

El cloro es la sustancia más usada en el mundo como desinfectante para el agua de consumo humano. En 1902 se creó la primera planta de tratamiento de agua potable que empleaba cloro en el proceso de desinfección del agua. Fue en Middlekerke, Bélgica.



¿Qué es?

El cloro es el agente más utilizado en el mundo como desinfectante en el agua de consumo humano, debido principalmente a:

- Su carácter fuertemente **oxidante**, responsable de la destrucción de los agentes patógenos (en especial bacterias) y numerosos compuestos causantes de malos sabores.
- Su más que comprobada inocuidad a las **concentraciones** utilizadas.
- La facilidad de controlar y comprobar unos niveles adecuados.



Presencia en el agua

Es fundamental mantener en las redes de distribución pequeñas concentraciones de **cloro libre residual**, desde las potabilizadoras hasta las acometidas de los consumidores, para asegurar que el agua ha sido convenientemente desinfectada. No obstante, es importante señalar que la ausencia de cloro libre residual no implica la presencia de contaminación microbiológica.

El cloro residual libre en el agua de consumo humano se encuentra como una combinación de **hipoclorito y ácido hipocloroso**, en una proporción que varía en función del **pH**. El cloro residual combinado es el resultado de la combinación del cloro con el amonio (cloraminas), y su poder desinfectante es menor que el libre. La suma de los dos constituye el cloro residual total.



Legislación

La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que no se ha observado ningún efecto adverso en humanos expuestos a concentraciones de cloro libre en agua potable. No obstante, establece un valor guía máximo de cloro libre de 5 miligramos por litro, y afirma explícitamente que se trata de un valor conservador.

La normativa vigente, aplicable a todos los abastecimientos españoles, en materia de criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano es el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, en el que se establece un nivel máximo de cloro libre residual de 1 miligramo por litro, identificándolo como un parámetro indicador, de modo que su incumplimiento no califica el agua como "no apta para el consumo". Por otro lado, las comunidades autónomas, atendiendo a consideraciones coyunturales, pueden modificar estos límites, y exigir un residual mínimo de cloro residual en el agua.



Medidas correctoras y preventivas

En el RD 140/2003 se definen los mecanismos de detección y comunicación inmediata a la autoridad sanitaria y a la población abastecida, si se considera necesario, de cualquier incidencia de cloro residual en el agua de abastecimiento, siempre con la finalidad de evitar cualquier alarma social injustificada y proteger la salud de la población abastecida.



"EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN, ES NECESARIO MANTENER PEQUEÑAS CONCENTRACIONES DE CLORO LIBRE RESIDUAL, DESDE LAS POTABILIZADORAS HASTA LAS ACOMETIDAS DE LOS CONSUMIDORES"

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

< 1 mg/l
(EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN)

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece una concentración máxima de 5 mg/l.

GLOSARIO

Oxidante: Un oxidante es un compuesto químico que oxida a otras sustancias en una reacción. El hipoclorito de sodio o lejía es un oxidante de la materia orgánica entre la que se encuentran los microorganismos.

Concentración: Magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen (p.ej. mg/l).

Cloro libre residual: El remanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en el proceso de desinfección de ésta.

Hipoclorito y ácido hipocloroso: Son las formas en las que se encuentra el hipoclorito de sodio añadido al agua.

pH: Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Entre 0 y 7 la disolución es ácida, y de 7 a 14, básica.

LEGIONELLA

La enfermedad del legionario o legionelosis adquirió su denominación en 1976, cuando apareció un brote de neumonía entre los participantes de una convención de la Legión Americana en Filadelfia (EE. UU.). El 18 de enero de 1977, los científicos identificaron una bacteria previamente desconocida como la causa de la misteriosa infección de la enfermedad del legionario, bacteria que se denominó *Legionella*.



La *Legionella* es una bacteria muy **ubícua** que se localiza en hábitats acuáticos naturales como ríos, lagos y pantanos, aunque también ha encontrado un nicho ecológico apropiado en sistemas de distribución de **agua sanitaria**, fría y caliente, y en equipos de enfriamiento de agua evaporativos, como torres de refrigeración, condensadores evaporativos, etc.



La *Legionella* es el agente etiológico de la legionelosis, una enfermedad que presenta al menos dos síndromes: la neumonía por Legionella (enfermedad del legionario) y la legionelosis no neumónica o fiebre de Pontiac, y se presenta en forma de **brote epidémico** o bien como casos esporádicos o aislados. La contaminación se realiza por vía aérea, a través de partículas procedentes de la **aerosolización** del agua que penetran en las vías respiratorias. No existe transmisión interhumana, ni por ingesta de agua.



Actualmente existen múltiples órdenes y decretos en las diferentes comunidades autónomas que tienden a regular el funcionamiento de las instalaciones de riesgo para la prevención de la proliferación de Legionella. Sin embargo, a nivel nacional, el Real Decreto 865/2003, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo, es la legislación de referencia.

Como complemento, la Norma UNE 100030 IN 2005 establece una guía para la prevención y el control de la proliferación y la diseminación de Legionella en instalaciones, e incide fundamentalmente en el diseño, la instalación y el mantenimiento de sistemas de riesgo.

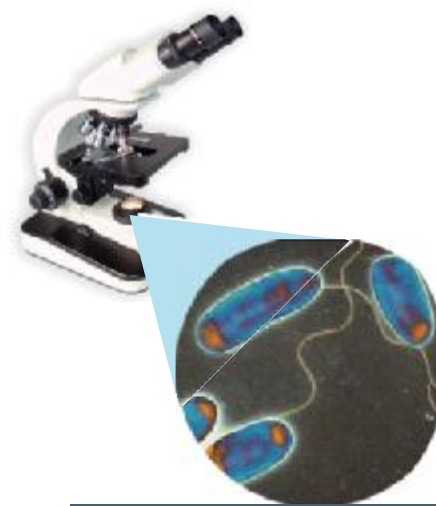


El RD 140/2003, que regula la calidad de las aguas de consumo, no establece ningún **valor paramétrico** ni fija el control para este microorganismo en las aguas de abastecimiento público.

Estas legislaciones y normativas contemplan, por una parte, en el empleo de métodos de erradicación cuando se producen casos o brotes asociados a una instalación, que incluyen tratamientos de choque con elevadas concentraciones de **biocidas**, y, en el caso de sistemas interiores de distribución de agua, la elevación de la temperatura hasta los 70°C. Además, se contempla también la aplicación de medidas preventivas, que actúan básicamente sobre la temperatura y la disponibilidad de nutrientes, y que resultan menos agresivas. Están basadas en un diseño correcto de las instalaciones y un mantenimiento adecuado, fundamentado en limpiezas, desinfecciones periódicas y permanencia de unas temperaturas que impidan la proliferación de la bacteria.



ASÍ ES UNA BATERIA DE LEGIONELLA VISTA BAJO EL MICROSCOPIO:



GLOSARIO

Ubícua: Que se encuentra en muchos lugares.

Agua sanitaria: Agua que ha sido tratada convenientemente en una estación potabilizadora.

Brote epidémico: Se define, según la legislación, como la aparición de dos o más casos de legionela con inicio de los síntomas en un intervalo inferior a 6 meses, de los cuales uno de los casos ha de ser confirmado y las personas han de haber frecuentado el mismo lugar.

Aerosolización: Proceso de formación de partículas líquidas ultramicroscópicas suspendidas en el aire.

Biocidas: Sustancias sintéticas o naturales destinadas a destruir, neutralizar o impedir la acción de organismos nocivos para el ser humano por medios químicos o biológicos.

El aspecto del agua, como pasa también con el sabor o el olor, es una de las características que los consumidores toman como referencia para valorar las garantías sanitarias del agua que reciben en sus hogares procedente de la red de suministro. Cualquier incidencia en este sentido puede ser un motivo de alarma entre la población abastecida, que podría interpretar que el agua no es segura a nivel sanitario.



Presencia en el agua.

La apreciación de turbidez en el agua de bebida es causada por **materia** particulada o **coloidal**, como consecuencia de un tratamiento de potabilización inadecuado o por la **resuspensión** de partículas sedimentadas en la red de distribución. También puede provocar turbidez en el agua la **precipitación** de sales de hierro y/o manganeso si estos iones están presentes en ella en **concentraciones** importantes (más de 200 µg/l para el hierro y de 50 µg/l para el manganeso).



Legislación.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) asume que, en general, la apariencia del agua con una turbidez inferior a 5 **unidades nefelométricas** (NTU) es aceptable para los consumidores. Sin embargo, dado que muchos microorganismos se adsorben o aglomeran en las partículas en suspensión presentes en el agua, los agentes desinfectantes no siempre pueden acceder a ellos para destruirlos, de modo que la **eficacia del proceso de desinfección pasa por conseguir un agua con la mínima turbidez posible**. En este sentido, la OMS establece la necesidad de tratar el agua, antes de la desinfección final, hasta conseguir valores medio de 1 NTU sin sobrepasar nunca 5 NTU.

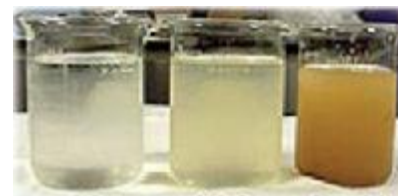
Basándose en estos planteamientos, la legislación española sobre aguas de consumo humano (RD 140/2003) establece la necesidad de controlar la turbidez como parámetro indicador y mantiene una concentración máxima de 1 NTU a la salida de los procesos de tratamiento y depósitos y de 5 NTU en la red de distribución de agua potable.



Medidas correctoras y preventivas.

Los sistemas de control de la calidad del agua potable establecidos por la legislación vigente incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, de incidencias relativas a la turbidez en las aguas de cualquier abastecimiento. Así mismo, también incluyen mecanismos para la propuesta de ejecución de acciones, entre ellas y en caso de ser necesario, los tratamientos y/o el uso de recursos alternativos del agua que permitan evitar cualquier riesgo para la salud. Estos sistemas pretenden prevenir en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida.

LA TURBIDEZ SE MIDE EN UNIDADES NEFELOMÉTRICAS Y LA TÉCNICA DE MEDICIÓN SE LLAMA NEFELOMETRÍA. ÉSTA MIDE LA INTENSIDAD DE LA LUZ DISPERSADA A 90° CUANDO UN RAYO DE LUZ PASA A TRAVÉS DE LA MUESTRA DE AGUA QUE SE QUIERE ANALIZAR.



<10 NTU 200 NTU 1.500 NTU

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

REDES DE DISTRIBUCIÓN:

< 5 NTU

SALIDAS DE TRATAMIENTO Y DEPÓSITO:

< 1 NTU

• La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que hay que tratar el agua hasta conseguir 1 NTU sin llegar a 5 NTU.

GLOSARIO

Materia coloidal: Son las partículas más pequeñas, aquellas con una dimensión inferior a 1 µm.

Resuspensión: Dicho de una partícula que, después de haber precipitado, vuelve a mantenerse en el seno de un fluido.

Precipitación: Cuando en una disolución, se produce una materia sólida que se deposita en el fondo del recipiente.

Concentración: Magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen (p.ej. litros).

Unidades nefelométricas: Unidades en las que se mide la turbidez del agua. El nombre viene del aparato con el que se mide la turbidez, el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90° cuando un rayo de luz pasa a través de la muestra de agua que se quiere analizar.

TRIHALOMETANOS (THM)



Uno de los puntos clave de la última reforma normativa del agua de consumo humano es el control de la formación de trihalometanos. Estos compuestos se generan cuando, en el proceso de potabilización, el cloro reacciona con la materia orgánica del agua. Ejemplos de trihalometanos son el cloroformo y el dibromoclorometano.



Los trihalometanos son unos compuestos orgánicos muy sencillos, resultado de la reacción del cloro con determinados productos presentes en el **agua cruda**, como el bromuro y la materia orgánica natural.



Básicamente, los trihalometanos son cuatro compuestos fruto de las diferentes posibilidades de adición al metano de tres átomos de cloro o bromo en sus diferentes combinaciones:

- Triclorometano (cloroformo) (CHCl_3)
- Dibromoclorometano (CHClBr_2)
- Bromodichlorometano (CHCl_2Br)
- Tribromometano (bromoformo) (CHBr_3)

Como los cuatro compuestos se presentan generalmente juntos, se suele considerar conjuntamente el total de THM.



Sus efectos sobre la salud se basan en una posible relación de alguno de estos compuestos con la aparición de tumores en ratas y ratones, pero no en humanos. Por todo ello, atendiendo al principio de prevención relativo a la posibilidad de consumir agua durante toda la vida sin que ello suponga un riesgo para la salud, la normativa vigente sobre las aguas de consumo (RD 140/2003) fija el valor paramétrico de 150 $\mu\text{g/l}$ de total de THM a cumplir hasta el 2008 y de 100 $\mu\text{g/l}$ a partir del 2009. Los valores individualizados de THM recomendados por la OMS (Organización Mundial de la Salud) son más altos (cloroformo 300 $\mu\text{g/l}$, bromoformo 100 $\mu\text{g/l}$, dibromoclorometano 100 $\mu\text{g/l}$, bromodichlorometano 60 $\mu\text{g/l}$).

Así pues, los valores de THM en el agua de consumo deben ser minimizados, aplicando sistemas de tratamiento que permitan reducir los precursores de éstos. No obstante, según la Organización Mundial de la Salud, nunca deberá verse comprometida una correcta desinfección del agua con cloro por la posible generación de estos compuestos.



Los sistemas de control de la calidad del agua, establecidos en España basándose en el RD 140/2003, incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, de incidencias relativas a los THM en las aguas de cualquier abastecimiento. Así mismo, el RD 140/2003 incluye mecanismos para la propuesta de ejecución de acciones, entre ellas y en caso de ser necesario, los tratamientos alternativos del agua que permitan evitar cualquier riesgo para la salud. Estos mecanismos pretenden prevenir en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida.



EN ALGUNAS ETAP SE ESTÁN INSTALANDO LÍNEAS DE ÓSMOSIS INVERSA PARA ADECUARSE A LA NORMATIVA. ESTA TECNOLOGÍA PERMITE PRESCINDIR, EN PARTE, DEL CLORO QUE SE EMPLEA PARA POTABILIZAR EL AGUA.

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

**HASTA 2008: 150 $\mu\text{g/l}$
A PARTIR DE 2009: 100 $\mu\text{g/l}$**

• La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda los siguientes valores:

- cloroformo 300 $\mu\text{g/l}$
- bromoformo 100 $\mu\text{g/l}$
- dibromoclorometano 100 $\mu\text{g/l}$
- bromodichlorometano 60 $\mu\text{g/l}$

GLOSARIO

Agua cruda: Agua que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento para su potabilización.

TRIAZINAS

En los últimos años del siglo pasado se debatió insistentemente sobre la nocividad para el medio y los seres humanos de determinados productos que se empleaban en la agricultura. Se prohibió el uso de varios productos, que han sido sustituidos por otros. Se trata de herbicidas y plaguicidas de nueva generación, entre los que se encuentran las triazinas que, aunque tengan menos toxicidad que los usados anteriormente, es un parámetro cuyo control en el agua está legislado.



¿Qué es?

Las triazinas son un grupo de plaguicidas que se emplean para combatir las malas hierbas en la agricultura intensiva. Desde el punto de vista químico, son derivados **heterocíclicos** del nitrógeno. El grupo más conocido de las triazinas son las **clorotriazinas** que son: simazina, propazina, atrazina, cianazina y ciprazina. La forma de aplicación habitual es como **nebulizador**. La atrazina es, tal vez, la triazina más utilizada en la formulación de asociaciones herbicidas. Se emplea extensivamente en los cultivos de maíz, avellano, sorgo, olivo, etc.



Presencia en el agua

La contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas se puede producir por vertidos de las empresas que fabrican los **productos fitosanitarios**, pero principalmente por su empleo en la agricultura intensiva.

Entre los efectos agudos sobre la salud humana (por exposiciones a altas concentraciones en un periodo de tiempo corto), hay que destacar afecciones a la piel y a las membranas de la mucosa. No obstante, desde el punto de vista medioambiental y de la calidad de las aguas, dada la baja solubilidad de estos plaguicidas en el agua, los efectos más importantes sobre la salud se producen por exposiciones a muy bajas concentraciones y a lo largo de toda la vida. La toxicidad de las triazinas es muy inferior a la de los plaguicidas persistentes como el DDT. Además, el conjunto de datos procedentes de una amplia variedad de valoraciones de la **genotoxicidad** indica que la atrazina no es genotóxica. La AIIC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) ha llegado a la conclusión de que no existen evidencias de la **carcinogenicidad** en el caso de los seres humanos y, en el caso de los animales de experimentación, ésta es limitada, por lo que se clasificaría en el grupo 2B.



Legislación

No obstante, atendiendo al principio de prevención relativo a la posibilidad de consumir agua durante toda la vida sin que ello suponga un riesgo para la salud, la normativa vigente sobre las aguas de consumo (RD 140/2003) fija el valor paramétrico de 0,5 µg/l de total de plaguicidas, y de 0,1 µg/l para el caso de plaguicida individual, valor genérico para todos los plaguicidas. No existe ningún valor guía individualizado en la normativa española y europea para este plaguicida.



Medidas correctoras y preventivas

Los sistemas de control de la calidad del agua, establecidos en España basándose en el RD 140/2003, incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, de incidencias relativas a los plaguicidas en las aguas de cualquier abastecimiento. Así mismo, el RD 140/2003 incluye mecanismos para la propuesta de ejecución de acciones, entre ellas y en caso de ser necesario, los tratamientos alternativos del agua que permitan evitar cualquier riesgo para la salud. Estos mecanismos pretenden prevenir en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida.



DE TODOS LOS HERBICIDAS, LA FAMILIA DE LAS TRIAZINAS ES LA MÁS UTILIZADA: SIMAZINA, ATRAZINA... CON TENDENCIA A LA LIXIVIACIÓN, POR LO QUE SUELEN DETECTARSE EN AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

**PLAGUICIDAS TOTALES:
0.5 µg/l
PLAGUICIDA INDIVIDUAL:
0.1 µg/l**

• La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el valor máximo en agua de consumo sea:

SIMAZINA < 2 µg/l
ATRAZINA < 2 µg/l
CIANAZINA < 0,6 µg/l

GLOSARIO

Heterocíclicos del nitrógeno: el término heterocíclico se emplea para designar un anillo estructural compuesto por diferentes clases de átomos.

Clorotriazina: Tipo de triazina que en su anillo estructural contiene átomos de cloro.

Neblizador: Aparato que transforma un líquido en partículas finísimas que forman una especie de nubecilla.

Productos fitosanitarios: Productos utilizados para la prevención y curación de las enfermedades de las plantas.

Genotoxicidad: Toxicidad que afecta al ADN.

Carcinogenicidad: Capacidad de una sustancia para que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, produzca

Cuando un consumidor abre el grifo y descubre que el agua presenta color, éste pone en duda su garantía sanitaria. El color, junto con la turbidez, el olor y el sabor, son los parámetros que usa el consumidor para establecer si un agua es saludable y apta para el consumo humano, o no.

Presencia en el agua.

La apreciación de color en el agua de bebida, normalmente en la gama del marrón pardo, el rojo y/o el amarillo, es causada, generalmente, por la presencia de materias orgánicas coloreadas relacionadas con el **humus** de la tierra por donde discurre el agua a potabilizar. En determinadas circunstancias, aparecen coloraciones más intensas debidas a la presencia de precipitaciones de sales de hierro, y también de manganeso, que pueden llegar a teñir la ropa durante el proceso de lavado. Puede también apreciarse como una alteración del color el emblanquecimiento que el agua puede adquirir, al producirse alteraciones en la presión de distribución, por incorporación de microburbujas de aire en su interior. Dicho emblanquecimiento desaparece de manera natural al dejar reposar el agua unos instantes.

Legislación.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) asume que, en general, la apariencia del agua con un color inferior a 5 **unidades colorimétricas** (expresadas como mg/L en la **escala de Platino-Cobalto**) es aceptable para los consumidores.

Aunque la OMS no propone para el color ningún valor guía basado en criterios sanitarios, la legislación española sobre aguas de consumo humano (RD 140/2003) establece la necesidad de controlarlo como parámetro indicador y mantiene una concentración máxima de 15 unidades colorimétricas, atendiendo a la posibilidad de que denote la presencia en exceso de hierro (aguas ferruginosas), manganeso u otros compuestos que pudieran suponer alguna incidencia merecedora de una atención especial.

Medidas correctoras y preventivas.

Los sistemas de control de la calidad del agua potable establecidos por la legislación vigente incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, de incidencias relativas al color en las aguas de cualquier abastecimiento. Así mismo, también incluye mecanismos para la propuesta de ejecución de acciones, entre ellas y en caso de ser necesario, los tratamientos y/o el uso de recursos alternativos de agua que permitan evitar cualquier riesgo para la salud. Estos sistemas pretenden prevenir en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida.

LA GAMA DE COLORES DEL AGUA:

PARDA, AMARRONADA O AMARILLA



POR LA FORMACIÓN DE SUSTANCIAS COLOIDALES RELACIONADAS MUY A MENUDO CON LA PRESENCIA DE HIERRO Y/O MANGANESO.

BLANCA O LECHOSA



SI PENETRA AIRE Y FORMA BURBUJAS DIMINUTAS QUE DESAPARECERÁN SI SE DEJA REPOSAR EL AGUA EN UN VASO DE VIDRIO DURANTE UNOS MINUTOS.

OTRAS COLORACIONES EN EL AGUA VIENEN DADAS POR SITUACIONES ESPECIALES Y CONCRETAS.

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

< 15 mg/l Pt/Co

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) asume que, en general, la apariencia del agua con un color inferior a 5 mg/L Pt/Co es aceptable para los consumidores.

GLOSARIO

Humus: Capa superficial del suelo, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales.

Unidades Colorimétricas: Unidades en las que se mide el color.

Escala platino – cobalto: Referencia utilizada para medir el color del agua. Para ello se utilizan diferentes soluciones de platino y cobalto de concentraciones conocidas.

GUSTOS Y OLORES

El agua de consumo humano no es agua pura (H₂O, según su formulación química), ya que tiene en su composición sales y sustancias disueltas que le dan, en cada caso, un gusto y olor (sabor) particular. Para analizar el gusto y el olor del agua aún no se ha desarrollado ninguna máquina que iguale la precisión de los sentidos humanos y, por este motivo, se creó un grupo de análisis del gusto y olor del agua, del que forman parte una docena de "catadores de agua".



El agua de consumo humano no es agua pura (H₂O), ya que tiene en su composición sales y sustancias disueltas que le dan, en cada caso, un gusto y olor (sabor) particular. El agua pura es insípida y no es de sabor agradable.



Las primeras sustancias responsables del gusto del agua son las sales minerales (**iones**) que forman parte de su composición natural. Así, se encuentran siempre en el agua cloruros, bicarbonatos y sulfatos (aniones), sodio, calcio y magnesio (cationes); estos compuestos naturales son los responsables del gusto propio del agua. El agua puede contener sustancias naturales, como por ejemplo la **geosmina o el metil-isoborneol**, procedentes del metabolismo de ciertas algas, que pueden dar al agua un olor a tierra muy característico.

El cloro residual también puede dar al agua un gusto y olor característicos. Por último, el agua para el consumo puede contener sustancias de origen antropogénico que, en muy pequeñas concentraciones (microgramos por litro o nanogramos por litro), pueden dar al agua diferentes sabores (afrutado, dulce, orgánico, hierba cortada, etc.), algunos agradables y otros no.



Aunque un agua tenga un determinado gusto y olor, no debe interpretarse inmediatamente como no potable. Casi siempre, el **umbral de toxicidad aguda** de las sustancias está muy por encima de su gusto u olor. Lo importante es que el agua cumpla con los valores paramétricos establecidos en las partes A y B del Anexo I del Real Decreto 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y que no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo (inaceptable) para la salud humana.

En dicho RD los parámetros gusto y olor vienen valorados en la lista C del Anexo I como **parámetros indicadores**. Están fijados como **índice de dilución**, es decir, el número de veces que hay que diluir el agua a una determinada temperatura (25° C) para que ésta deje de tener un **gusto o un olor significativo**. El valor paramétrico establecido es 3. Dicho valor está fijado desde el punto de vista de la aceptación del agua por parte de los consumidores, más que como un valor sanitario que convierta el agua en no potable.



Técnicas factibles para eliminar gustos y olores indeseables del agua:

- Aireación para la eliminación de **sustancias volátiles**.
- Filtración por **carbón activo granular** o adición en polvo. El carbón activo adsorberá las posibles sustancias orgánicas del agua.
- **Ozonización**. El ozono es un potente oxidante que puede degradar ciertos compuestos orgánicos del agua.
- Tratamiento por membranas (**nanofiltración, electrodiálisis reversible** y ósmosis inversa). Procesos que pueden eliminar los minerales disueltos del agua como sustancias orgánicas responsables del sabor del agua.

En el RD 140/2003 se definen los **mecanismos de detección y comunicación a la autoridad sanitaria** de cualquier incumplimiento respecto al gusto y olor del agua, así como, si se considera necesario, de **información a la población abastecida**, siempre con la finalidad de evitar cualquier alarma social injustificada y proteger la salud de las personas afectadas.

ESTE GRÁFICO SE EMPLEA EN LAS REUNIONES DE LOS GRUPOS DE CATADORES DE AGUA. EN LAS DISTINTAS "PORCIONES" QUE APARECEN FIGURAN LOS ADJETIVOS QUE PERMITEN DESCRIBIR EL OLOR Y EL GUSTO DEL AGUA:



Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

**3 A 25°C
(ÍNDICE DE DILUCIÓN)**

GLOSARIO

Ión: Átomo o agrupación de átomos que, por pérdida o ganancia de uno o más electrones, adquiere carga eléctrica. Se clasifican en cationes cuando tienen carga positiva y en aniones cuando la carga es negativa.

Geosmina o metil-isoborneol: Son sustancias producidas por algunos tipos de algas que aparecen en ríos y embalses. Estas sustancias dar un olor de tierra-mohosa al agua.

Umbral de toxicidad aguda: Cantidad mínima de una sustancia tóxica a partir del cual el efecto sobre la salud es grave.

Sustancias volátiles: Sustancias líquidas que a temperatura ambiente se transforman espontáneamente en gas o vapor.

Carbón activo granular: Material de carbón poroso, con gran capacidad de adsorción, por lo que se utiliza para la purificación del agua.

Ozonización: Método de tratamiento que consiste en poner en contacto el agua con ozono. La inestabilidad del ozono inactiva los pesticidas y los organismos patógenos (virus y bacterias) existentes en el agua.

Nanofiltración: Proceso de filtración por membranas operadas bajo presión.

Electrodiálisis reversible: Proceso electroquímico que, mediante una corriente eléctrica, elimina la mayor parte de las sales contenidas en el agua.

Las enfermedades de origen hídrico de tipo microbiano son causadas por aguas contaminadas con excretas de seres humanos y animales. La forma de controlar la existencia de este tipo de contaminación es el análisis de la potabilidad microbiológica.



Generalmente, el establecimiento de la **potabilidad microbiológica** de un agua para el consumo humano y, por consiguiente, la determinación de la ausencia de **patógenos microbianos** en ésta se efectúa por la detección y enumeración de ciertos grupos de microorganismos denominados microorganismos indicadores.



Estos microorganismos indicadores son las bacterias coliformes, *Escherichia Coli*, enterococos, *Clostridium Perfringens* y bacterias aerobias a 22 °C. La presencia de éstos en el agua no necesariamente implica la existencia de microorganismos patógenos, aunque sí es indicadora de contaminación fecal del agua. Las enfermedades de origen hídrico de tipo microbiano se transmiten básicamente a través de aguas contaminadas con excretas de seres humanos y animales, siendo éste es el conducto más frecuente de contaminación del agua.

Los efectos que la existencia de contaminación fecal puede producir sobre la salud varían en función del agente microbiológico existente en el agua: si no hay agente patógeno no se produce enfermedad; si lo hay se pueden generar molestias gastrointestinales, náuseas, vómitos, diarreas, etc. Este tipo de enfermedades y dolencias afectan principalmente a niños, personas mayores y personas inmunodeprimidas.



Tanto en la legislación vigente sobre las aguas de consumo humano (RD 140/2003: Anexo I, Apartados A y C) como en las Guías de la Calidad del Agua de Consumo elaboradas por la OMS (Organización Mundial de la Salud) en el año 2004, se considera que estos indicadores microbiológicos, anteriormente mencionados, no deben encontrarse en el agua de consumo humano. La existencia de incumplimientos confirmados sobre estos indicadores debe llevar a la ejecución de medidas curativas inmediatas por parte de los gestores de los abastecimientos. Dichas medidas van desde la realización de **drenajes** y aumento de la desinfección (cloración) hasta el vaciado, la limpieza y la desinfección de las instalaciones afectadas.



Como medida preventiva es preciso mantener el agua convenientemente desinfectada y realizar un buen control de la desinfección, todo ello para minimizar el riesgo de contaminaciones microbiológicas.

Los sistemas de control de la calidad del agua, establecidos en España basándose en el RD 140/2003, incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, de incidencias relativas a los parámetros microbiológicos en las aguas de cualquier abastecimiento. Así mismo, el RD 140/2003 incluye mecanismos para la propuesta de ejecución de acciones, entre ellas y en caso de ser necesario, los tratamientos alternativos del agua, sistemas de limpieza y desinfección de instalaciones y aumento de la desinfección entre otras, que permitan evitar cualquier riesgo para la salud. Estos mecanismos pretenden prevenir en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida.



ESCHERICHIA COLI, EL AGENTE CAUSANTE MÁS FRECUENTE DE LA SEPSIS PUERPERAL.

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

- *ESCHERICHIA COLI* 0 UFC EN 100 ml
- *ENTEROCOCOS* 0 UFC EN 100 ml
- *CLOSTRIDIUM PERFRINGENS* (ESPORAS INCLUIDAS) 0 UFC EN 100 ml
- *BACTERIAS COLIFORMES* 0 UFC EN 100 ml
- **RECUESTO DE COLONIAS A 22 °C (A SALIDA DE ETAP 100 UFC EN 1ml: EN RED SIN CAMBIOS)**

• La OMS considera que estos indicadores microbiológicos no deben encontrarse en el agua de consumo humano

GLOSARIO

Potabilidad microbiológica: Apta para el consumo humano debido a la ausencia de microorganismos patógenos.

Patógenos microbianos: Microorganismos que originan enfermedad en el ser vivo que parasitan o intoxican con sus toxinas.

Drenajes: Dar salida y corriente a las aguas, purgar.

Tanto en Grecia como en Roma se empleaba el alumbre (del latín *alūmen/-inis*, alumbre), una sal doble de aluminio y potasio como astringente en medicina, uso aún en vigor. Hoy, los compuestos de aluminio se utilizan como coagulantes en los procesos de potabilización de agua para eliminar las partículas suspendidas.



El aluminio es el **elemento metálico** más abundante en la Tierra, y constituye aproximadamente el 8% de la superficie terrestre. Casi todas las rocas contienen aluminio en forma, por ejemplo, de aluminosilicatos (arcillas).



Presencia en el agua

El agua de lluvia puede disolver el aluminio del suelo y las rocas, y se puede encontrar disuelto en ciertos lagos, arroyos y ríos, hallándose de forma natural en concentraciones de hasta 2 mg/L.

También en ciertos tratamientos de potabilización del agua se utilizan como coagulantes compuestos de aluminio, para eliminar materia orgánica, color, turbidez y contaminación microbiológica, pero si el sistema funciona correctamente, el agua tratada posee una concentración de aluminio residual no superior a 0,1 mg/L.

La contribución del agua de consumo a la cantidad total de aluminio tomada en la ingesta no supera el 5%, y el mayor aporte se encuentra en la composición natural de los alimentos (por ejemplo el té o aditivos alimentarios) o medicamentos como antiácidos. La exposición a bajos niveles de aluminio a través de los alimentos, el aire, y el agua, no parece causar daño a la salud, y su metabolismo no está bien comprendido todavía. No obstante, algunos autores lo han relacionado con la posibilidad de favorecer la incidencia a largo plazo (15 o 20 años) de desórdenes neurológicos como la enfermedad de Alzheimer, aunque en la actualidad esta relación se encuentra todavía bajo revisión.



Legislación

Por todo ello, la normativa vigente donde se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (RD 140/2003) lo considera sólo como un parámetro indicador, cuya concentración no debe sobrepasar los 0,2 miligramos por litro de agua, controlándose a la salida de las plantas de tratamiento o depósitos de cabecera.



Medidas correctoras y preventivas

En las aguas de cualquier abastecimiento, de acuerdo con los sistemas de control de calidad del agua establecidos en España (RD 140/2003), existen mecanismos de detección y comunicación inmediata, tanto a la autoridad sanitaria como a la población, si se considera necesario, de posibles incidencias relativas al aluminio. Mediante estos mecanismos, la población abastecida puede encontrarse tranquila y evitar, de este modo, alarmas injustificadas.



EN CIERTOS TRATAMIENTOS DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA SE UTILIZAN COMO COAGULANTES COMPUESTOS DE ALUMINIO, PARA ELIMINAR MATERIA ORGÁNICA, COLOR, TURBIDEZ Y CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

< 0,2 mg/l

GLOSARIO

Elementos metálicos: Cada uno de los elementos químicos buenos conductores del calor y de la electricidad, con un brillo característico, y sólidos a temperatura ordinaria, salvo el mercurio.

NITRATOS

Las prácticas de ganadería y agricultura intensiva o la quema de combustibles fósiles son factores que han contribuido de forma determinante a que la contaminación por nitratos, cuyos efectos negativos se dejan sentir de forma devastadora en el entorno, deje de ser un problema medioambiental para convertirse además en un potencial riesgo para la salud.



Los nitratos son compuestos presentes en la naturaleza que forman parte del ciclo del nitrógeno. En concreto es la **forma oxidada estable de ese ciclo**.



Su concentración en el agua superficial y en el agua subterránea suele ser baja (entre 5 y 10 mg/l) aunque puede alcanzar, en determinadas zonas, niveles muy elevados (por encima de 100 mg/l), debidos a la contaminación provocada por las explotaciones agrícolas, donde se utiliza el nitrógeno como **fertilizante químico**, y a la procedente del nitrógeno presente en las aguas residuales ganaderas, principalmente en los **purines del ganado porcino**, y en las aguas residuales urbanas insuficientemente depuradas.



Dado que la ingesta excesiva de nitratos, mayoritariamente aportada por las verduras en condiciones normales, puede provocar, una vez transformados en **nitritos** en el estómago de algunas personas, esencialmente lactantes, alteraciones de la capacidad de transporte de oxígeno en sangre (**metahemoglobinemia**), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la propia legislación sobre aguas de consumo humano (RD 140/2003) establecen una concentración máxima de 50 mg/l.

El grupo de población más sensible de poder verse afectado por la ingesta de nitratos incluye lactantes (especialmente los menores de tres meses), mujeres embarazadas y adultos con acidez gástrica reducida. Se aconseja, por lo tanto, que las personas incluidas dentro del citado grupo de riesgo se abstengan de consumir agua para beber o cocinar (preparar biberones en el caso de los lactantes) cuando dicha agua contenga concentraciones de nitratos superiores a 50 mg/L.



Los sistemas de control de la calidad del agua potable establecidos por la legislación vigente incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, de incidencias relativas a los nitratos en las aguas de cualquier abastecimiento. Así mismo, también incluye mecanismos para la propuesta de ejecución de acciones, entre ellas y en caso de ser necesario, los tratamientos y/o el uso de recursos alternativos del agua que permitan evitar cualquier riesgo para la salud. Estos sistemas pretenden prevenir en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida.



LA CONTAMINACIÓN PUEDE PROVENIR DE LAS EXPLOTACIONES AGRÍCOLAS, DONDE SE UTILIZA EL NITRÓGENO COMO FERTILIZANTE QUÍMICO, Y DEL NITRÓGENO PRESENTE EN LAS AGUAS RESIDUALES GANADERAS.

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

< 50 mg/l

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) también establece una concentración máxima de 50 mg/l.

GLOSARIO

Forma oxidada estable del ciclo del nitrógeno: El ciclo del nitrógeno consiste en la transformación de nitrógeno inorgánico u orgánico en amoníaco, después en nitrito y por último en nitrato. El nitrato es la forma estable más oxidada del ciclo, es decir, el compuesto de mayor carga positiva que no tiene tendencia a convertirse en otro compuesto.

Fertilizante químico: Compuesto o grupo de compuestos producidos artificialmente que se utilizan en la agricultura como nutrientes esenciales de las plantas.

Purines: Líquidos formados por los orines de los animales y lo que rezuma del estiércol.

Nitritos: Sales formadas cuando se reducen los nitratos.

Metahemoglobina: Se produce cuando el hierro que forma parte de la hemoglobina se altera y provoca que no se transporte bien el oxígeno a través del cuerpo, lo que en casos extremos puede llevar a la muerte de los tejidos.

Las aplicaciones de los sulfatos suelen variar enormemente según el metal al que están unidos. Así el sulfato sódico, por ejemplo, se utiliza en la fabricación del vidrio, como aditivo en los detergentes, etc. El sulfato de cobre se aprovecha en la fabricación de la viscosa según un determinado proceso. Yeso y barita se utilizan en la construcción y como aditivos en la fabricación de papel y cartulina. El sulfato de bario también se utiliza en medicina para realizar radiografías de contraste.

Presencia en el agua

Los sulfatos son compuestos que se encuentran presentes en el agua de forma natural, debido al lavado y la disolución parcial de materiales del terreno por el que discurre (formaciones rocosas compuestas de yeso principalmente y suelos sulfatados). Se han encontrado altas concentraciones tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales que proceden de fuentes naturales, es decir que no han estado sometidas a contaminación antropogénica. Estos compuestos también pueden aparecer en el agua a través de los desechos y vertidos industriales y de los depósitos atmosféricos.

Los sulfatos, tal y como aparecen en el agua de consumo, no son tóxicos, sin embargo en muy grandes concentraciones, se ha observado un efecto laxante acompañado de deshidratación e irritación gastrointestinal. Estas aguas tienen un sabor amargo rechazable inmediatamente por los consumidores. Así pues, la presencia de sulfatos en el agua de consumo puede causar un sabor perceptible por el consumidor, confiriéndole un sabor amargo o medicinal no agradable. Los **umbrales de sabor** (concentraciones en las que se percibe el sabor) oscilan entre 250 mg/l y 1000 mg/l según el tipo de sulfato asociado al sodio y calcio, respectivamente. Se considera que la alteración del sabor es mínimo para concentraciones inferiores a 250 mg/l.

Legislación

En la normativa vigente sobre las aguas de consumo humano (RD 140/2003, Anexo I, Apartado C) los sulfatos se clasifican como parámetros indicadores o de confort, fijándose su valor paramétrico en 250 mg/l. Por otra parte, no se establece un valor máximo para los sulfatos en las Guías de la Calidad del Agua de Consumo elaboradas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2004, sin embargo se recomienda que las administraciones sanitarias conozcan los recursos hídricos disponibles que superen los 500 mg/l.

Medidas correctoras y preventivas

No obstante el poco efecto que puede tener este parámetro sobre la salud, en España se han establecido sistemas de control de la calidad del agua, basándose en el RD 140/2003, en el que se incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, si es el caso, de incidencias relativas a los sulfatos en las aguas de cualquier abastecimiento. Estos mecanismos pretenden evitar en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida.



VISTA AÉREA DE UNA MINA DE YESO: LOS SULFATOS SE ENCUENTRAN DE FORMA NATURAL EN FORMACIONES ROCOSAS COMPUESTAS DE YESO PRINCIPALMENTE Y SUELOS SULFATADOS

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

< 250 mg/l

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que las administraciones sanitarias conozcan los recursos hídricos que superen los 500 mg/l.

GLOSARIO

Umbrales de sabor: Concentraciones en las que se percibe el sabor.

La mayor concienciación sobre la responsabilidad de la actividad humana sobre la degradación del medio, junto con los avances científicos producidos tanto en la detección como en el desarrollo de nuevos productos de control de plagas, han significado un cambio sustancial en el tipo de productos que son empleados para el control fitosanitario de las explotaciones agrícolas.

¿Qué es?

Los plaguicidas son unos compuestos que se subdividen, según el fin para el que fueron sintetizados, en: insecticidas, herbicidas, fungicidas, termiticidas, acaricidas, repelentes, etc. La mayoría de los plaguicidas utilizados hasta 1995 fueron prohibidos debido a su toxicidad, y esta prohibición se reguló en el Convenio de Estocolmo. A muchos de ellos se les conoce como compuestos orgánicos persistentes (DDT, aldrín, dieldrín, endrín, clordano, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex, toxafeno, etc.). En España la Orden de 28 de Febrero de 1986 prohibió la utilización y la comercialización de plaguicidas **organoclorados**.

Presencia en el agua

Sus efectos sobre la salud humana se basan en la posible incidencia de algunos de ellos sobre el sistema nervioso, el hígado, el riñón, etc., o los posibles efectos **carcinogénicos**. Desde el punto de vista de su posible toxicidad y efectos sobre la salud, cada plaguicida debe tratarse individualmente. Su uso en la agricultura intensiva produce disposiciones en el suelo que pueden contaminar, en especial, las aguas subterráneas. Además, si su uso se realiza sin ningún tipo de medida de seguridad por parte de los trabajadores y si el compuesto es tóxico, pueden producirse también efectos sobre la salud al absorberse por la piel o inhalarse por vía respiratoria.

Legislación

Por todo ello, atendiendo al principio de prevención relativo a la posibilidad de consumir agua durante toda la vida sin que ello suponga un riesgo para la salud, la normativa vigente sobre las aguas de consumo (RD 140/2003) fija el valor paramétrico de 0,5 µg/l de total de plaguicidas, y de 0,1 µg/l para el caso de plaguicida individual, salvo aldrín, dieldrín, heptacloro y heptacloro epóxido, en cuyo caso el límite se fija en 0,03 µg/l.

Medidas correctoras y preventivas

Los sistemas de control de la calidad del agua, establecidos en España basándose en el RD 140/2003, incluyen mecanismos de detección y comunicación inmediata, a la autoridad sanitaria y a la población, de incidencias relativas a los plaguicidas en las aguas de cualquier abastecimiento. Así mismo, el RD 140/2003 incluye mecanismos para la propuesta de ejecución de acciones, entre ellas y en caso de ser necesario, los tratamientos alternativos del agua que permitan evitar cualquier riesgo para la salud. Estos mecanismos pretenden prevenir en todo momento cualquier motivo de alarma injustificada en la población abastecida.



LOS HERBICIDAS
SELECTIVOS MATAN CIERTOS OBJETIVOS, MIENTRAS PRESERVAN LA COSECHA RELATIVAMENTE INDEMNEMENTE. ALGUNOS ACTÚAN INTERFERIENDO CON EL CRECIMIENTO DE LAS MALAS HIERBAS Y SE BASAN EN LAS HORMONAS DE LAS PLANTAS.

Valores paramétricos establecidos en la legislación:

RD 140/2003, DE 7 DE FEBRERO, POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS CRITERIOS SANITARIOS DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

- PLAGUICIDAS TOTALES: **0,5 µg/l**
- PLAG. INDIVIDUALES: **0,03 µg/l**
(SI SON ALDRÍN, DIELDRÍN, HEPTACLORO Y HEPTACLORO EPÓXIDO)
- PLAG. INDIVIDUALES: **0,1 µg/l**
(OTROS)

• La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el contenido total de dieldrín y aldrín se sitúe por debajo de los 0,03 µg/L.

GLOSARIO

Organoclorados: Compuesto químico orgánico, es decir, formado por un esqueleto de átomos de carbono, en el cual, algunos de los átomos de hidrógeno unidos al carbono han sido reemplazados por átomos de cloro.

Carcinogénico: Sustancia que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puede producir cáncer o aumentar su frecuencia.