Regulaciones sobre turbiedad de agua y medidas que toman las empresas sanitarias para abordar problema

Casos de Chile, España, Israel, Países Bajos y Singapur

Autor

Eduardo Baeza G.
Email: ebaeza@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3902

Nº SUP: 142.256

Resumen

La turbidez del agua es un parámetro relevante en el control de la calidad del agua para consumo, referido a los sólidos dispersos y las partículas en suspensión en el agua, que podrían portar contaminantes microbiológicos, químicos y otros, nocivos para la salud humana. Este parámetro se mide principalmente en Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNF/NTU).

La OMS (2017) publicó un informe técnico dirigido a reguladores y operadores de suministros de agua potable, que presenta directrices específicas para la turbidez en las diferentes etapas de la producción y distribución de agua potable, que en su punto de uso final no debe superar en ningún caso las 5 NTU, e idealmente estar por debajo de 1 NTU.

Los países estudiados, en general, dentro de sus regulaciones, definen como parte de sus requisitos de calidad del agua de consumo humano, un parámetro de turbiedad dentro del rango señalado por la OMS, salvo Países Bajos que está en proceso de actualización de su Reglamento respectivo, pero sigue los estándares europeos sobre la materia (Directiva (UE) 2020/2184), donde se indica solo que la turbidez debe ser aceptable para los consumidores y sin cambios anómalos. Además, las normativas estudiadas se enfocan en los tratamientos de las aguas; en la evaluación y monitoreo de los diversos parámetros de calidad del agua, desde la fuente hasta el grifo y; las medidas a tomar en caso de incidencias.

Frente a las incidencias o situaciones de emergencia, que afecten la calidad del agua, en particular una excesiva turbiedad, no se dispone, dentro de las regulaciones revisadas, de un marco de referencia que especifique criterios y complejidades técnicas para instalaciones en estos casos específicos.

Introducción

En el presente informe se explican las causas de la turbiedad del agua y las medidas que deben implementar las empresas sanitarias para enfrentar este tipo de emergencia, especialmente las reservas de agua y sus características. Se presentan las regulaciones sobre la materia en Chile y el extranjero, en países como España, Israel, Países Bajos y Singapur.

En la elaboración de este documento se recurrió a diversas fuentes especializadas sobre el tema y las principales regulaciones de los países analizados.

Las traducciones son propias del autor.

Definiciones previas

La turbidez del agua es un parámetro relevante en el control de la calidad del agua para consumo. Se refiere a los sólidos dispersos y las partículas en suspensión en el agua, que pueden actuar como portadores de contaminación microbiológica y, propiciar la adhesión de metales pesados, compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas. Por otra parte, el control de la turbidez del agua se relaciona directamente con la eficacia de los procesos de desinfección, tanto químicos como físicos[1].

En cuanto a las partículas en suspensión, no solo son inertes sino que también puede ser materia orgánica, la que inhibe el efecto de los biocidas al reaccionar con la materia orgánica. Esta reacción puede dar lugar a la formación de subproductos de la desinfección, como los trihalometanos y las tricloroaminas, nocivos para la salud humana[2].

La medición de la turbidez, se basa en la propiedad óptica de una suspensión, que hace que la luz se disperse y no se transmita a través de las partículas presentes. La norma ISO 7027-2016[3], parte 1, establece los métodos cuantitativos principales para la determinación de la turbidez del agua, utilizando nefelómetros o también llamados turbidímetros ópticos, que miden la intensidad de la luz dispersada cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua. Este método se aplica al agua de baja turbidez (entre <0,05 y 400 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNF/NTU[4])), recomendado para la medición en aguas de consumo humano. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la turbidez de estas aguas no debe superar en ningún caso las 5 NTU, e idealmente estar por debajo de 1 NTU[5].

Los factores que afectan la turbidez pueden ser naturales o humanos. En los factores naturales destacan: algas y nutrientes excesivos; sedimento suspendido de la erosión y el transporte de este; el clima estacional y eventos de tormentas y; la morfología local de la corriente (sedimentos depositados o erosionados). En los segundos, están: la erosión debido a la eliminación de la vegetación ribereña, cambios en la morfología de la corriente o los modelos del flujo de la corriente y; la carga excesiva de

[1] Revista Higiene Ambiental (2018).
[2] Ibídem
[3] Norma ISO 7027-1: 2016.
[4] La unidad de medida adoptada por el Estándar ISO es el UNF (Unidad de Formazina Nefelométrica) es idéntica al NTU (Unidad Nefelométrica de Turbidez)
[5] OMS (2017).

nutrientes y crecimiento de algas. En general, el nivel de turbidez varía de la carga de nutrientes, la geología y las dinámicas de la corriente[6].

Regulaciones en Chile y el extranjero

La OMS (2017)[7] publicó un informe técnico dirigido a reguladores y operadores de suministros de agua potable, que proporciona información sobre el uso y la importancia de la turbidez en el agua potable. Este informe señala que la turbidez es un indicador útil que puede proporcionar información valiosa rápidamente y a un costo relativamente bajo.

La medición de este parámetro es aplicable en una variedad de entornos, desde sistemas pequeños con pocos recursos hasta grandes plantas de tratamiento de agua. También, se consigan que esta puede tener implicaciones tanto para la seguridad del agua como para la estética del suministro de agua potable, aunque no siempre representa un riesgo directo para la salud pública. Sin embargo, puede indicar la presencia de microorganismos patógenos y ser un indicador efectivo de eventos peligrosos en todo el sistema de suministro de agua[8].

El mismo informe, destaca la importancia de medir la turbidez para:

- Monitorear el desempeño de las medidas de control en los planes de seguridad del agua (WSP, por sus siglas en inglés);
- Evaluar la eficacia de la coagulación, clarificación, filtración, desinfección y gestión de los sistemas de distribución;
- Seleccionar entre fuentes de agua alternativas y;
- Determinar la aceptabilidad del agua potable para los consumidores

No obstante, se advierte que la turbidez podría ser interpretada de manera incorrecta si no se consideran las diferentes relaciones entre la turbidez y la calidad del agua potable.

A continuación, en la Tabla 1 se presenta una síntesis de los objetivos de turbidez en diferentes etapas del proceso de producción de agua para el consumo humano, desde la fuente hasta el punto de uso del recurso.

Tabla 1. Resumen de los principales objetivos de turbiedad de agua

Etapa del Proceso	Objetivo de Turbidez o indicadores de contaminación	Observaciones
En la fuente de agua	• Cambios rápidos en la turbidez (aguas superficiales o subterráneas).	• Indicios de contaminación provocados por fenómenos medioambientales o por entrada de contaminantes por infraestructura de agua subterránea.

[6] Folleto Informativo Turbidez de California.
[7] OMS (2017).
[8] Ibídem.

	• Turbidez cambia en periodos más largos.	Investigar para definir cambios en el WSP. • Puede indicar cambios en la cuenca de captación, lo que debe investigarse para definir medidas adecuadas.
Tratamiento de agua	• En la filtración, el objetivo es de 0,3 a 1 NTU, en el 95% de las muestras tomadas cada mes, dependiendo del tipo de filtración tradicional usado. En filtración por membrana (micro o ultra filtración) el objetivo es menor a 0,1 NTU. • En la desinfección, el objetivo ideal es por debajo de 1 NTU, pero en empresas sanitarias de mayores recursos se podrían lograr promedios de turbidez desde 0,2 NTU hacia abajo. En sanitarias con menos recursos, el objetivo debiera ser mantenerse por debajo de los 5 NTU.	• La turbidez del agua filtrada debe controlarse de manera continua en línea o con una frecuencia que permita la detección a tiempo los problemas de calidad del filtrado. • Con niveles de turbidez por sobre 1 NTU se requieren dosis de desinfección o tiempos de contacto mayores. Al igual que la filtración se debe mantener el mismo principio de la frecuencia de control del proceso.
Sistemas de distribución y almancenamiento	• Aumento inesperado de turbidez.	• Producto de fallos o eventos como rotura de tuberías, re-suspensión de sedimentos, reflujos, escamas de óxido, entre otros. • Se puede aplicar refuerzo de cloro en estas etapas, acorde con orientaciones respectivas. • Control del sistema de distribución en puntos clave como a la salida de los depósitos de agua tratada y en grifos de consumidores.
Punto de uso	• Idealmente por debajo de 1 NTU	• El agua cristalina tiene una turbidez por debajo de 1 NTU y por sobre 4 NTU el agua es visiblemente turbia, lo que debe investigarse, ya que puede reflejar fallos en el sistema o infracciones de la distribución. • Cuando se almacena agua doméstica (lluvia u otra), el aumento de la turbidez por sobre 1 NTU refleja un deterioro de la calidad del agua, lo que puede requerir mayores dosis de desinfección o de tiempos de contacto.

Fuente: Elaboración propia en base a OMS (2017)

La Tabla 2 muestra las regulaciones de Chile y de otros países relativo a las regulaciones, directrices o normas que definen los objetivos y requisitos en materia de turbiedad del agua para consumo humano, además de las medidas necesarias para asegurar el abastecimiento del recurso en este tipo de contingencias.

Tabla 2. Regulaciones en materia de turbiedad de agua y medidas por parte de las empresas sanitarias

País	Regulaciones sobre turbiedad de agua y medidas para abordar el problema
Chile	El Decreto N° 735[9] del Ministerio de Salud Pública, publicado el año 1969 y modificado por última vez en julio del año 2010 (Decreto N° 76), que define el Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano, señala en su Artículo 7° que todo servicio de agua potable deberá someter el agua que obtenga de su fuente de abastecimiento a algún tratamiento general indicado para ser considerada apta para el consumo humano. En la letra b) se indica que las aguas con turbiedad y color requieren de tratamiento completo de filtración con cloración ulterior. En su Artículo 15° bis, se señala que para el agua potable se deberá cumplir que la turbiedad media mensual sea menor o igual a 2 NTU. No obstante, se precisan las condiciones de muestreo en que la turbiedad puede superar las 4 NTU o más en una muestra, pero ninguna muestra podrá exceder el valor de 20 NTU. Estos parámetros son parte de los requisitos en cuanto a turbiedad del agua potable de la Norma Chilena Oficial NCh 409/1 del 2005[10]. El Artículo 20° consigna que, en el caso de fuentes de captación con gastos muy variables, deberán considerarse los coeficientes de seguridad adecuados para cumplir la exigencia de abastecimiento en días de máximo consumo, aún en la época de caudales mínimos, o consultar las obras de seguridad necesarias, como ser tranques o sus equivalentes, incluyendo las instalaciones de reservas (Artículo 21°) necesarias al quedar fuera de servicio alguna parte del sistema, para no perjudicar el abastecimiento de la población. En general, frente a situaciones de emergencia, que incluye las provocadas por excesiva turbiedad del agua, no se dispone de un marco de referencia límite de criterios y complejidad técnica para instalaciones en casos específicos, en el marco de una seguridad adicional para enfrentar fallas en los sistemas de agua potable[11].
España	El Real Decreto N° 3/2023[12], de 10 de enero, que establece los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro, señala que la calidad del agua para consumo debe cumplir, al menos, con los requisitos especificados en la Tabla 3, sobre valores paramétricos de los indicadores de calidad, que indica para la turbidez un valor máximo de 4 UNF/NTU, para agua de consumo en depósitos de distribución o regulación y en redes de distribución e instalaciones interiores. A la salida de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) o depósito de cabecera, el valor de referencia deberá ser 0,8 UNF. En el control operacional, el valor de referencia en el 95% de las muestras anuales deberán ser igual o menor de 0,3 UNF en la salida del proceso de filtración en la ETAP; en salida del depósito donde se realice el tratamiento y; a la salida del proceso de tratamiento con tecnología de membranas en una desalinizadora. El valor de “no aptitud” a la salida de la ETAP o depósito de cabecera será 2 UNF y de 6 UNF en red.

[9] Decreto 735, que define el Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano.
[10] NCh 409/1
[11] Revista AIDIS-Chile (2017).
[12] Real Decreto 3/2023, que establece los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

	En caso de Incidencia tipo C, es decir la superación de los valores paramétricos indicadores de calidad, que incluye la turbidez (Artículo 22°), la autoridad sanitaria, previa evaluación del riesgo, ordenará la adopción de las medidas más adecuadas, entre estas: restringir el uso del agua, prohibir su suministro o aplicar técnicas de tratamiento apropiadas para reducir o eliminar el riesgo del incumplimiento y los riesgos potenciales para la salud de la población. Entre los Artículos 51° a 58°, referidos a la evaluación y gestión del riesgo en las zonas de captación, se busca garantizar el control adecuado de parámetros, sustancias o contaminantes en las aguas superficiales y/o subterráneas, que puedan constituir un riesgo para la salud humana a través del consumo de agua o dar lugar a un deterioro inaceptable de la calidad del agua de consumo.
Israel	La realidad hídrica del país dio lugar a políticas basadas en la inversión en infraestructura y en nueva tecnología (reutilización de aguas residuales y desalinización), además de reformas institucionales e incentivos (precios) y, campañas de educación en la población. Se consagra legalmente que los recursos hídricos son de propiedad pública manejados por el Estado (centralizada), donde todas las extracciones de agua, para los diversos usos, deben ser aprobadas y monitoreadas. En relación a la calidad del agua, es el Ministerio de Salud el encargado de fijar dichos estándares. Finalmente, entre las innovaciones importantes están: la inversión en un sistema de transmisión de agua potable que conecta a todo el país, el sistema de monitoreo, el uso de acuíferos como reservas de agua y la infraestructura para la retención de aguas lluvia[13]. El sistema público que garantiza el suministro de agua potable incluye: Normas y Directrices sobre la calidad sanitaria del agua potable y su protección; planes para los sistemas de tratamiento y abastecimiento de agua potable aprobados por el Ministerio de Salud y; la supervisión sanitaria de dicha cartera sobre las fuentes de agua, plantas de tratamiento y los sistemas de abastecimiento de los prestadores de agua (pruebas de campo y monitoreo de las pruebas de calidad de agua que realizan los prestadores en las diferentes etapas). Entre las regulaciones destaca el Reglamento de Salud Pública sobre la Calidad Sanitaria del Agua Potable y las Instalaciones de Agua Potable[14], compatible con los estrictos estándares de la Unión Europea y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), además de las directrices de la OMS citadas anteriormente[15]. Respecto a la turbidez, en la Tabla B del Reglamento se indica un valor permitido máximo de 1 NTU para la fuente y sistema de suministro, con frecuencias de muestreo definidas claramente. No obstante, la calidad del agua natural en Israel se ha ido deteriorando debido a la disminución de las precipitaciones, el aumento de la población, el tratamiento inadecuado de las escorrentías y las aguas residuales y, la sobreexplotación de los recursos naturales. Al respecto, la estrategia actual de gestión del agua está experimentado transformaciones, con énfasis en la mayor producción de agua desalinizada para disminuir la dependencia de los recursos hídricos naturales[16].
Países Bajos	En Países Bajos, el 61,2% de la superficie total del país (terrestre/marina) está cubierta por aguas marinas, lo que da cuenta de la relevancia de una gestión eficiente de las aguas del territorio. Adicionalmente, la escasez de agua dulce es el problema urgente del país en lo que respecta a la adaptación al cambio climático, ya que, por ejemplo, algunos escenarios afirman

[13] CEP (2021).
[14] Reglamento de Salud Pública de Israel: Calidad sanitaria del agua potable e instalaciones de agua potable, de 2013 (actualizado a febrero de 2024).
[15] Ministerio de Salud del Estado de Israel (s/f).
[16] Fanack Water (2023).

	que antes del año 2050 no habrá suficiente agua dulce para combatir la salinización, suministrar agua potable, agricultura, entre otros usos. Lo anterior, se agravaría con el aumento del nivel del mar, desequilibrando aún más la demanda y el suministro de agua dulce[17]. En el Programa Delta de Agua Dulce, el gobierno nacional y la región están trabajando juntos para limitar la escasez de agua dulce, cuyo enfoque ha sido principalmente optimizar el sistema de agua, como por ejemplo, evitar que en presas y esclusas el agua dulce se escape, lo que ha resultado insuficiente, lo que requeriría la reconfiguración de planes, incorporando entre otras medidas, la retención más eficiente del agua de lluvia adicional de inviernos más húmedos, ya sea en el suelo o en instalaciones de almacenamiento de agua[18]. Para enfrentar los desafíos antes mencionados, los institutos especializados RIZA (Instituto para la Gestión de Aguas Interiores y Tratamiento de Aguas Residuales) y RIKZ (Instituto para la Costa y el Mar) son los encargados de: brindar asesoramiento sobre políticas y gestión; recopilar información a nivel nacional; monitorear la calidad del agua superficial (laboratorios de RIZA), cuyos datos se almacenan y se utilizan para el desarrollo de políticas y; coordinar los temas de calidad del agua a nivel local[19]. La red de vigilancia Aqualarm tiene como objetivo la alerta temprana respecto de la calidad de las aguas superficiales, midiendo una serie de variables, incluyendo la turbidez, para lo cual cuenta con instrumentos automatizados que funcionan de forma continua para no pasar por alto incidentes durante la noche y los fines de semana[20]. Los organismos de gestión del agua y las autoridades del agua deben garantizar que las aguas superficiales destinadas a ser utilizadas como agua potable cumplan determinados estándares de calidad, acorde con los informes de las zonas de extracción de aguas subterráneas y establecidas en los planes hidrológicos regionales. Los estándares de calidad están definidos en un Decreto del 2009 que fija los requisitos de calidad y vigilancia del agua, aún en actualización[21], pero que en general sigue los estándares de la Directiva (UE) 2020/2184[22] del Parlamento Europeo, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, que en relación con la turbidez señala solo que esta debe ser aceptable para los consumidores y sin cambios anómalos. Además, las empresas de agua potable deben garantizar un suministro constante de agua potable, incluso en situaciones de crisis o contingencias, para lo cual cuentan con planes de suministro aprobados por la Inspección de Medio Ambiente y Transporte[23].
Singapur	Las constantes crisis en materia hídrica del país se tradujeron en estrategias e ideas innovadoras para desarrollar capacidades y asegurar un suministro sostenible de agua. Para ello ha creado un modelo de suministro sólido y diversificado a partir de cuatro fuentes diferentes: agua de cuencas locales, agua importada, NEWater (agua regenerada de alta calidad) y agua desalinizada. La gestión del agua está a cargo de la Agencia Nacional del Agua

[17] Gobierno Nacional de Países Bajos (2024).
[18] Ibídem
[19] Agencia Ambiental Europea (2017).
[20] Ibídem
[21] Decreto que fija el Reglamento sobre requisitos de calidad de la decisión y vigilancia del agua, del 2009, en Países Bajos (en actualización).
[22] Directiva (UE) 2020/2184 sobre calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
[23] Gobierno Nacional de Países Bajos (s/f).

	(PUB) y del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Hídricos, lo que permite optimizar todo el sistema[24]. La calidad del agua del grifo de Singapur cumple con las normas de salud pública ambiental de Singapur (agua apta para beber) (Nº 2) de 2019 y las directrices de la OMS para la calidad del agua potable (la turbidez debe estar idealmente por debajo de 1 NTU y no superar las 5 NTU). Para ello, la PUB ha establecido un programa integral y sólido de muestreo y monitoreo para garantizar la calidad de nuestra agua desde la fuente hasta el grifo. Las muestras de agua se recogen de embalses, plantas de tratamiento de agua/desalinización y sistemas de distribución[25].

Fuente: Regulaciones y otras fuentes citadas en el texto de la tabla

Referencias

Agencia Ambiental Europea (2017). Seguimiento de la calidad de las aguas superficiales: Países Bajos. Disponible en: http://bcn.cl/3owej (agosto 2024)

Asociación Internacional del Agua (s/f). La estrategia hídrica de Singapur. Disponible en: http://bcn.cl/3p0ed (agosto 2024)

CEP (2021). La gestión hídrica en Australia e Israel: dos modelos, un solo fin. Disponible en: https://bcn.cl/3otrr (agosto 2024)

Decreto N° 735, que define el Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano. Disponible en: https://bcn.cl/2ifz4 (agosto 2024)

Decreto que fija el Reglamento sobre requisitos de calidad de la decisión y vigilancia del agua, del 2009, en Países Bajos (en actualización). Disponible en: http://bcn.cl/3ozvm (agosto 2024)

Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2020 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. Disponible en: http://bcn.cl/3ozzc (agosto 2024)

Fanack Water (2023). Uso y calidad del agua en Israel. Disponible en: http://bcn.cl/3ou4m (agosto 2024)

Folleto Informativo Turbidez de California. Disponible en: http://bcn.cl/3oioz (agosto 2024)

Gobierno Nacional de Países Bajos (2024). La estrategia de agua dulce ya no es suficiente. Disponible en: http://bcn.cl/3owvi (agosto 2024)

Gobierno Nacional de Países Bajos (s/f). Garantizar la disponibilidad de agua potable. Disponible en: http://bcn.cl/3ox36 (agosto 2024)

[24] Asociación Internacional del Agua (s/f). La estrategia hídrica de Singapur. Disponible en: http://bcn.cl/3p0ed (agosto 2024)
[25] PUB (s/f). Calidad del Agua. Disponible en: http://bcn.cl/3p0fq (agosto 2024)

Ministerio de Salud del Estado de Israel (s/f). Las herramientas para asegurar la calidad del agua potable. Disponible en: https://bcn.cl/3oul7 (agosto 2024)

NCh 409/1, sobre requisitos para el agua potable en Chile. Disponible en: http://bcn.cl/3cifl (agosto 2024)

Norma ISO 7027-1: 2016. Calidad del agua — Determinación de la turbidez. Disponible en: https://bcn.cl/3ode9 (agosto 2024)

OMS (2017). *Water Quality and Health - Review of Turbidity: Information for regulators and water suppliers*. Disponible en: https://bcn.cl/3odkf (agosto 2024)

PUB (s/f). Calidad del Agua. Disponible en: http://bcn.cl/3p0fq (agosto 2024)

Real Decreto 3/2023, que establece los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. Disponible en: http://bcn.cl/3kny1 (agosto 2024)

Reglamento de Salud Pública de Israel: Calidad sanitaria del agua potable e instalaciones de agua potable, de 2013 (actualizado a febrero de 2024). Disponible en: https://bcn.cl/3ouq8 (agosto 2024)

Revista AIDIS-Chile (2017). Servicios sanitarios frente a las emergencias: aprendizajes y modelos para la gestión del riesgo. Disponible en: http://bcn.cl/3ot52 (agosto 2024)

Revista Higiene Ambiental (2018). ¿Qué nos dice la turbidez sobre la calidad del agua potable?. Disponible en: https://bcn.cl/3od6z (agosto 2024)

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.