

CONTROL Y MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL PAE



¿Qué es la calidad del agua?

La calidad del agua es el término utilizado para caracterizar y describir esta sustancia conforme al uso para el cual es destinada. Es definida a partir del conjunto de características físicas, químicas y microbiológicas que la hacen apta para cumplir una función particular, como por ejemplo el consumo humano, preparación de alimentos, agricultura, ganadería y la industria, entre otros fines (UICN, 2018).

Estas características están definidas generalmente por una línea base que fija los parámetros mínimos para los cuales una muestra de agua es segura, o el estándar fijado por las leyes y normas específicas para cada uso. En síntesis, la calidad depende del uso que se quiera dar al agua. por ejemplo, una muestra de agua puede tener la calidad suficiente para uso recreativo, pero no puede ser suficiente para el consumo humano (UICN, 2018).

En el caso del PAE, toda la normatividad nacional que fija los estándares del agua es aplicable al programa para garantizar que el agua sea apta y segura para su consumo. Es necesario aplicar todas las herramientas que brinda esta normatividad para evitar la ocurrencia de alertas de salud pública por enfermedades ocasionadas por consumo de agua en mal estado.

Control y monitoreo de la calidad del agua



Como ya se mencionó, la calidad del agua para consumo humano es determinada por las características identificadas a partir de mediciones de parámetros en campo y análisis en laboratorio de una muestra de esta. Los resultados permitirán hacer la caracterización inicial de su calidad, al compararlos con el estándar definido para el agua óptima para consumo. En caso de no ser apta, el agua se debe someter a métodos de potabilización que permitan purificarla, de acuerdo con el grado de contaminación que se haya encontrado en los análisis.

Dentro de los parámetros a medir se conocen aquellos que por su naturaleza cambiante deben ser medidos en el lugar. De este grupo hacen parte el pH, la temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y la turbiedad. Todos estos parámetros, junto con características como los contenidos de metales y microorganismos contaminantes en el agua, se deben monitorear o supervisar para garantizar que se mantenga la calidad en el tiempo.

Así, el monitoreo de la calidad del agua se debe controlar los parámetros en un orden y metodología rigurosa para conocer su calidad y tomar decisiones sobre su consumo o tratamiento a tiempo. “Gracias al monitoreo es posible establecer límites asociados a los parámetros de control, generar alertas tempranas y adoptar medidas correctoras; antes de que el agua se convierta en no apta para un uso determinado” (OMS, 2006).

Ahora bien, llegado a este punto es necesario hablar del objetivo del monitoreo, periodicidad y definición de parámetros en un control de la calidad del agua. Para definir un buen parámetro de seguimiento, se debe considerar que:

- ✦ Sea representativo de las sustancias que se espera encontrar en el agua y/o de los objetivos de muestreo.
- ✦ Sea medible y contrastable con un estándar definido.
- ✦ Se pueda medir con frecuencia suficiente para evidenciar tendencias.
- ✦ Permita establecer alertas tempranas y medidas correctivas.
- ✦ El costo de su determinación sea correspondiente a la importancia que tiene.
- ✦ Sea un buen indicador de otros parámetros que son más complejos o costosos de medir, como por ejemplo la conductividad eléctrica.
- ✦ Los resultados obtenidos sean entendibles y se puedan comunicar fácilmente (UICN, 2018).

En este sentido, es obligatorio que en el PAE la frecuencia del monitoreo efectivo de la calidad del agua, en primer lugar, se realice de forma participativa o, en otras palabras, bajo un proceso colaborativo e intersectorial para recoger y analizar la información de su calidad involucrando a actores como los acueductos y secretarías de salud municipales, las alcaldías, y diversas entidades y organizaciones que permitan monitorear y recoger información creíble del recurso para anticiparse y establecer medidas correctivas o de contingencia a tiempo.

Luego de elegir los parámetros o indicadores a monitorear, la frecuencia se debe definir de tal forma que se puedan evidenciar tendencias y detectar cambios en los parámetros que afecten la calidad del agua utilizada en el PAE. Es más recomendable realizar el control frecuente con más de un parámetro, verificando por ejemplo turbidez, pH, los sólidos suspendidos y el cloro residual.

Adicionalmente, se recomienda realizar un monitoreo periódico con análisis de laboratorio de las condiciones de calidad del agua, evaluando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos definidos por la Resolución 2115 de 2007. Estos análisis se pueden coordinar como un monitoreo participativo con los actores del PAE y las instituciones, y pueden realizarse de nuevo ante circunstancias atípicas, como alertas microbiológicas, lluvias, y vertidos incontrolados, etc. (UNAZAM, 2010).

Parámetros de medición en campo



Para la calidad del agua los parámetros a medir en el lugar son:

- ✦ **pH:** parámetro del agua relacionado con la acidez o alcalinidad. El rango normal para la vida acuática es de 6 a 9. Para consumo humano lo ideal es que este entre 6,5 y 8,5 unidades de pH.
- ✦ **Temperatura:** influye de manera directa en la toma de los parámetros como la conductividad, el pH y el oxígeno disuelto, entre otros. Además, puede indicar información sobre su origen, así como favorecer el desarrollo de microorganismos e intensificar los olores y sabores, en algunos casos, a temperaturas superiores a 15 °C.
- ✦ **Turbiedad:** indica el grado de transparencia u opacidad. Este es un fenómeno óptico que se puede constatar cuando el agua contiene una alta carga de partículas o materiales en suspensión que no permiten que la luz pase a través de ella. Cuanto más sucia o contaminada por material en suspensión en el agua, mayor será su turbiedad. Esta medición se realiza con un equipo nefelométrico y se expresa el valor medido como Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT). (UNAZAM, 2010).
- ✦ **Cloro Residual.**



En general, la medición de turbiedad se hace con un equipo nefelométrico. Los demás parámetros se pueden medir con equipos individuales, como el pH, que se realiza con un medidor de electrodo o un papel indicador de pH, y la temperatura con un termómetro digital. También es posible realizar las mediciones de oxígeno disuelto, conductividad, pH, temperatura y turbiedad con un equipo multiparamétrico.

Existen otros parámetros de calidad del agua que no se verifican durante una medición en campo con un equipo multiparamétrico como los anteriores (con excepción de la turbidez), si no que es necesario determinarlos en laboratorio. Entre estos parámetros se destacan los inorgánicos:

- ★ **Físicos:** turbiedad, color, sólidos totales, sólidos totales disueltos, sólidos totales en suspensión y sólidos sedimentables.
- ★ **Iones principales:** Nitratos, Nitritos, Sulfato, Fosfatos, Cianuro WAD (Cianuro disociable con ácido Débil) total y libre; cloruros; dureza total y cálcica, alcalinidad total, acidez.
- ★ **Metales disueltos:** incluye todos los iones metálicos cuyo tamaño de partícula sea menor de 0.45 μm (Al, B, Ca, Mg, Ag, Ni, K, Si, Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu, Hg y As).
- ★ **Metales totales:** todos los iones metálicos en una muestra no filtrada (Al, B, Ca, Mg, Ag, Ni, K, Si, Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As). (UNAZAM, 2010).

Otra clasificación de parámetros importantes en la calidad del agua son los biológicos:

- ★ Coliformes totales.
- ★ Coliformes fecales o Termotolerantes.
- ★ Huevos de helmintos.
- ★ Larvas de helmintos.
- ★ Bacterias heterotróficas.
- ★ Escherichia Coli.
- ★ Salmonella.
- ★ Pseudomona Aeuroginosa. (UNAZAM, 2010)

Por otro lado, existe la clasificación de los parámetros orgánicos, en donde se evalúa:

- ✦ Aceites y grasas.
- ✦ Hidrocarburos totales de petróleo.
- ✦ DBO5.
- ✦ DQO+. (UNAZAM, 2010)

Por último, también es válido evaluar el Cloro Residual del agua potable proveniente de acueductos municipales que realicen tratamiento de agua para potabilización con cloro.

Normatividad en el PAE



A nivel normativo, el Anexo técnico de calidad e inocuidad para el PAE, de la Resolución 0335, establece que las Entidades Territoriales deben tener un programa de monitoreo de calidad del agua. El objetivo principal es “garantizar el servicio continuo de agua potable para la alimentación escolar, estableciéndose como puntos críticos o variables de control el número de hidrantes en las áreas de ensamble y almacenamiento o comedor escolar, así como la presión del caudal de agua en estos y la limpieza y mantenimiento de los tanques de reserva”. (UApA, 2021).

Por consiguiente, las áreas como los lugares de almacenamiento, ensamble y distribución de los alimentos, así como los comedores escolares deben contar con un tanque o recipiente de agua potable con la capacidad suficiente para atender como mínimo las necesidades correspondientes a un día de producción. Estos tanques deben mantener siempre las condiciones de limpieza y desinfección que garanticen el agua apta para el consumo en la preparación de los alimentos y la operación del PAE.

Por otra parte, las ETC deben coordinar con el servicio de acueducto y con las autoridades de salud de la jurisdicción las alertas relacionadas con el agua que llega a todos los sitios de operación del PAE, así como sus métodos de potabilización. En las zonas donde no se cuente con suministro de agua potable de una red de acueducto es necesario que la ETC especifique y detalle el método de potabilización del agua de consumo directo o en preparaciones alimentarias, así como la usada en procedimientos de limpieza y desinfección de alimentos y lugares.

Todas las normas nacionales del agua para consumo humano son aplicables al Programa de Alimentación Escolar. Por tanto, a nivel nacional se cuenta con estas tres normas:

- La Resolución 2115 de 2007 “Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano”.
- La Resolución 1096 de 2000 que “adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS.”
- El Decreto 1575 de 2007 que “establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano”.

En la primera, la Resolución 2115 se fijan las características fisicoquímicas para el agua de consumo humano, como se muestra a continuación:

Característica	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2
Conductividad	Unidades de microsiemens/cm	1000 microsiemens/cm. La medida debe tener en cuenta los valores habituales y supervisar cualquier incremento que refleje un aumento de la cantidad de sólidos disueltos.
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidades de pH	Entre 6,5 y 9,0

Además, establece las características químicas del agua para su consumo. En particular, las asociadas a los límites de las sustancias o compuestos adversos para la salud humana. Así pues, se establecen valores máximos para Carbono Orgánico Total, Nitritos, Nitratos, Fluoruros, Antimonio, Arsénico, Bario, Cadmio, Cianuro libre y disociable, Cobre, Cromo Total, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio, Trihalometanos Totales e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), entre otros.

Se fijan los parámetros químicos mínimos para las concentraciones de plaguicidas y demás sustancias perjudiciales para el ser humano. También se mencionan, en el Artículo 9º de la Resolución 2115, los límites permitidos para sustancias utilizadas en la potabilización de agua, en particular para el aluminio y otras sustancias coagulantes, además de admitir los valores máximos aceptables en el agua de las demás sustancias definidas en las Guías de la Calidad de Agua vigentes de la Organización Mundial de la Salud y adoptadas por el Ministerio de la Protección Social.

Por otra parte, en el agua después de potabilización el valor aceptable del cloro residual libre debe estar comprendido entre 0,3 y 2,0 mg/L en cualquier punto de la red de distribución para consumo humano.

En cuanto a las características microbiológicas, se define que el agua potable debe tener ausencia de Unidades Formadoras de Colonia con cualquier análisis para *Escherichia coli* y Coliformes Totales en una muestra. Además, se señala que, ante la presencia de cualquier otro microorganismo patógeno, las autoridades ambientales y sanitarias incorporarán en el mapa de riesgo, sus hallazgos y las acciones a seguir.

Por último, el capítulo IV de esta Resolución agrega el instrumento para caracterizar el agua integrando varias de estas variables antes mencionadas, en lo que se conoce como el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA). “El valor del IRCA es cero (0) puntos cuando cumple con los valores aceptables para cada una de las características físicas, químicas y microbiológicas contempladas en la resolución y cien puntos (100) para el más alto riesgo cuando no cumple ninguno de ellos.” (Resolución 2115 de 2007).

Este índice es una herramienta para la clasificación del riesgo de la calidad del agua que debe ser utilizada como fuente de información por la Entidades Territoriales en el marco de su gestión territorial en la planeación del PAE, acorde con la cooperación institucional que se debe tener con las autoridades sanitarias de los municipios y el Instituto Nacional de Salud.

La segunda norma es la Resolución 1096 de 2000, allí se fijan otros parámetros y responsabilidades de las entidades encargadas del suministro agua potable y los municipios, en particular con relación a la frecuencia de los análisis para garantizar calidad del agua suministrada, definida por ellos como óptima o aceptable, con los siguientes requerimientos de calidad:

Parámetros	Unidades	Resultados a los análisis en t_{90}
Oxígeno disuelto	mg /L	menor o igual a 4 mg /L
pH Promedio	Unidades de pH	6.0 - 8.5
Turbiedad	(UNT)	menor a 2
Color Verdadero	(UPC) * UPC: Medición de color en Unidades Platino Cobalto	menor a 10
Gusto y Olor	Cualitativo	Inofensivo
Cloruros	(mg /L - Cl)	menor a 50 mg /L - Cl
Fluoruros	(mg /L - F)	menor a 1.2 mg /L - F
DBO 5 días		
Promedio Mensual	mg /L	menor o igual a 1.5 mg /L
Máximo diario	mg /L	1 - 3
Coliformes Totales		
Promedio Mensual	(NMP/ 100 mL) *NMP: Número más probable de la densidad microbiana o también llamada técnica de dilución en tubo	0 - 50

Fuente: Resolución 1096 de 2000 | Ministerio de Desarrollo Económico.

Normatividad de lavado de tanques



La tercera norma aplicable en el PAE es el Decreto 1575 de 2007 que establece que los tanques de almacenamiento de agua requieren de lavado y desinfección periódico para garantizar el agua de consumo humano en cualquier edificación que conglomere individuos.

El lavado de los tanques se debe realizar mínimo dos (2) veces al año como lo determina el Decreto. No obstante, la cantidad de lavados puede aumentar en situaciones particulares, como cuando sean detectados daños o infiltraciones en los tanques, las redes de suministro y las tuberías. En estos casos es necesario realizar un lavado y desinfección adicional después de las reparaciones.

En síntesis, tanques, acometidas y redes internas de tubería siempre deberán estar en buenas condiciones para preservar la calidad del agua suministrada y, de esta manera, ayudar a evitar problemas de salud pública.

Esta normativa es aplicable a edificios, fábricas de procesamiento de alimentos, conjuntos habitacionales, hospitales, colegios y cualquier otro tipo de edificación que congregate personas. Por consiguiente, es de obligatorio cumplimiento en las instalaciones de la operación del PAE.

De igual modo, es necesario realizar estos procesos de limpieza tomando todas las medidas necesarias para prever afectaciones en la operación del programa por el corte de agua, de tal forma que no influya en la entrega del complemento alimentario. Adicionalmente, la autoridad sanitaria de los departamentos, distritos o municipios podrá realizar inspección cuando lo considere pertinente, como lo establece la norma.

Métodos de potabilización de agua



Por lo que se refiere a los métodos o tratamientos de potabilización de agua se define como el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua, con el fin de modificar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para hacerla apta para el consumo humano. Entre estos métodos se encuentra los físicos como el filtrado, coagulación, sedimentación y químicos como la adición de cloro como desinfectante y otras coagulantes. Además de los mencionados por la caja de herramientas del Anexo de calidad e inocuidad de la Resolución 0335 para el PAE referentes a las Guías para la calidad del agua de la OMS.

El cloro es uno de los productos químicos más utilizados como método de potabilización de agua limpia porque es un método económico y efectivo, además de ser seguro para las personas en las concentraciones adecuadas. Es agregado al agua para la eliminación de organismos patógenos y desinfección. El cloro se añade en una cantidad suficiente y estándar para destruir la mayoría de los organismos causantes de las enfermedades, este se va consumiendo a medida que va destruyendo los microorganismos y, al final, queda un poco de cloro residual que permanece en el agua para neutralizar una nueva contaminación dentro de la tubería de transporte y distribución de agua potable.

En consecuencia, al analizar la existencia del cloro residual en el suministro de agua se puede inferir que el contenido de microorganismos peligrosos se ha eliminado y es seguro consumirla. Este método de cloración utiliza, por lo general, la adición de una concentración de cloro de 2,5 mg/L para obtener después del tiempo la eliminación de todos los microorganismos (alrededor de 30 minutos) y el transporte una concentración final entre 0,3 mg/L y 0,5 mg/L en los puntos más lejanos a la planta de tratamiento del agua. Otros procesos de tratamiento en función de complejidad y costo son los siguientes:

Clasificación de procesos de tratamiento del agua en función de su complejidad técnica y costo

Categoría de complejidad	Ejemplos de procesos de tratamiento
1	Cloración simple Filtración sencilla (rápida o lenta, en arena)
2	Precloración y filtración Aeración
3	Coagulación química Optimización de procesos para el control de los SPD
4	Tratamiento con carbón activado granular (CAG) Intercambio de iones
5	Ozonización
6	Procesos de oxidación avanzados Tratamiento con membranas

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2006) | Guías para la calidad del agua potable, tercera edición.

Cualquiera de los métodos sugeridos en la tabla anterior debe sustentarse y documentarse por las Entidades Territoriales de manera precisa, de acuerdo con el nivel de contaminación y tipo de contaminante que se quiera tratar para el suministro de agua en el PAE.

De otra parte, en dado caso que se considere recomendar hervir el agua como método de tratamiento ante presencia de microorganismos, se debe tener en cuenta que esta es una medida drástica que debe aplicarse solo cuando existan pruebas de que la recomendación es efectiva y necesaria para reducir un riesgo sustancial para la salud pública. No obstante, es importante tener en cuenta que hervir el agua no es un medio eficaz ni suficiente de reducir el riesgo, en particular porque no es adecuada como tratamiento de contaminantes químicos en el agua. (OMS, 2006)

Para finalizar, es importante precisar que “cuando se utilice un desinfectante diferente al cloro o cualquiera de las formulaciones o sustancias que utilicen compuestos distintos para desinfectar el agua para consumo humano, los valores aceptables para el residual correspondiente u otras consideraciones al respecto, serán los reconocidos por la Organización Mundial de la Salud y adoptados por el Ministerio de la Protección Social, quien tendrá en cuenta el respectivo concepto toxicológico del producto para expedir el concepto técnico”. (Resolución 2115, 2007). Sin olvidar que el objetivo es brindar un servicio de agua en óptimas condiciones para el programa de alimentación escolar.



Unidad de Alimentación Escolar, Alimentos para Aprender – UApA. (2021). Anexo Técnico de Calidad e Inocuidad - Resolución 0335 de 2021.

Facultad de Ciencias del Ambiente - Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, UNAZAM. (2010). Protocolo de Monitoreo de agua- Laboratorio de calidad ambiental. Univie.ac.at. https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf

Oficina del Asesor Cumplimiento Ombudsman - Banco mundial (CAO). (2008). Monitoreo Participativo del Agua. Guía para Prevenir y Manejar el Conflicto. Recuperado el 10 de mayo de 2022, de <https://www.cao-ombudsman.org/sites/default/files/2021-06/watermonsp.pdf>

Organización Mundial De La Salud. (2009). Medición del cloro residual en el agua. Disaster-info.net. <http://www.disaster-info.net/Agua/pdf/11-CloroResidual.pdf>

Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la calidad del agua potable, tercera edición: Volumen 1 - Recomendaciones. Tercera ed. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.

Organización Mundial de la Salud. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda. Who.int; World Health Organization. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>

Organización Mundial de la Salud. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano: Cuarta edición que incorpora la primera adenda. Who.int; World Health Organization. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN (2018). iucn.org. Guía de monitoreo participativo de la calidad de agua. Recuperado el 10 de mayo de 2022, de <https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia-monitoreo-participativo-calidad-agua-digital.pdf>

Resolución 2115 de 2007 [Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. 22 de junio de 2007

Decreto 1575 de 2007 [Presidencia de la República de Colombia]. Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. 9 de mayo de 2007

Resolución 2190 de 1991 [Secretaría Distrital de Salud – Bogotá D.C.]. Por la cual se reglamentan las condiciones para transporte de agua en carrotanque, lavado y desinfección de tanques de almacenamiento domiciliario y Empresas que realizan la actividad de lavado y desinfección de tanques domiciliarios. 4 de octubre de 1991

Resolución 1096 de 2000 [Ministerio de Desarrollo Económico]. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. 17 de noviembre del 2000