

# ABASTECIMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE



Un acueducto es la manera habitual en las zonas urbanas de acceder al agua. En zonas periurbanas, donde se instalan ciertas industrias, pueden no tener este servicio (falta de voluntad política, problemas con tenencia de la tierra, ausencia de recursos financieros etc.), esto puede traer problemas de salubridad. Una empresa u organización puede ganar mucho interviniendo con soluciones para toda la comunidad que encerrándose en sí misma.

## 1.1 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Una correcta gestión del agua debe asegurar la durabilidad, el uso correcto del recurso y el manejo adecuado de las instalaciones que suministran el agua. Un primer paso a la hora de seleccionar una fuente de agua potable es realizar una medición de caudal.<sup>1</sup> Esta medición se realiza mediante el aforo de caudales de cauces naturales<sup>2</sup>. Para contextos de consumo humano, la norma recomienda un mínimo de 15 litros/persona/día.



<sup>1</sup>Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal etc. Por unidad de tiempo, comúnmente se mide en metros cúbicos/segundo.

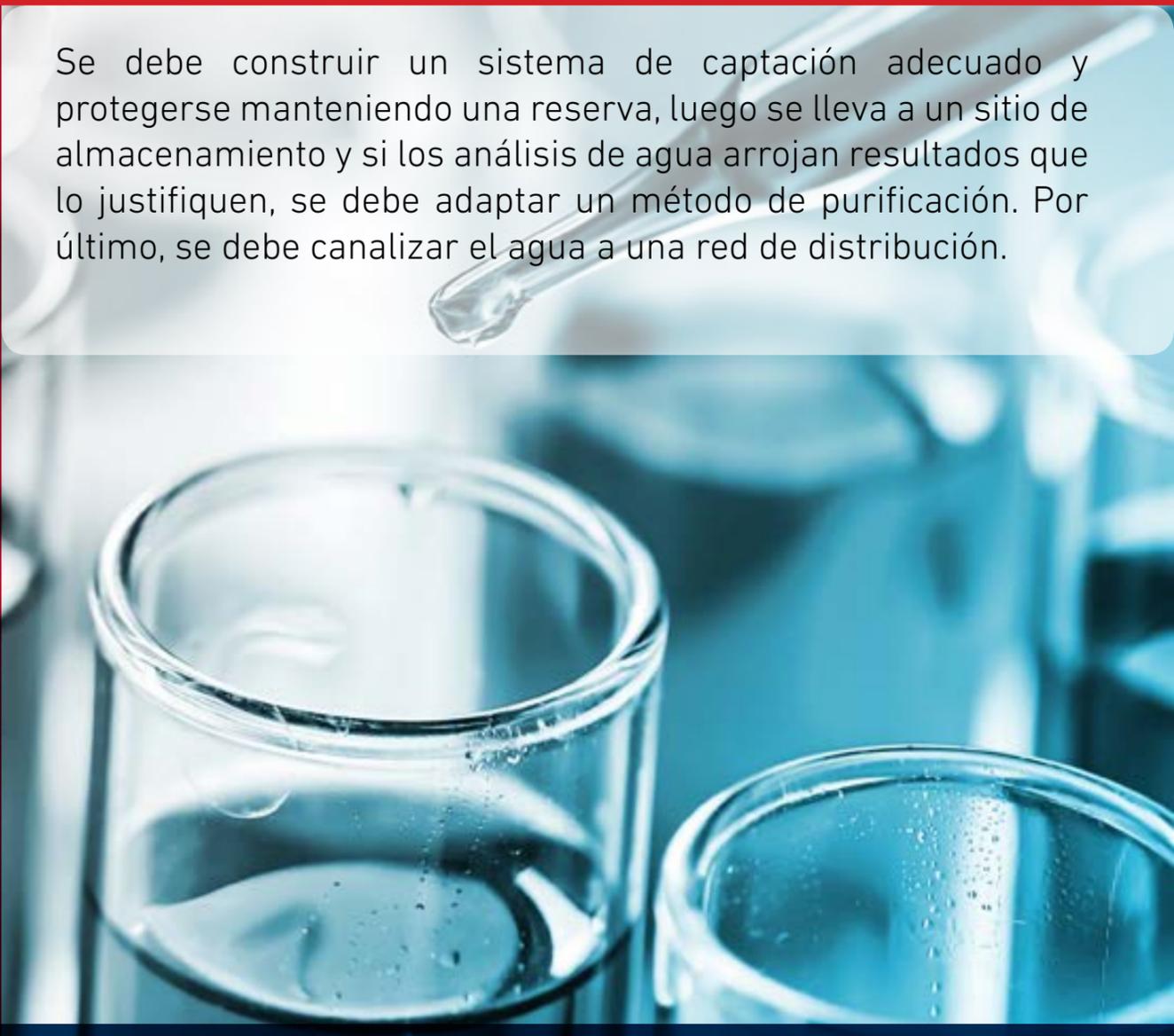
<sup>2</sup>Es la operación de medición del volumen de agua que transcurre en una sección determinada de la fuente de agua, en un intervalo de tiempo determinado

El abastecimiento se puede hacer de diferentes fuentes, en caso de no tener acceso al servicio público del acueducto, o que este no suministre la cantidad suficiente:

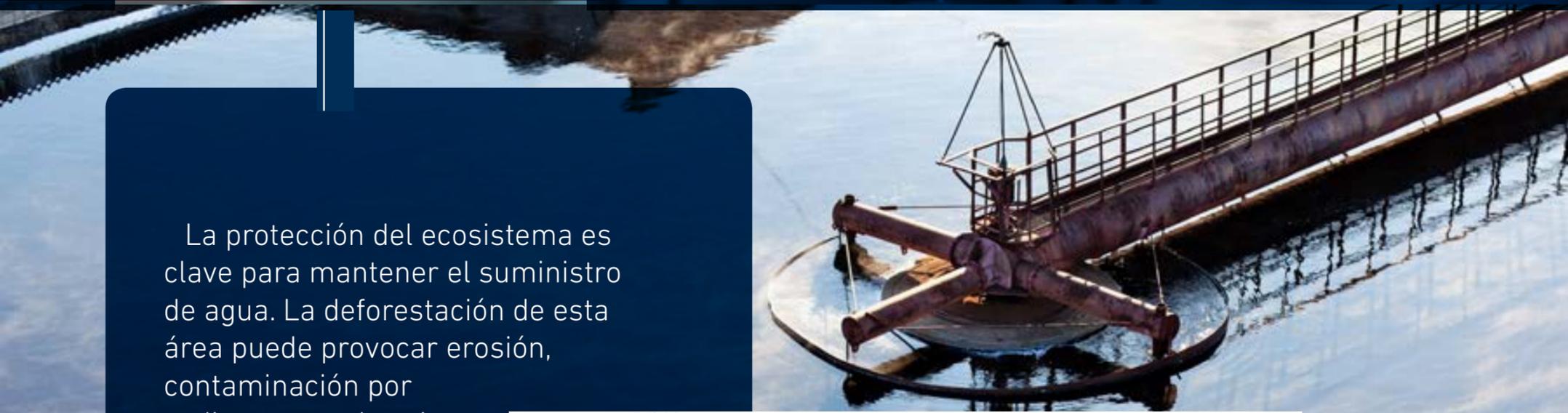
## •GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO DE FUENTES SUPERFICIALES

Es la que se puede extraer de quebradas o arroyos, se debe tener especial cuidado al seleccionar la fuente, por la ubicación de las instalaciones, zonas de pastoreo o cultivo aguas arriba de la bocatoma, el agua puede venir contaminada con diferentes vertidos, por ejemplo: fertilizantes, abonos, letrinas, excrementos de los animales de las zonas aledañas, entre otras



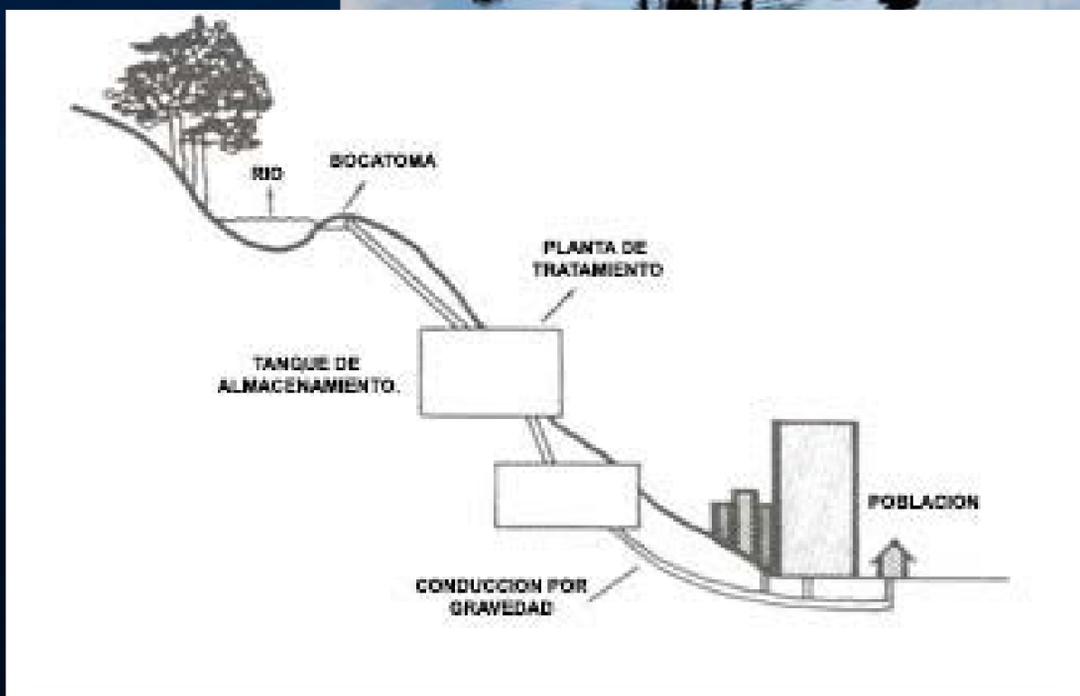


Se debe construir un sistema de captación adecuado y protegerse manteniendo una reserva, luego se lleva a un sitio de almacenamiento y si los análisis de agua arrojan resultados que lo justifiquen, se debe adaptar un método de purificación. Por último, se debe canalizar el agua a una red de distribución.



La protección del ecosistema es clave para mantener el suministro de agua. La deforestación de esta área puede provocar erosión, contaminación por sedimentos y deterioro de la obra construida; en su funcionamiento se debe invertir en realizar análisis periódicos del agua, la limpieza y protección de la fuente y del resto del sistema.

(Adaptado de Tipler, Mosca; 2005)

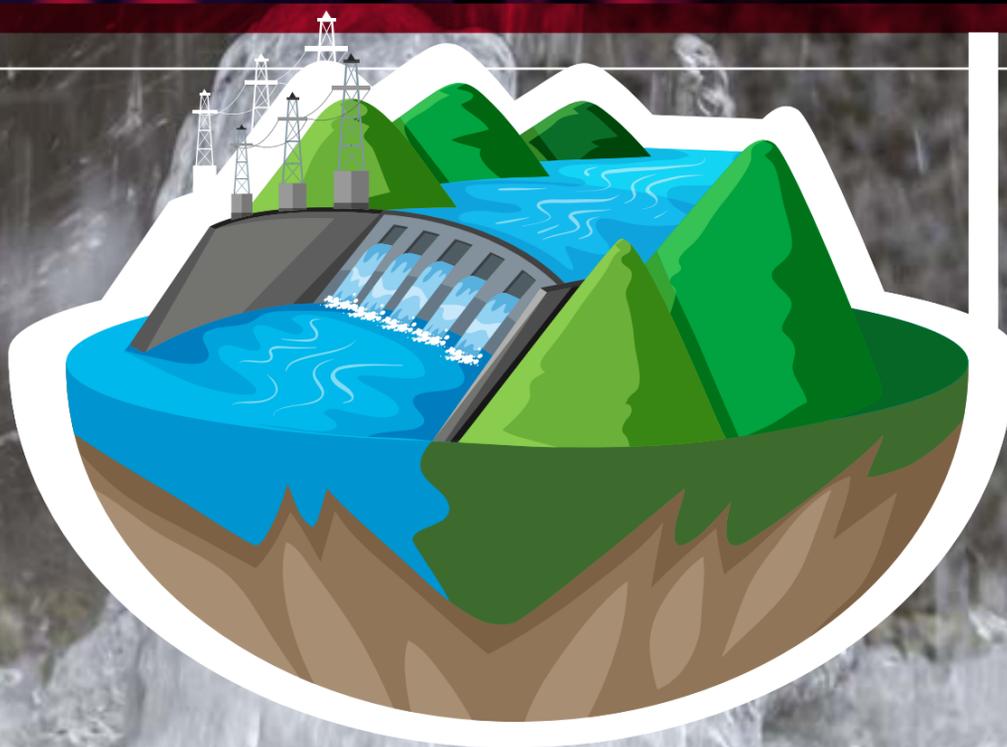


[https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad\\_del\\_agua/fontaneria\\_municipal/fontaneria\\_municipal.html](https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/fontaneria_municipal/fontaneria_municipal.html)

Imagen 2, Componentes de un sistema de captación de agua superficial

## GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO CON POZOS SUBTERRÁNEOS Y SISTEMA DE BOMBEO

Este sistema se ejecuta en sitios donde la fuente de agua superficial está muy lejos, contaminada o es más económico usar un acuífero<sup>3</sup>. Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando de este modo las aguas subterráneas. La explotación de éstas depende de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero. Es necesario tomar muestras de agua, casi nunca tiene problemas de contaminación biológica, pero puede presentar niveles altos de calcio, magnesio o hierro que afectan el sabor, olor o color del agua, en este caso se hace necesaria la instalación de bandejas aireadoras<sup>4</sup>.



<sup>3</sup> Son reservorios de agua que están ubicados debajo de la superficie terrestre.

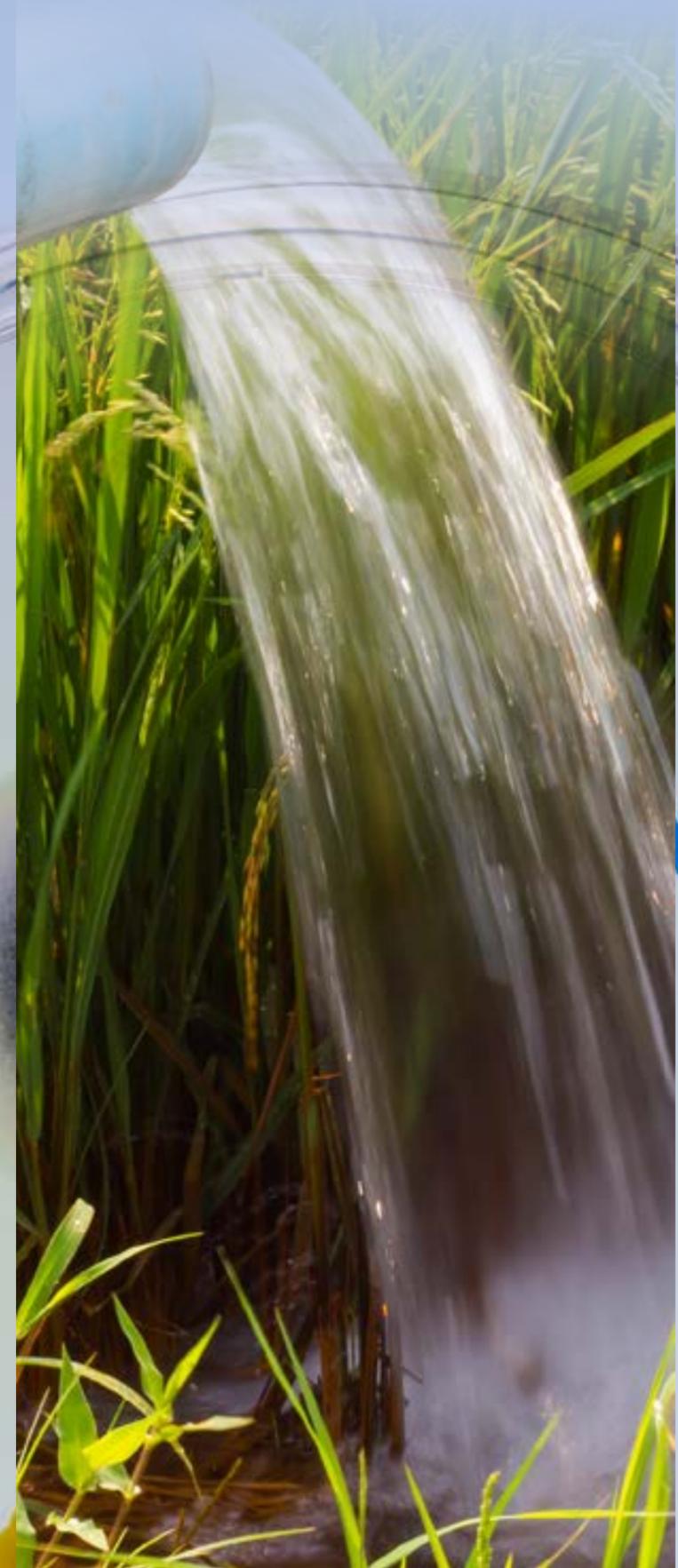
<sup>4</sup> Aceleran la interacción entre el agua y el aire. Se forman precipitados que se eliminan por sedimentación.

En su manejo es necesario calcular la instalación y trabajo de una motobomba para llevar el agua a un pozo cisterna y desde allí a un pozo elevado para luego abastecer directamente a la red de distribución.

Imagen 3. Sistema de abastecimiento de agua subterránea



Recuperado de: <https://m.olx.com.pe/q/instalacion-tanque-elevado/c-824?location=lima.olx.com.pe&page=2>



En caso de que los análisis arrojen contaminación microbiológica, se haría necesaria la instalación de un clorador entre el tanque cisterna y el pozo elevado.



Se emplea en aquellos casos en los que no es posible o no es suficiente obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Este sistema de gestión, recoge aguas de los tejados de las instalaciones y otras áreas de captación. La principal tarea es mantener limpia el agua cuidando el mantenimiento y aseo de tejados, canales y depósitos. Se recomienda la instalación de mallas y de filtros como sistema de pretratamiento. La motobomba puede funcionar a partir de combustible diésel, energía eléctrica, fuerza eólica o a partir de plantas solares. El mantenimiento requiere de formación técnica y en caso de reparaciones se debe acudir a técnicos cualificados y presupuestar repuestos.



Otras tareas de gestión serían: control de las horas de operación diaria<sup>5</sup>, suministro de combustible o energía, plan de mantenimiento periódico etc.

## GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

Se emplea en aquellos casos en los que no es posible o no es suficiente obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante. Este sistema de gestión, recoge aguas de los tejados de las instalaciones y otras áreas de captación. La principal tarea es mantener limpia el agua cuidando el mantenimiento y aseo de tejados, canales y depósitos. Se recomienda la instalación de mallas y de filtros como sistema de pretratamiento.

Se requerirán periódicamente reparaciones básicas en tejados y canales.

En algunos casos se requerirá de un sistema de bombeo, parecido al que se recomendó para los sistemas de abastecimiento de pozo subterráneo.

Imagen 3. Sistema de abastecimiento de aguas lluvias



### Componentes de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales



Recuperado de: <http://www.arquitecturayecosistema.com/agua-y-3-aprovechando-la-lluvia-2/>

Éste sistema de abastecimiento es ideal para complementar el consumo de una empresa u organización, siempre y cuando el régimen de lluvias justifique la inversión.

## 1.2 CALIDAD DEL AGUA

Los estándares de la calidad de agua para una empresa o industria dependen del uso que se le vaya a dar, el cual puede ser muy amplio. En el desarrollo de este capítulo nos vamos a concentrar en la calidad del agua para consumo humano, cuya calidad es responsabilidad del profesional en salud y seguridad para el trabajo, debido a las implicaciones en la salud e higiene de los trabajadores.

La calidad del agua depende del resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia (resolución 2115 de 2007).

Un sistema de tratamiento es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla apta para el consumo humano.



## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Se consideran físicas porque son perceptibles por los sentidos (vista, olfato o gusto), y tienen incidencia directa sobre las condiciones de aceptabilidad del agua; en combinación con otras variables pueden ser indicadores de contaminación.

El agua tiene varias características físicas, pero básicamente la norma es explícita en:

Tabla 2. Características físicas del agua según Res 2115/2007

Característica	Unidades	Valor máx. aceptable	Definición <sup>6</sup>
Color aparente	Unidades de platino cobalto UPC	15	Es transparente. El agua no posee un color determinado y deja pasar los rayos de la luz casi por completo, a menos que haya otras sustancias disueltas en ella y que sí posean un color determinado, como ocurre en las aguas ricas en materia orgánica, que es turbia.
Olor y Sabor	Aceptable o No aceptable	Aceptable	Es insípida. El agua no posee un sabor determinado (o en todo caso un sabor neutro), por lo que al ser ingerida tendrá el gusto, en todo caso, de aquello que esté disuelto en ella, como puede ser agua con azúcar o con sal. Es inodora. Tampoco tiene olor, excepto el que permanezca de aquellas otras sustancias disueltas en ella.
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de Turbiedad UNT	2	Es causada por las partículas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado, está asociada a la calidad estética del agua.
Conductividad eléctrica	Microsiemens/cm	1000	El agua común es un muy buen conductor de la electricidad, ya que las moléculas cargadas eléctricamente (iones) se asocian con facilidad a ella. Por eso la mayoría de las sales son solubles en agua.
PH – Potencial de Hidrógeno	Rango de PH	6.5 – 9.0	El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección

Adaptado: de Resolución 2115 de 2007

<sup>6</sup>Recuperado de: <https://www.caracteristicas.co/fisicas-del-agua/#ixzz5jDD1fDBH>



Relacionado con la calidad microbiológica del agua hay que tener en cuenta que normalmente aguas con alta turbidez – color aparente y alta conductividad eléctrica están relacionados con contaminación fecal. Por ejemplo: la contaminación de una fuente de agua con aguas residuales o fertilizantes aumenta la conductividad debido a la presencia de cloruros, fosfatos y nitratos.

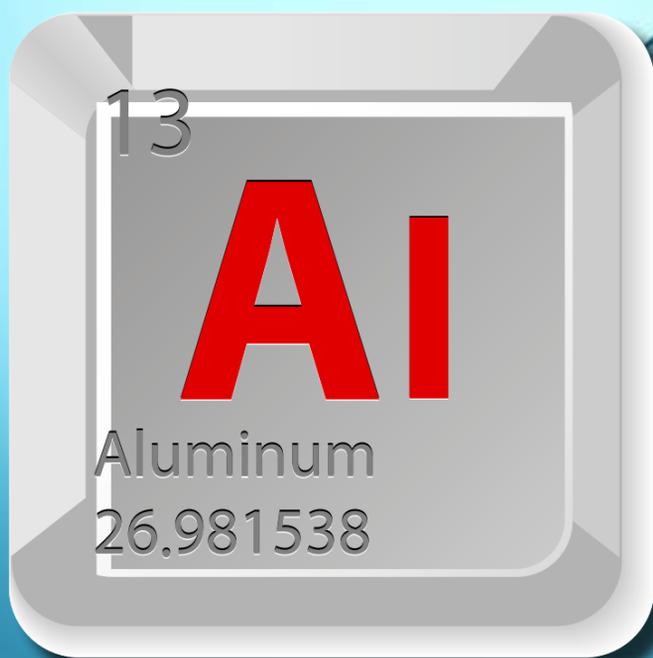
Una turbidez elevada permite que microorganismos patógenos se fijen a las partículas en suspensión.

También están relacionadas con la fuente: El agua lluvia presenta mínima contaminación biológica, baja turbidez y baja conductividad eléctrica. En aguas superficiales, sobretodo en épocas de lluvia es alta en turbidez, por lo que generalmente hay que realizar pre tratamiento para sólidos en suspensión y el agua subterránea normalmente es de buena calidad microbiológica, tiene baja turbidez, pero es necesario revisar los minerales disueltos en ella que pueden causar toxicidad o alterar el olor y sabor como el magnesio que puede amargar el agua y el calcio que puede tener un efecto laxante.

## • CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

La norma menciona 29 parámetros químicos de múltiples compuestos o elementos químicos disueltos en el agua, pueden ser de origen natural o industrial y serán benéficos o dañinos de acuerdo a su composición y concentración.<sup>7</sup>

Para un análisis de agua hay que tener en cuenta los llamados iones principales, son los más comunes<sup>8</sup>:



**Aluminio:** Es un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbidez del agua. El problema mayor lo constituyen las aguas que presentan concentraciones altas de aluminio, las cuales confieren al agua un pH bajo. Es recomendable analizar las aguas que han recibido tratamiento de floculación.

<sup>7</sup>Ver Resolución 2115 de 2007, sobre calidad del agua para consumo humano. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res\\_2115\\_de\\_2007.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_2115_de_2007.pdf)

<sup>8</sup>Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>

**Mercurio:** Se considera al mercurio un contaminante no deseable del agua, ya que es un metal pesado muy tóxico para el hombre. En el agua, se encuentra principalmente en forma inorgánica, que puede pasar a compuestos orgánicos por acción de los microorganismos presentes en los sedimentos. De estos, puede trasladarse al plancton, a las algas y, sucesivamente, a los organismos de niveles tróficos superiores como peces, aves rapaces e incluso al hombre.



**Plomo:** Prácticamente no existe en las aguas naturales superficiales, pudiendo detectarse su presencia en algunas aguas subterráneas. Su presencia en aguas superficiales generalmente proviene es consecuencia de vertidos industriales. En instalaciones antiguas, la mayor fuente de plomo en el agua de bebida proviene de las tuberías de abastecimiento y de las uniones de plomo. Si el agua es ácida, puede liberar gran cantidad de plomo de las tuberías, principalmente en aquellas en las que el líquido permanece estancado por largo tiempo. Es un veneno acumulativo, puede causar desórdenes neuropsicológicos y enfermedades cardiovasculares.

**Hierro:** Por lo general, no produce trastornos en la salud en las proporciones en que se lo encuentra en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua y no hacerla aceptable porque mancha la ropa o altera el sabor en bebidas calientes. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbidez y el color del agua. Tiene gran influencia en el ciclo de los fosfatos, lo que hace que su importancia sea muy grande desde el punto de vista biológico.



**Fluoruro:** Elemento esencial para la nutrición del hombre. Su presencia en el agua de consumo a concentraciones adecuadas combate la formación de caries dental, principalmente en los niños. Sin embargo, si la concentración de fluoruro en el agua es alta, podría generar "fluorosis" y dañar la estructura ósea, los efectos tóxicos ocurren con concentraciones excesivamente altas.



**Cobre:** En el agua potable puede existir debido a la corrosión de las cañerías de viviendas, la erosión de depósitos naturales y el percolado de conservantes de madera, también, por el sulfato de cobre que se aplica para controlar las algas en plantas de potabilización. En concentraciones muy altas la presencia de cobre da un sabor muy desagradable al agua.

**Cloruro:** En el agua potable, su presencia se debe al agregado de cloro en las estaciones de tratamiento como desinfectante. El cloruro, en forma de ion  $\text{Cl}^-$ , es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua, sin embargo, en altas concentraciones puede tener un sabor salado fácilmente detectable si el anión está asociado a los cationes sodio o potasio, pero el sabor no es apreciable si la sal disuelta es cloruro de calcio o magnesio, ya que en estos casos el sabor salado no se aprecia. A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo.

**Sulfatos:** Son un componente natural de las aguas superficiales y, en general, no se encuentran en concentraciones que puedan afectar a su calidad, pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua.

Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor amargo al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas le confiere propiedades corrosivas.

**Nitritos y nitratos:** Las concentraciones altas de nitratos generalmente se encuentran en el agua en zonas rurales por la descomposición de la materia orgánica y los fertilizantes utilizados. Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos. Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua.

**El ion nitrito** es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente en nitratos y que, generalmente, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos.

Se consideran perjudiciales para la salud ya que, en los intestinos, se adhieren a la hemoglobina, disminuyendo la transferencia de oxígeno a la sangre (metahemoglobinemia) y afecta especialmente a niños menores de 6 años.

## • CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Los parámetros microbiológicos se concentran en determinar la carga de Escherichia Coli y Coliformes fecales, los cuales son indicadores de contaminación fecal<sup>9</sup>. No todas son patógenas pero algunas cepas pueden causar diarrea en humanos, cólera, meningitis, bacteriemia y otras enfermedades.

Para evitar la contaminación microbiológica se hace necesario el tratamiento del agua, el método más utilizado es la cloración y el pretratamiento de partículas sólidas como sedimentadores y floculadores.

Algunas informaciones importantes que no se encuentran en los análisis de agua tiene indicadores biológicos:

Imagen. Aguas contaminadas por fosfatos y nitritos

Recuperado de <http://ecolisima.com/la-contaminacion-del-agua/>



Los vertebrados como ranas o sapos prefieren las aguas limpias y no pueden sobrevivir en aguas con poco oxígeno.

La muerte masiva de peces indica una reducción severa de oxígeno o una contaminación tóxica puntual. Un gran número de algas y plantas acuáticas indican contaminación por nitratos, fosfatos presentes en aguas industriales o aguas residuales.

El agua verde sucia, con algas azul verdosas indica que

son aguas residuales.



<sup>9</sup>La cantidad aceptable es menor a 1, según la norma

## OTROS RECURSOS

Caudal: métodos de medición.



Página Web

Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua para consumo humano



PDF

Estos enlaces no son producidos por la **Institución**, son un apoyo **adicional externo** que le suministramos a usted. En caso de daño de alguno de los links, por favor reportarlo a nuestra **Mesa de Ayuda**.