indicadores del agua potable según la Directiva (UE) 2020/2184

4

METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN

Las estrategias de muestreo de agua consisten en coger una muestra de agua en un contenedor limpio y específico, a veces con algunos reactivos necesarios para la correcta conservación de los contaminantes. Generalmente también es preferible dejar el grifo encendido un rato antes de tomar la muestra y no generar turbulencias. Por ejemplo, para medir metales habrá que acidificar la muestra, mientras que para medir subproductos de desinfección habrá que añadir un reactivo que elimine el cloro y pare la relación con la materia orgánica, además de no dejar espacio en la botella para evitar la volatilización. Existen laboratorios específicos para cada tipo de contaminantes y normalmente el mismo laboratorio es el que se encarga de proporcionar el material de muestreo.

Además, en el caso de grandes edificios como hospitales o instalaciones deportivas existen estrategias de monitorización en línea que controlan el crecimiento microbiológico en tiempo real. Algunos ejemplos son las técnicas de medición indirecta como la monitorización de la corrosión o del gasto de biocida en el agua o técnicas de medición directa de crecimiento microbiológico con sensores espectrofotométricos, los cuales permiten una actuación rápida ante cambios en el crecimiento y ayudan a mantener una

buena calidad del agua. Recientemente se están introduciendo en el mercado sistemas domésticos para poder monitorear de forma *online* la calidad del agua. Un resumen de las tecnologías, en uso o emergentes, utilizadas como sistemas de alerta temprana por las empresas distribuidoras de agua se puede encontrar en Storey (2011). En un futuro quizás estas tecnologías avanzarán para poder ser viables a nivel de control doméstico del agua.

Se deberán muestrear todos aquellos grifos donde se quiera asegurar la calidad del agua ya que si hay un problema de mantenimiento o de material no será igual en todos los grifos muestreados.

5

ESTRATEGIAS EN EDIFICIOS. RECOMENDACIONES

Se entiende que el agua distribuida supera todos los requisitos para asegurar que es potable, aunque es posible mejorar su calidad en el punto de uso (reducción de THM, eliminación de cal, eliminación de cloro, eliminación de compuestos químicos presentes a concentraciones muy bajas, etc.). Existen casos concretos de contaminantes, como por ejemplo presencia de arsénico, cuya solución raramente depende del usuario final, y en general la presencia de compuestos peligrosos del agua no viene en el agua de red, sino que es introducida una vez llega al edificio debido principalmente a un mal mantenimiento del sistema de recepción y distribución del agua o un sistema antiguo que contiene materiales inapropiados, como por ejemplo el plomo. Para garantizar la inocuidad del agua de consumo distribuida en el edificio, deben utilizarse técnicas de fontanería que eviten la entrada de elementos que supongan un peligro para la salud. Este objetivo puede lograrse mediante las precauciones que se citan a continuación.

Los materiales utilizados en la fabricación de los equipos de tratamiento de agua deben tener las características adecuadas en cuanto a resistencia mecánica, química y microbiológica para cumplir con los requerimientos inherentes, tanto al agua como al proceso de tratamiento. Las tuberías,

tanto las de agua potable como las de aguas residuales deben ser impermeables y duraderas, tener una superficie interior suave y sin obstrucciones y estar protegidas contra las posibles agresiones.

El material de fontanería debe estar bien seleccionado tras estudiar las características del agua de la zona donde se encuentre la edificación. Un factor para tener en cuenta en la selección de los materiales es la corrosión.

Se debe asegurar que no existan conexiones cruzadas entre la instalación de agua de consumo y la de eliminación de aguas residuales. Además, los sistemas de almacenamiento de agua deben estar intactos y no estar expuestos a la entrada de contaminantes microbianos o químicos. Finalmente, las instalaciones de agua caliente y fría estarán diseñadas para reducir al mínimo la proliferación de *Legionella*.

Existen dispositivos adecuados que evitan el reflujo. En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada del agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos. Se deben instalar filtros en la entrada de agua de los edificios. Los filtros deben ser del tipo Y, con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 micrómetros, con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento. El diseño de las instalaciones de los edificios de múltiples plantas debe reducir al mínimo las variaciones de la presión.

La instalación de fontanería debe tener características adecuadas para evitar la acumulación de lodo, incrustaciones, herrumbre, algas o cieno (que en sistemas de distribución de agua favorece la proliferación de *Legionella*), evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (*biofilm*), así como el agua estancada. En los sistemas que se mantienen limpios y en los que se evita el estancamiento de agua es menos probable que se produzca una proliferación excesiva de *Legionella* y coliformes. Actualmente existen tuberías termoplásticas en el mercado que tienen incorporados recubrimientos antimicrobianos al igual que el cobre.

Aparte de los materiales utilizados en la construcción del sistema de distribución, existen diferentes sistemas para mejorar la calidad del agua en el punto de uso. Sin embargo, cada uno tiene sus ventajas y desventajas. La tabla 1 resume los sistemas que actualmente se encuentran en el mercado para poder mejorar la calidad del agua en el punto de uso. Aparte de estos, existen otros sistemas basados en pseudociencias como la magnetización del agua, la alcalinización del agua, la hidrogenación u oxigenación del agua, entre otros, cuyos efectos elogiados no se han podido demostrar científicamente.

Otro punto para tener en cuenta es la inclusión de revisiones de mantenimiento cada 15 años que podrían incluirse en las revisiones técnicas periódicas.

Sistema de tratamiento	Principio	
Filtro de carbón como medio activo	Dispositivo de tratamiento de agua que utiliza el carbón como material adsorbente, que elimina o reduce significativamente determinados componentes del agua mediante reacción química o actividad superficial.	
Descalcificador	Dispositivo de tratamiento de agua que consiste en hacer pasar el agua a través de un lecho de resina para intercambio catiónico que cambia el calcio y magnesio por sodio.	
Sistema de separación por membranas	Dispositivo de tratamiento de agua que se basa en la separación de componentes del agua mediante membranas semipermeables. La separación va de partículas con un tamaño inferior a 1 µm (ultrafiltración) a otras de tamaño mucho menor (nanofiltración, que precisa una presión muy elevada). La de mayor eficacia llega a separar iones y se denomina ósmosis inversa.	
Lámparas UV	Dispositivo de tratamiento de agua con efecto bactericida por radiación de luz de longitud de onda específica de la zona UV, que provoca una inactivación irreversible en el crecimiento y reproducción de las bacterias presentes.	
Dosificación	Adición controlada al agua de una o más sustancias químicas activas utilizadas en el tratamiento del agua de consumo con el objeto de modificar sus características y mejorar sus propiedades.	
Ionización eléctrica	Tratamiento físico, en el que la adición de iones negativos dificulta la precipitación de minerales (sin descalcificar).	

Ventajas	Desventajas
Fácil instalación y bajo coste. Elimina efectivamente compuestos orgánicos, olor, sabor, cloro, subproductos de desinfección, VOC, metales pesados, etc.	A menudo contienen plata para evitar la proliferación de microorganismos. La eficiencia de eliminación de contaminantes disminuye con el uso y es muy importante cambiar los filtros siguiendo las recomendaciones del suministrador.
Efectiva eliminación de la cal.	Desperdicio de agua en cada limpieza de resinas. Alto coste de mantenimiento por consumo de sal y resinas. Residuos de salmuera. No elimina contaminantes.
Puede adaptarse a cualquier tipo de agua, incluida el agua de mar. Especialmente útil en potabilización de agua, eliminación de metales pesados, nanoplásticos, compuestos orgánicos, etc.	Debe remineralizarse adecuadamente para que el agua vuelva a ser potable. Derrocha mucha agua (3-10 litros por litro).Para tener efectividad necesita previamente descalcificación. En la nanofiltración el coste energético es muy elevado. Precisa cambio de filtros periódicos.
Efectivo.	Coste de mantenimiento medio de lámparas.Necesita un agua muy limpia, ya que la sombra que puedan hacer partículas en suspensión tapa el efecto desinfectante. No tiene efecto residual.
Efectivo.	Los productos activos pueden provocar reacciones adversas en los usuarios o estropear las superficies de los materiales.
Vida útil muy larga con muy poco mantenimiento. Elimina el *biofilm*. Rebaja la tensión superficial.	Al tratarse de un sistema de larga duración, la inversión inicial es elevada.No tiene efecto residual.

Sistema de tratamiento	Principio	
Electroactivación química del agua	Activación electroquímica de solución de salmuera en un electrolizador de membrana.	

Tabla 1. Sistemas de mejora de la calidad en el punto de uso adaptado y aumentado de AQUAEspaña (2016)

Ventajas		Desventajas
	Eliminación de microorganismos y virus mediante formación de ácido hipocloroso. Elimina eficazmente los malos sabores y olores. Elimina biopelículas.Bajo coste. Muy económico. Útil para sistemas descentralizados.	No útil para la mayoría de viviendas, donde el agua ya llega desinfectada.

6

BIBLIOGRAFÍA

AQUAEspaña, 2016. *Guía técnica para unas buenas prácticas higiénicas de los titulares con actividad comercial o pública de equipos de tratamiento del agua.*

EVLAMPIDOU, I., et al., 2020. *Trihalomethanes in drinking water and bladder cancer burden in the European Union. Environmental Health Perspectives,* p. 128.

JARVIS, P. y FAWELL, J., 2021. *Lead in drinking water – An ongoing public health concern? Current Opinion in Environmental Science and Health,* p. 20.

RICHARDSON, S.D., 2009. *Water analysis: Emerging contaminants and current issues. Analytical Chemistry,* p. 81, 4645-4677.

STOREY, M.V., VAN DER GAAG, B. y BURNS, B.P., 2011. *Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems. Water Research* 45, pp. 741-747.

WHO, 2005. *Nickel in drinking-water. Background document for the development of WHO guidelines for drinking-water.* Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/gdwqrevision/nickel2005.pdf.

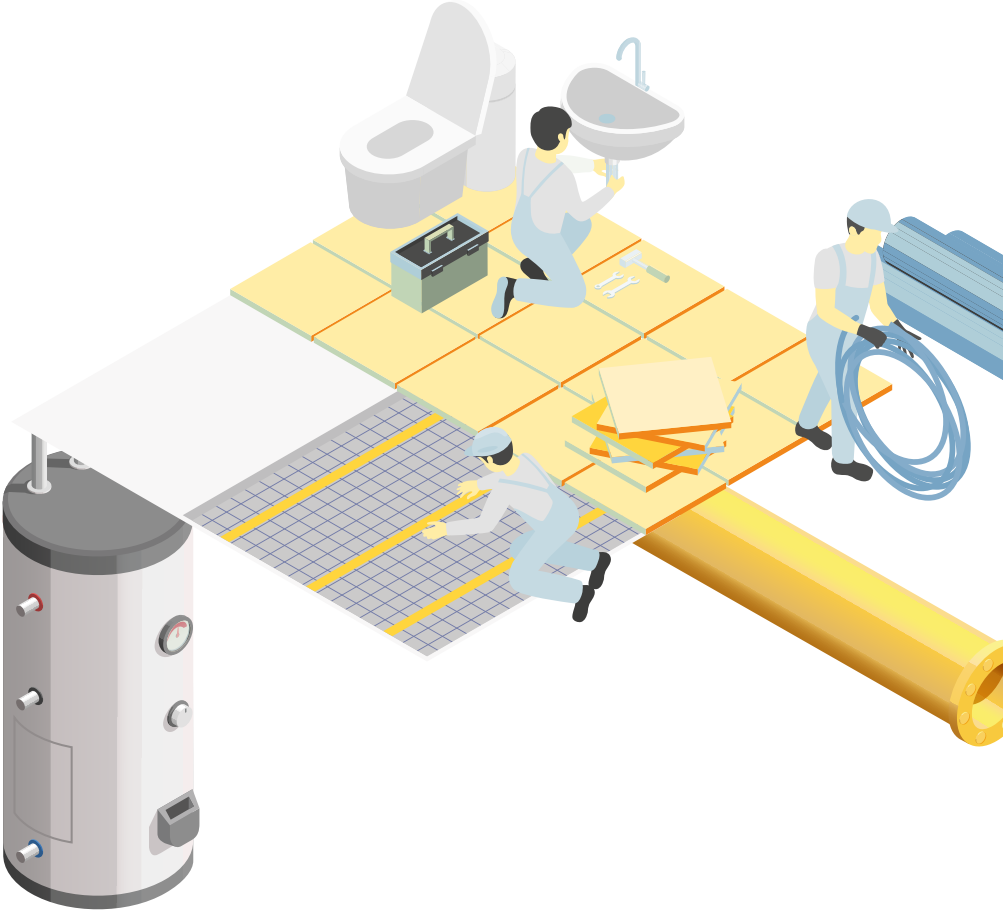
WHO, 2011. *Nitrate and nitrite in drinking-water. Background document for the development of WHO guidelines for drinking-water*. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite2ndadd.pdf.

ZIETZ, B.P., et al., 2015. *Release of Metals from Different Sections of Domestic Drinking Water Installations*. Water Quality, Exposure and Health 7, pp. 193-204.

CALIDAD DEL AGUA

1 MATERIALES

Los materiales en contacto con el agua deben tener las características adecuadas en cuanto a **resistencia mecánica, química y microbiológica.**



2 ELEMENTOS DE FONTANERÍA

Tener muy en cuenta la **corrosión.**

Asegurar que no existan **conexiones cruzadas.**

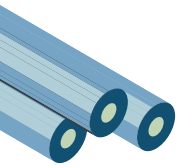
Los **sistemas de almacenamiento** de agua deben estar intactos y **no estar expuestos** a la entrada de **contaminantes** microbianos.

Evitar el reflujo, instalación de **disposistivos antiretorno.**

Los **filtros deben ser del tipo Y**, con un umbral de filtrado comprendido entre **25 y 50 micrómetros** con malla de acero inoxidable y baño de plata autolimpiable.

La situación del filtro debe ser tal que **permita realizar** adecuadamente las operaciones de limpieza y **mantenimiento.**

El diseño de las instalaciones de los **edificios de múltiples** plantas debe reducir al mínimo las **variaciones de la presión.**



3 TUBERÍAS

Deben ser impermeables y duraderas superficie interior suave y sin obstrucciones, **protegidas contra las posibles agresiones.**