

**GUÍAS
PARA ELABORAR
NORMAS DE
CALIDAD DEL
AGUA DE BEBIDA
EN LOS PAÍSES
EN DESARROLLO**

Felipe Solsona



OPS/CEPIS/PUB/02.78
Original: inglés

GUÍAS PARA ELABORAR NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

Felipe Solsona
Asesor Regional en Calidad del Agua
OPS/CEPIS



Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
División de Salud y Ambiente
Organización Panamericana de la Salud
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

Lima, 2002

Índice

	Página
Prefacio	iii
Presentación	1
1. Introducción, las siete condiciones y algunas recomendaciones importantes	2
2. Metodología para la elaboración de la NCAB	11
2.1 Identificación de la institución líder, responsable de elaborar la NCAB	11
2.2 Creación de un Comité para la NCAB	11
2.3 Obtención del reconocimiento oficial del Comité	12
2.4 Selección del Grupo de Asesores	12
2.5 Distribución de responsabilidades y establecimiento de reglas para el trabajo del Comité para la NCAB	12
2.6 Recopilación de información inicial para el diagnóstico	13
2.7 Desarrollo de tareas y elaboración del borrador final	14
2.8 Revisión por especialistas	14
2.9 Elaboración de la Propuesta de NCAB	15
2.10 Participación de los responsables de tomar decisiones	15
2.11 Legislación de la norma	15
2.12 Actividades de seguimiento	15
3. Cómo trabajar cada sección	16
3.1 Introducción	16
3.2 Cláusulas generales	17
3.3 Definiciones	18
3.4 Marco institucional	19
3.5 Cuadro de parámetros y concentraciones (CPC)	20
3.5.1 Selección de parámetros	21
3.5.2 Asignación de límites de concentración a los parámetros seleccionados	33
3.6 Frecuencia de muestreo y de inspecciones sanitarias	38
3.7 Métodos analíticos aprobados	49
3.8 Inspecciones sanitarias	50
3.9 Requerimientos generales	51
3.10 Recomendaciones sobre buenas prácticas en abastecimiento de agua	52

3.11	Infracciones y sanciones	53
3.12	Información: registro de datos y reportes	54
3.13	Programas de vigilancia y control	54
4.	Referencias	56
5.	Anexo: Estudio de caso “Lulandia”	59

PREFACIO

La primera publicación de la OMS que trata específicamente la calidad del agua de bebida se publicó en 1958 bajo el título *Normas Internacionales para el Agua Potable*. Posteriormente, se han revisado y publicado con una periodicidad de 10 a 12 años. En 1984, las *Guías OMS para la calidad del agua potable* reemplazaron a las *Normas Internacionales de la OMS para el Agua Potable*. El cambio en el título del documento, es decir de “Normas” a “Guías” se hizo para reflejar con mayor exactitud el carácter de “recomendaciones” de la OMS a fin de que no se las interpretara como normas legales. Entre 1993 a 1996 se publicó una segunda edición de las Guías OMS y éstas se han convertido en una de las fuentes de información más usadas en el área de calidad del agua y salud y en un documento de referencia para elaborar normas nacionales de calidad del agua de bebida (CAB).

Aunque son muy valiosas, es necesario mencionar dos aspectos de las Guías. Primero, que el documento está pensado principalmente para usarlo en la elaboración de una lista de “concentraciones máximas” para una serie de contaminantes que usualmente se encuentran en el agua de bebida y, al respecto, brinda amplia información sobre aspectos epidemiológicos y toxicológicos pero no informa sobre otros aspectos necesarios para establecer normas para el agua de bebida. Segundo, al usar las Guías, los funcionarios a cargo de regular aspectos de salud y elaborar las políticas respectivas no tienen claro cómo deben proceder desde un punto de vista práctico (para la realización de diagnósticos, búsqueda de información, creación de comités, negociación entre las partes interesadas, etc.).

Después de muchos años de estrecho contacto con los sectores de agua y salud en América Latina y el Caribe, la Organización Panamericana de la Salud confirmó que las Guías OMS constituyen un documento valioso para la cooperación técnica en aspectos de calidad del agua de bebida, pero también notó que existe falta de información sobre las mejores maneras de usar dicha herramienta.

Para enfrentar esto, el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OPS/CEPIS, comprometió a su Asesor Regional sobre Calidad del Agua, el Ing. Felipe Solsona, para que preparara un documento que complementara las Guías OMS. El trabajo consistió en elaborar una guía simple y concisa que los países pudieran usar como una

ayuda en la elaboración de normas nacionales de calidad del agua de bebida. El resultado de su dedicación son estas *Guías para elaborar normas de calidad del agua de bebida en países en desarrollo*.

La Dra. Hend Gala-Gorchev, ex funcionaria responsable de varias ediciones de las Guías OMS y que trabaja actualmente para la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, fue una persona clave para la preparación de este documento. Su apoyo, consejo y contribuciones directas merecen el más sincero reconocimiento y agradecimiento.

El Ing. Sergio Caporali (Director del CEPIS) y el Dr. Gerardo Galvis (Jefe de Saneamiento Básico) de la OPS, así como el Dr. Jaimie Bartram del Programa de Agua, Saneamiento y Salud de la OMS, brindaron un importante apoyo para lograr el objetivo final.

La OPS se complace en colocar esta Guía a disposición de todos los funcionarios y expertos relacionados con el agua, con el convencimiento de que ayudará a obtener agua más segura y una mejor calidad de vida para muchos.

Dr. Mauricio Pardón
Director
División de Salud y Ambiente
OPS/OMS

Presentación

Esta Guía es una contribución de la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), para ayudar a los países en desarrollo en la elaboración de normas nacionales de calidad del agua de bebida (NCAB).

El documento tiene una estructura piramidal, cuya base está conformada por los principios y recomendaciones generales que representan los fundamentos de la Guía. El segundo nivel explica la metodología sugerida para elaborar una norma. El tercer nivel se centra en cada uno de los componentes o “secciones” de las normas y describe sus características más importantes y cómo aplicarlas. El cuarto nivel presenta un estudio de caso para ayudar a visualizar el uso de la Guía.

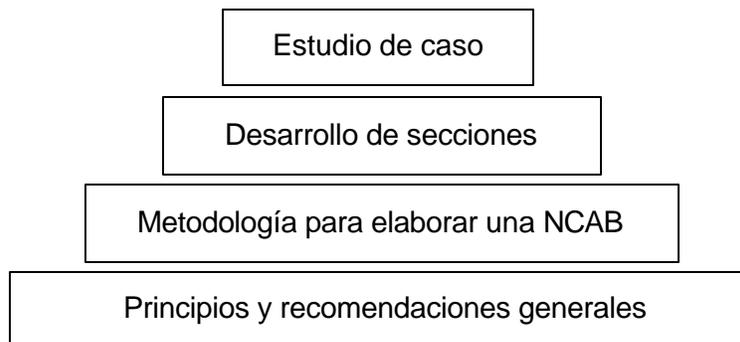


Figura 1. Estructura de la Guía

Justa o injusta, la realidad demuestra que los países desarrollados y aquellos en desarrollo, con sus diferencias en términos de oportunidades y recursos, en ocasiones deben tomar caminos diferentes. Al elaborar una NCAB en un país en desarrollo, si el enfoque busca emular a los países ricos, el resultado será con frecuencia el fracaso. En consecuencia, las normas de calidad del agua de bebida que son irreales resultan herramientas inútiles. A la luz de esto, es necesario tomar un enfoque diferente en los países en desarrollo. Usando los mismos principios empleados para la tecnología apropiada, es posible elaborar herramientas y mecanismos que puedan producir beneficios casi iguales y, en algunos casos, iguales a los obtenidos con tecnologías más avanzadas.

El realismo y el desarrollo por etapas es un enfoque que permitirá el inicio de un proceso realista que, con el tiempo y un manejo adecuado, debe y puede lograr los mismos objetivos que tienen los países desarrollados.

Teniendo en cuenta la practicidad, esta Guía es simple, directa y trata de evitar en lo posible especificaciones demasiado detalladas y tecnicismos. Debe constituir una ayuda adecuada para el personal técnico y los responsables de tomar decisiones frente al reto de elaborar una NCAB.

1. Introducción: las siete condiciones y algunas recomendaciones importantes

La relación entre el agua de bebida y la salud personal es bastante conocida. La diarrea es la enfermedad más común entre los seres humanos y existe una fuerte conexión entre esta enfermedad y el agua consumida por las personas afectadas. Por lo tanto, es obvia la importancia de garantizar que el agua suministrada a los usuarios sea de buena calidad.

El marco respecto al cual se puede considerar que una muestra de agua es adecuada o “segura” es una norma de calidad del agua de bebida (NCAB). Por definición, una *norma* es “una regla o principio que una autoridad considera, por consentimiento general, como una base de comparación. Es algo normal o promedio en cuanto a calidad y la forma más común de su especie”. Una norma adecuada para la calidad del agua de bebida es, entonces, la referencia que garantizará que el agua no sea perjudicial para la salud humana.

Es pertinente realizar dos observaciones sobre esta última afirmación:

- ? Primero, que el principal objetivo de una NCAB es la protección de la salud pública. Eso es cierto.
- ? Segundo, que una NCAB muy precisa, completa y detallada es preferible a una menos detallada y completa. Esto no siempre es cierto.

Es a partir de estas premisas que esta Guía brindará un conjunto de recomendaciones simples con el objetivo de que sean de utilidad para la elaboración de NCAB en países en vías de desarrollo. Con demasiada frecuencia, estos países tienen una multitud de problemas, limitaciones y

restricciones. Las condiciones y los recursos pueden variar de una estación a otra y de una región a otra dentro de un mismo país. Por lo tanto, una NCAB que no tome en cuenta esta situación tenderá a fracasar en su intención.

Como se indicó anteriormente, la elaboración de una NCAB en un país en desarrollo debe usar un enfoque diferente al empleado en un país con recursos abundantes. Este enfoque debe cumplir con siete condiciones.

Una NCAB debe ser:

1. Realista
2. Flexible
3. Exhaustiva
4. Implementada gradualmente
5. Viva
6. Apoyada estratégicamente
7. Relevante para los intereses de todos los sectores.

Condición 1: Realismo

Las instalaciones, los conocimientos e incluso la legislación apropiada para desarrollar programas adecuados de vigilancia y control de la calidad del agua de bebida pueden variar mucho de un país a otro. Los recursos en los países en desarrollo por lo general son insuficientes en términos de cantidad y calidad y es necesario reconocer esta realidad al elaborar una NCAB.

Es tentador contar con una norma que cubra todos los aspectos de calidad del agua de bebida, incluso aquellos que se consideran menores o extremadamente específicos. Esto incluso puede ser considerado un orgullo por parte de los altos funcionarios gubernamentales y de los técnicos que trabajan en el campo del agua de bebida. Sin embargo, en la práctica se encontrará que en estos países, una NCAB demasiado compleja, detallada y exigente llevará inevitablemente a su incumplimiento.

El tener una norma irreal puede ser peor que no tener ninguna norma. Poco se logra estableciendo normas a menos que se las pueda implementar y hacer cumplir.

“Realismo” significa que al enfrentarse con la tarea de elaborar una NCAB nacional, los funcionarios a cargo de dicha tarea deben analizar con

qué recursos cuentan y cuáles son fácilmente obtenibles sin ser excesivamente optimistas. Deben sopesar cuidadosamente qué apoyo tienen y a qué nivel lo tienen. Solo entonces, de una manera racional y humilde, podrán producir una NCAB verdaderamente útil.

Condición 2: Flexibilidad

Las mismas condiciones que demandan realismo en una NBAC en los países en desarrollo también demandan flexibilidad. Una manera de expresar mejor esta idea es: si una NBAC va a ser realista, entonces inevitablemente tiene que ser flexible. Sin embargo, debe tenerse cuidado porque la flexibilidad, si bien es una manera inteligente de aceptar una realidad particular, tiene inherente una buena cantidad de riesgos.

La flexibilidad puede dar lugar a transgresiones o demoras en la aplicación de una NBAC y puede usársele incluso como excusa para no cumplir las reglas. Existe la posibilidad de que si se da demasiada flexibilidad a una NBAC, ésta nunca se implemente verdaderamente.

La flexibilidad es un requisito indispensable, pero no puede constituir un cheque en blanco. Es importante equilibrar cierto grado de flexibilidad necesaria e “inteligente” con una posición firme que garantice que no se violen ciertos límites. Ésta es una tarea crucial y delicada para las personas a cargo de elaborar la norma. Existen varias maneras de darle flexibilidad a una NBAC.

- ? *Flexibilidad en el tiempo:* Se puede dar a toda una NBAC o a parte de la misma (por ejemplo, a determinada sustancia con su límite o a un límite para una sustancia específica) un período de gracia antes de ponerla en vigencia.

- ? *Flexibilidad mediante cláusulas de excepción:* Una cláusula de excepción o exclusión es aquella que estipula que ciertas actividades, tecnologías, parámetros o límites en el protocolo de calidad del agua de bebida no se aplicarán a determinada área, provincia o servicio debido a problemas locales específicos. Una situación típica es la de una empresa de abastecimiento de agua que pide al organismo de vigilancia (con presentación de evidencias) que se le excluya del cumplimiento de un determinado requerimiento debido a condiciones desfavorables, como el caso de agua cruda con altas concentraciones de una sustancia, la carencia de tecnología adecuada, el alto costo del

tratamiento para reducir el nivel de un contaminante en el agua o la falta de recursos para detectar o monitorear cierta sustancia en el agua. Si bien este tipo de flexibilidad es común en los países desarrollados, existe un elemento de riesgo al aplicarla en los países en desarrollo. Esto debido a que en algunos casos puede ser muy fácil obtener la exclusión mientras que en otros, sin importar cómo se haya obtenido la exclusión, la empresa de abastecimiento de agua no hará ningún esfuerzo para cumplir la norma una vez otorgada la exclusión.

- ? *Flexibilidad en aspectos de regulación:* Si una regulación cubre todos los aspectos (“exhaustividad”) pero a la vez es simple y se adhiere solo a los principios básicos, puede ser una norma más flexible que una exhaustiva pero demasiado específica.
- ? *La flexibilidad en los parámetros escogidos del cuadro de parámetros y concentraciones:* Como se verá más adelante, las *Guías OMS para la Calidad del Agua Potable* (Guías OMS) constituyen el documento base para elaborar una norma nacional. Este documento presenta una lista de más de 150 parámetros con sus valores-guía sugeridos. Si un país selecciona todos estos parámetros para incluirlos en la NBAC nacional, entonces la carga asumida puede ser muy alta. El elegir una lista reducida pero bien seleccionada de estos parámetros puede darle suficiente flexibilidad a la norma.
- ? *Flexibilidad en los límites de los parámetros:* Ésta es quizás la manera más visible y más usada para darle flexibilidad a una norma. Como se verá más adelante, dependiendo de las situaciones epidemiológicas y culturales, los recursos humanos, técnicos y económicos, la evaluación de riesgos y las evaluaciones de costo-beneficio, es posible reducir o ampliar un límite de concentración impuesto a determinada sustancia en el agua, lo que dará suficiente espacio para la flexibilidad.
- ? *Flexibilidad en la frecuencia de monitoreo:* El monitoreo es vital para garantizar que el agua tenga una calidad adecuada. Puede ser más adecuado contar con un enfoque más flexible frente al monitoreo en lugar de un enfoque muy exigente.
- ? *Flexibilidad basada en diferentes grupos de límites:* Muchos países elaboran un cuadro de parámetros y concentraciones (CPC) con solo

un límite. A éste, normalmente se le llama *nivel máximo permitido*. La flexibilidad dependerá del valor adoptado para este límite; un valor más alto significa una mayor flexibilidad. Otros países adoptan una estrategia diferente que permite quizás una flexibilidad más deseable. Estos prefieren presentar dos conjuntos de límites o valores para un parámetro determinado. Uno es la *concentración ideal* (o *concentración objetivo*) y el otro es el nivel máximo permitido. Este es otro aspecto importante que se discutirá en detalle más adelante.

- ? *Flexibilidad de acuerdo con los recursos (urbanos y rurales):* Constituye una realidad que diferentes áreas de un país puedan tener diferentes niveles de recursos. Además, en casi todos los países en desarrollo coexisten un “servicio tipo primer mundo” y un “servicio tipo tercer mundo”. En las capitales y los centros urbanos más importantes de casi todos los países existe un buen servicio con tecnología moderna y con recursos humanos y económicos, lo que se traduce en programas adecuadamente administrados de control de la calidad del agua de bebida. Los sistemas de abastecimiento de agua para comunidades medianas y pequeñas carecen en cambio de la mayoría de instalaciones y actividades existentes en las grandes ciudades. Una NCAB que sea más exigente con los servicios que tienen mejores instalaciones y menos exigente con el resto muestra una flexibilidad lógica. Este enfoque algunas veces es rechazado sobre la base de que exigencias diferenciadas sobre los servicios llevan a calidades diferenciadas de agua, lo que a su vez implicaría la aceptación de ciudadanos de “primera clase” y de “segunda clase”. Esto sería cierto si no se incluyeran disposiciones que exijan que luego de cierto período de tiempo los sistemas rurales (o pequeños) cumplan con los mismos requerimientos y exigencias que los de las ciudades grandes.
- ? *Flexibilidad basada en la combinación de algunos de los aspectos anteriores:* Obviamente, existe la posibilidad de ser flexible mediante la combinación dos o más de las opciones descritas líneas arriba.

Condición 3: Exhaustividad

Una razón para el fracaso en la aplicación de NCAB en los países en desarrollo es que, en algunos casos, una norma es demasiado detallada,

demasiado compleja y demasiado exigente. A esta característica, se le podría denominar “completitud”.

Existe una diferencia entre “completitud” y “exhaustividad”. La primera significa que nada se deja de lado. La segunda significa cubrir un amplio espectro, ser inclusivo y tomar en consideración todos los aspectos importantes de un campo o estudio principal. En resumen, la primera se podría describir como “todo” y la segunda como “los aspectos más importantes de cada área”.

No es deseable que muchos profesionales o incluso autoridades y responsables de la toma de decisiones creen que una norma es solo el cuadro que contiene una lista de parámetros y sus respectivas concentraciones (CPC). Con frecuencia, a esta simple lista se le llama “la norma” como si no hubiera nada más. Aún cuando el CPC sea la sección más visible, no es de ninguna manera la parte más importante de la norma.

En un país en desarrollo, si una NCAB no tiene completitud, debe tratar de cubrir todos los aspectos importantes y relevantes de la calidad del agua de bebida. Una norma exhaustiva debe incluir por lo menos las siguientes secciones:

- ? Introducción
- ? Cláusulas generales
- ? Definiciones
- ? Marco institucional
- ? Cuadro de parámetros y concentraciones (CPC)
- ? Frecuencia de muestreo
- ? Métodos analíticos aprobados para el análisis
- ? Inspecciones sanitarias
- ? Requerimientos generales
- ? Recomendaciones sobre prácticas apropiadas
- ? Infracciones y sanciones
- ? Información, registro de datos y reporte
- ? Programas de vigilancia y control

Cada sección se discute en detalle más adelante.

Condición 4: Desarrollo gradual

Una NCAB es una herramienta relacionada tanto con el programa de vigilancia de la calidad del agua de bebida, del cual forma parte, como con los programas de control de la calidad del agua de bebida ejecutados por las empresas de abastecimiento de agua.

La implementación de una NCAB o la revisión de una norma existente puede requerir ocasionalmente la inversión de nuevos e importantes recursos, los cuales son necesarios para cumplir con las demandas derivadas de la aplicación de las nuevas normas y de los programas de vigilancia y control.

Una manera racional de lograr los objetivos del programa y los requerimientos de la NCAB consiste en implementar el programa y la norma de manera gradual. Es más práctico tener una norma modesta al inicio y, a través de etapas consecutivas de creciente complejidad, alcanzar una cobertura completa y total en una etapa posterior.

Por ejemplo, en un país en desarrollo, donde probablemente sería muy difícil abarcar todos los contaminantes que pueden estar presentes en el agua de bebida, la NBAC debe determinar primero los contaminantes que se presentan con mayor frecuencia en concentraciones significativas y que tengan el mayor impacto en la salud. Los contaminantes microbiológicos pertenecen a esta categoría, mientras que los plaguicidas, que son un peligro menos inmediato para la salud y necesitan un uso más intensivo de recursos para su monitoreo, podrían dejarse para una revisión futura de las normas. Otra posibilidad es que se incluyan las normas para plaguicidas pero que se dé tiempo suficiente antes de su implementación.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, USEPA, ha adoptado este enfoque al fijar la nueva norma de 10 $\mu\text{g/l}$ para el arsénico en el agua de bebida; se ha permitido un tiempo suficiente (cinco años) para modificar o instalar nuevas técnicas de tratamiento antes de la implementación de la norma. La Unión Europea, UE, adoptó un enfoque similar al establecer valores intermedios para su norma sobre el plomo. La norma final de 10 $\mu\text{g/l}$ se implementará 15 años después de la promulgación de la Directiva sobre Agua de Bebida de la UE. Debe incluirse en la norma un cuadro con los niveles de complejidad, las etapas y los intervalos de tiempo para proceder con el cumplimiento.

Condición 5: Vitalidad

Vivimos en un mundo cambiante. El conocimiento general y técnico se acumula y cambia continuamente. Una NCAB no puede ser estática ni invariable. A medida que cambien las evaluaciones epidemiológicas, se incremente la información tecnológica y mejore la tecnología de laboratorios sobre identificación de sustancias, será necesario adaptar la norma a los nuevos ambientes.

Consideremos el marco dentro del cual se establece la NCAB nacional: las *Guías de Calidad del Agua Potable* de la OMS. Se trata de un documento que muestra un alto nivel de vitalidad. De hecho, la OMS es tan consciente de las condiciones cambiantes que desde 1994 ha iniciado un proceso llamado de “revisión continua de las Guías OMS”. La NCAB nacional debe tener un grado similar de alerta y vitalidad y debe ser revisada y alimentada con nueva información continuamente. Cinco a ocho años sería un intervalo adecuado para la publicación de nuevas ediciones.

Condición 6: Apoyo

Un país, gobierno, ministerio o institución puede tener una norma perfecta, que sea una herramienta maravillosa. Pero si las fuerzas sociales apropiadas no la apoyan, es posible que no tenga uso alguno. Puede ser dejada de lado o ignorada. Existe la necesidad de contar con un fuerte apoyo de parte de los políticos, funcionarios gubernamentales, técnicos y del público.

Esto puede ser externo a la NCAB en sí. Sin embargo, el apoyo que asegure que la norma se va a elaborar, validar y ejecutar es vital para su implementación. De no existir apoyo, no habrá ninguna aplicación. Todos los representantes de los diferentes sectores que tienen que ver con las NCAB deben trabajar para garantizar que las autoridades respectivas vean esta norma como un herramienta importante para ellos, lo que asegurará un apoyo significativo y continuo.

Condición 7: Amplia participación

Un factor de éxito en la implementación y respeto de la NCAB es que al ser preparada, todos los sectores involucrados en el agua de bebida se encuentren representados. Esta participación plena le da fuerza y apoyo a la norma.

Incluso cuando la entidad responsable de la NCAB sea una institución específica (en la mayoría de países, algún departamento del Ministerio de Salud), es importante que durante la elaboración, desarrollo y validación de la NCAB todos los sectores involucrados en el agua de bebida tengan una participación activa. En este caso, al margen de la “propiedad legal” de la norma, todos los sectores sentirán que esta norma representa sus propios intereses. Este aspecto es altamente importante al conformar el Comité para la NCAB (ver más adelante).

Además de las siete condiciones, se ofrecen las siguientes sugerencias:

- ? Es importante señalar que, al establecer normas nacionales, se consideren las medidas prácticas que será necesario tomar. Estas medidas incluyen encontrar nuevas fuentes de abastecimiento, adoptar ciertos tipos de tratamiento y brindar instalaciones de laboratorio adecuadas, así como contar con recursos para el monitoreo y vigilancia del cumplimiento de las normas. Es de notar entonces, que las normas nacionales se verán necesariamente influenciadas por las prioridades nacionales y los factores económicos.
- ? Una NCAB no es una regla o regulación simple sino compleja, en la que, como se mencionó anteriormente, hay mucho espacio y necesidad de flexibilidad. Dado que la flexibilidad es un componente importante en la preparación de una NCAB, debe tenerse cuidado de considerar varios factores, como la falta de información y la disponibilidad de información, los componentes tecnológicos, los recursos (en general), las diferencias entre el ambiente urbano y el rural, los análisis de costo-beneficio, los componentes culturales y sociales y los intereses de los sectores involucrados.
- ? Otro importante factor de éxito es la elaboración de la NCAB a través de un proceso de negociación honesto y válido. Por ello, es necesario tomar en cuenta la flexibilidad, así como los diversos sectores (todos con sus propias necesidades e intereses) que tomarán parte en la producción, implementación y uso de la norma.

2. Metodología para la elaboración de la NCAB

El mejor método para desarrollar el proceso de preparar o renovar una NCAB es el siguiente:

2.1 *Identificación de la institución líder, responsable de elaborar la NCAB*

Tal como lo indica su nombre, la institución líder será la responsable de conducir el proceso, convocar a las reuniones, distribuir las tareas, apoyar la investigación y procesar la información. Será también la que presente la propuesta de NCAB ante la autoridad legislativa para su aprobación como ley o reglamento. Una vez validada la norma, lo más probable es que esta institución tenga la capacidad y la responsabilidad de vigilar su cumplimiento. La institución líder es un elemento clave en todo el proceso.

2.2 *Creación de un Comité para la NCAB*

La institución líder promocionará la creación de un Comité para la NCAB. Este Comité debe incluir a los representantes de todos los sectores relacionados con el agua potable. El Comité estará compuesto por profesionales y personal técnico. Sin embargo, será conveniente incluir a representantes o asesores gubernamentales que trabajen en estrecho contacto con quienes toman las decisiones. También sería aconsejable incorporar a uno o dos abogados o asesores legales en el grupo.

Dado que el Comité para la NCAB deberá ser representativo del sector de agua, tendrá un número considerable de participantes. Sin embargo, desde el punto de vista práctico, se recomienda que el Comité no tenga más de 15 participantes. Esto no impide una participación amplia, pues si cada miembro representa a una institución, es muy probable que dicho número incluya fácilmente a las organizaciones más importantes relacionadas con el abastecimiento de agua de bebida en el país.

Un pedido importante a las instituciones es que sus representantes no cambien frecuentemente. Los cambios recurrentes de miembros de la misma institución resultan perturbadores y engorrosos, pues los nuevos representantes normalmente no estarán bien informados de los pasos tomados y necesitarán tiempo para comprender cabalmente la situación y desempeñarse de manera activa. Aparte de sus conocimientos profesionales específicos, todos los miembros del Comité deben conocer el campo de la calidad del

agua y sus características y, si están trabajando de acuerdo con las sugerencias de estas *Guías para elaborar Normas Nacionales de Calidad del Agua de Bebida en los Países en Desarrollo*, deberían estar familiarizados con ellas.

2.3 *Obtención del reconocimiento oficial del Comité*

Las autoridades pertinentes deben reconocer oficialmente al Comité y a sus miembros, así como la misión que llevarán a cabo.

2.4 *Selección del Grupo de Asesores*

Siempre es importante invitar a un grupo seleccionado de profesionales con experiencia en asuntos de agua de bebida y en la legislación respectiva para que actúen como asesores externos y brinden apoyo. Su tarea consistiría en acompañar y sugerir modificaciones o correcciones al trabajo desarrollado por el Comité. Un grupo de tres a cinco asesores resultaría adecuado. Estos asesores no tienen que ser necesariamente de la localidad. Pueden residir en otras ciudades u otros países.

Aún cuando se pueda pagar a algunos de ellos por su trabajo (si existen recursos disponibles), otros podrán colaborar gratuitamente. Las organizaciones internacionales o con actividades a nivel internacional pueden destacar a miembros de su personal para que apoyen a un Comité oficial en la elaboración de la NCAB. La OPS, a través de CEPIS; la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, a través de varios de sus departamentos; así como numerosas universidades alrededor del mundo están dentro de esta categoría. Gran parte del apoyo en forma de asesoría puede realizarse mediante correo electrónico, sin tener que invertir tiempo ni dinero en viajes.

2.5 *Distribución de responsabilidades y establecimiento de reglas para el trabajo del Comité para la NCAB*

Una vez iniciado el proceso, es importante asignar tareas y responsabilidades a los diferentes miembros o instituciones del Comité. Se deben establecer reglas claras y simples sobre cuándo y dónde reunirse y cómo cumplir con sus responsabilidades.

2.6 *Recopilación de información inicial para el diagnóstico*

La primera tarea importante del Comité consiste en recopilar información inicial o de línea de base para empezar a trabajar. La información se debe dividir en seis áreas:

- ? Recursos
- ? Calidad del agua
- ? Información epidemiológica
- ? Actividad industrial
- ? Importaciones de plaguicidas
- ? Hábitos culturales.

Los *recursos* serán importantes para establecer metas y definir qué tan detallada y completa pueden ser la NCAB. Están relacionados con la flexibilidad que el Comité tendrá que mantener.

La *calidad del agua* se refiere a los datos e información disponibles en los registros de las empresas de agua, el ministerio de salud, el ministerio de agricultura y otros. La información sobre la calidad del agua debe incluir el agua cruda (superficial y subterránea) y el agua de bebida, tal como es entregada a la población. Esta información será vital para elaborar el cuadro de parámetros y concentraciones (CPC).

La *información epidemiológica* ayudará a identificar las enfermedades más importantes relacionadas con el agua y, a su vez, identificará las sustancias presentes en el agua de bebida que tengan un impacto en la salud pública. La información epidemiológica es la base para el ejercicio de “riesgo para la salud-ocurrencia”, tal como se verá en la sección 3.5.

La *actividad industrial* ayudará a identificar los contaminantes que se pueden encontrar en el agua cruda. La presencia y concentraciones de estas sustancias (mayormente orgánicas) también están relacionadas con la tecnología de tratamiento del agua para hacerla potable.

Una lista de *plaguicidas* y las cantidades importadas anualmente es importante al seleccionar los parámetros para plaguicidas. Existen demasiados tóxicos agrícolas que pueden estar presentes en el agua y monitorear todos sería demasiado costoso y complicado. Un enfoque de riesgo para la salud-ocurrencia es importante para seleccionar de entre todas

solo unas cuantas sustancias que sean representativas. Esta lista generalmente se puede obtener del ministerio de agricultura o del ministerio de industria y constituirá una pieza crucial de información en dicho análisis.

Si bien no son vitales, los *hábitos culturales* de la población también pueden llevar a la selección de ciertos parámetros y al manejo específico de sus límites.

2.7 *Desarrollo de tareas y elaboración del borrador final*

Una vez que se cuente con la información, comienza el verdadero trabajo. Se deberá dividir las tareas. Es práctico crear subcomités y asignarle a cada uno diferentes tareas. Los subcomités deben trabajar en el desarrollo de las diferentes secciones (introducción, definiciones, CPC, muestreo, inspecciones sanitarias, etc.).

Es bueno tener metas claras y plazos precisos. Los plazos deben respetarse y debe existir también un monitoreo responsable de los productos entregados por cada subcomité. Debe permitirse e incentivarse una discusión amplia y plena en cada sesión, pero la institución líder debe también administrar adecuadamente el tiempo, de manera que las discusiones y negociaciones no se prolonguen demasiado ni lleven a entrampamientos. Resulta adecuado registrar las conclusiones de cada sesión.

Debe establecerse la meta de una propuesta final después de las primeras sesiones y su plazo debe cumplirse en la medida de lo posible. Dependiendo de las características del país, sus instituciones y la información disponible, el tiempo desde el momento de inicio hasta la elaboración de la propuesta final puede variar. Sin embargo, se considera que lo apropiado debería ser entre 6 y 12 meses.

2.8 *Revisión por especialistas*

Una vez que la propuesta final esté lista, es aconsejable su evaluación y revisión por especialistas nacionales e internacionales. Esta revisión por especialistas es fundamental, pues se recibirán varias sugerencias y comentarios importantes y se identificarán errores. Dependiendo de la cantidad de sugerencias o comentarios recibidos, su análisis e inclusión en el documento podrá estar a cargo de un subcomité o de todo el Comité. Esta actividad le dará mayor relevancia, claridad y consistencia al documento.

2.9 *Elaboración de la Propuesta de NCAB*

Una vez incorporadas las sugerencias pertinentes, el Comité para la NCAB analizará y discutirá el borrador final y elaborará un nuevo documento. Este nuevo documento aprobado será la Propuesta de NCAB.

2.10 *Participación de los responsables de tomar decisiones*

Aun cuando pueda realizarse una reunión importante para presentar la propuesta de NCAB a todos los responsables de tomar decisiones (ministros, directores, jefes de departamento, asesores, etc.) dentro de las instituciones que trabajan en el sector abastecimiento de agua, es muy importante, desde un punto de vista estratégico, que antes de dicha reunión cada uno de los miembros del Comité presente la propuesta a las personas responsables de tomar decisiones en sus propias instituciones.

En la medida que se trata de una actividad interna, el miembro podrá hablar con sus superiores abiertamente, apoyar diferentes aspectos de la norma y aclarar las dudas institucionales que pudieran existir. Ésta ha demostrado ser una buena táctica para obtener el apoyo pleno de las instituciones involucradas.

2.11 *Legalización de la norma*

Con el apoyo de los directivos de las instituciones que participan en el sector abastecimiento de agua y con la propuesta de NCAB en la mano, la institución líder, a través de su más alto representante, debe contactar a la autoridad legislativa y presentar la propuesta para su adopción como ley o regulación.

Una vez adoptada la NCAB, el Comité para la NCAB debe mantener actividades de seguimiento.

2.12 *Actividades de seguimiento*

Tal como se indicó anteriormente, una NCAB debe ser una herramienta viva y ello dependerá de la energía vital que le inyecte el Comité para la NCAB. Se debe desarrollar dos actividades principales de manera continua:

- ? Monitoreo de la implementación

- ? Recopilación de nueva información relacionada con la calidad de agua, epidemiología, análisis de laboratorio, tecnologías de tratamiento, etc.

El monitoreo es vital para observar la efectividad de la norma, cómo se usa, si se está cumpliendo o no y si es demasiado exigente o muy flexible. Como con cualquier actividad, es importante verificar su efectividad para corregir las fallas en revisiones futuras ediciones de la NCAB.

En la búsqueda de una NCAB exitosa (útil y utilizable), el producto final muy probablemente sea simple y modesto. La recopilación de nueva información es importante porque preparará el campo para un mayor nivel de complejidad en el siguiente proceso de mejora.

Como resumen para estas dos condiciones, se puede señalar que la recopilación de información es importante para lograr que la norma sea más completa y exhaustiva, en tanto que el monitoreo permitirá el afinamiento de la norma. Es aconsejable mantener activo el Comité para la NCAB y garantizar una comunicación constante mediante reuniones frecuentes.

3. Cómo trabajar cada sección

Este punto está dedicado a la tarea central del Comité: la elaboración de la norma. Como se sugirió anteriormente, la norma debe constar de por lo menos 13 secciones. Si bien todas las secciones dan importancia y exhaustividad a la norma, no todas tendrán el mismo peso ni la misma longitud. Algunas de las secciones son cruciales y tan importantes que pueden demandar más tiempo, dedicación y recursos. Por ejemplo, el CPC. Debido a su importancia y a la visibilidad que le da al conjunto de la NCAB, requerirá más esfuerzos del Comité y, en consecuencia, esta sección se tratará con mayor detalle en esta Guía. En las páginas siguientes se darán algunos ejemplos. Ellos se presentan como una orientación o recomendación. De ninguna manera representan la lista total de posibilidades.

3.1 *Introducción*

Como su nombre lo indica, ésta es la puerta de entrada a la NCAB. Aunque no necesita ser excesivamente larga, debe tocar por lo menos los siguientes aspectos:

- ? *La importancia de una NCAB:* Se debe mencionar la relación entre el agua de bebida y la salud.
- ? *Precedentes:* De existir ediciones previas en el país, es conveniente hacer una breve historia de las normas.
- ? *Objetivo de la NCAB:* Se deberá señalar la importancia de la norma para suministrar valores operativos cotidianos destinados a garantizar que no existan riesgos de salud para el consumidor. Representa la base para el diseño y planificación de la expansión del abastecimiento de agua y brinda un punto de partida para evaluar tendencias de largo plazo en el rendimiento del sistema.
- ? *Principios:* Entre los códigos y principios que se recomienda mencionar están: el acceso a agua limpia y segura para todos, el valor económico del agua y los costos de tratar el agua y hacerla potable, la necesidad de la sostenibilidad de los servicios y la protección del ambiente al producir agua de bebida.

3.2 *Cláusulas generales*

Esta sección incorporará todos los diversos aspectos que no pertenecen a un área específica. Entre ellos, se pueden mencionar los siguientes:

- ? *Mandato:* Declaración que garantiza que toda agua de bebida entregada a la población respetará los valores presentados en el CPC.
- ? *Alcances de la NCAB:* Presenta la exclusión de las aguas que no estarán cubiertas por la norma, como el agua mineral, agua con gas o agua destinada a otros usos, incluidas las aguas medicinales. Otra exclusión la constituye el número de usuarios a los que no se aplicará la NCAB (en algunos países, este número varía de 25 a 50 personas). También se pueden aplicar exclusiones a un flujo mínimo de agua para uso individual o común. Por ejemplo, la Comunidad Europea establece que un flujo menor de 10 m³/día no está sujeto a control.
- ? *Enfoque técnico:* Breve descripción de aspectos técnicos, como el enfoque que se usará para preparar el cuadro de frecuencia de muestreo y las consideraciones para la selección de parámetros y sus

concentraciones. Esto se tratará más detalladamente en la sección 3.5.

- ? *El punto de uso (PDU)*: El punto de uso es el lugar donde se aplicará la NCAB, por ejemplo, fuera de la planta de tratamiento de agua, en un reservorio, en la red de distribución, etc.
- ? *Cláusulas de excepción*: En esta sección se pueden incluir las excepciones al cumplimiento de ciertos parámetros, así como cualquier tipo de excepción que existiera en cuanto a concentración o tiempo.
- ? *Revisiones*: Se debe definir el tiempo recomendado entre revisiones o actualizaciones de la NCAB.

3.3 Definiciones

Para entender plenamente el significado de los términos técnicos es importante definirlos con precisión. Cada NCAB debe contar con una relación de dichas expresiones. Su extensión está relacionada con la del documento y esto lo deciden los miembros del Comité. Las definiciones deben ser claras, cortas y deben usar la mínima cantidad posible de términos técnicos.

No es necesario tener una lista larga de definiciones pero se debe tratar de que la misma sea exhaustiva; debe cubrir la mayoría de expresiones comunes y términos con los que el público y las autoridades posiblemente no estén familiarizados por no estar involucrados en el abastecimiento de agua.

Al respecto, debe darse atención a los términos como “control”, “vigilancia”, agua “de bebida”, “potable”, “segura” y “mineral”; parámetros “estéticos” y “organolépticos”, concentración “máxima tolerable” e “ideal”; algunos parámetros o grupos de sustancias, como por ejemplo: sustancias “orgánicas”, “agrotóxicas”, “plaguicidas”, “subproductos de la desinfección”, “trihalometanos (THM)”, etc.; componentes biológicos del agua como: “protozoarios”, “coliformes”, “bacterias coliformes termotolerantes” y “virus”, así como términos institucionales como “servicio”, “organismo de vigilancia”, “entidad reguladora”, etc.

3.4 *Marco institucional*

A esta sección se la podría llamar “Roles, derechos y responsabilidades”. En ella debe hacerse mención a la legislación vigente sobre aspectos del agua de bebida y los alcances de la regulación. Si la regulación es minuciosa, será fácil identificar a las instituciones claves y su rol en el abastecimiento de agua. De no existir esta identificación y designación de roles, entonces esta sección debería establecer ambas con claridad. Hecho esto, una manera práctica de trabajar la sección es listar las instituciones y debajo de cada una e ellas describir los derechos y responsabilidades que deben tener. Por ejemplo:

Derechos y obligaciones del Ministerio de Salud:

- ? Elaborar la NCAB y entregarla a la instituciones regionales (provinciales o estatales) para su implementación.
- ? Promover y apoyar los programas de vigilancia de la calidad del agua desarrollados por las instituciones regionales de salud.
- ? Desarrollar Laboratorios Nacionales de Referencia de la Calidad del Agua para apoyar las actividades de vigilancia realizadas por las instituciones regionales.
- ? Aprobar los programas de muestreo e inspección sanitaria propuestos o desarrollados por las instituciones regionales.
- ? Mantener actividades de vigilancia del agua de bebida que complementen las actividades regionales de vigilancia del agua de bebida.

Es en esta sección donde se debe establecer la manera de administrar e implementar la NCAB, según el tipo de estructura legislativa del país. Dependiendo de dicha estructura, la NCAB puede estar dentro de un sistema (algunas veces llamado unitario), en el que la norma es aprobada por el gobierno central (el Ministerio de Salud, por ejemplo) y debe adoptarse exactamente como se la validó. También puede estar dentro de un sistema (algunas veces llamado federal), en el que un estado o una región puede modificarla antes de su implementación. La última opción es la que se presenta en algunos países desarrollados, como la Unión Europea o los Estados Unidos de Norteamérica. En el segundo caso, la regla es que ninguna

NCAB regional o provincial puede más flexible que la que proviene del nivel central.

En el sistema unitario, es común considerar la lista de parámetros y concentraciones (CPC) presentada por el nivel central como una “norma”, mientras que en el sistema federal, generalmente se le llama “guías” (porque son guías para que las provincias o estados elaboren sus propias normas).

3.5 *Cuadro de parámetros y concentraciones (CPC)*

“Parámetro” es el término usado generalmente para identificar a una sustancia que puede estar presente en el agua cruda o tratada. En el agua de bebida, un parámetro por sí mismo no es totalmente relevante, a menos que esté con su concentración. Esto es muy importante, pues como les gusta expresar a los toxicólogos: “No es la sustancia la que puede ser peligrosa, sino su concentración”, o parafraseándolos: “Es la dosis la que define al veneno”.

Esto explica por qué un parámetro en determinada concentración puede ser considerado normal o inclusive deseable, mientras que en otras concentraciones es un contaminante. El caso típico es el del fluoruro. Las concentraciones de fluoruro alrededor de 1 mg/l en el agua de bebida pueden ser óptimas para una buena salud dental, pero dosis mayores pueden dar lugar a enfermedades graves (fluorosis dental, fluorosis ósea, etc.).

Al trabajar esta sección, el producto final será una lista de parámetros con sus respectivas concentraciones. Si bien otras NCAB usan la terminología “criterios de calidad”, “norma de potabilidad”, “cuadro de límites”, “norma técnica”, “parámetros de calidad del agua”, entre otros, el presente documento usará el término “cuadro de parámetros y concentraciones” o “CPC”.

El CPC es la parte más visible de la NCAB. De hecho, muchos profesionales piensan incluso que el CPC es la norma en sí. Esto ocurre porque el CPC es la parte más consultada de la norma. Es una de las herramientas más importantes de cualquier programa de vigilancia o control de la calidad del agua de bebida y tiene una evidente relación con las exigencias del tratamiento.

Los parámetros y sus límites de concentración no solo plantearán requerimientos precisos en el aspecto técnico de la ecuación sino también en

el aspecto económico. Un límite más estricto requerirá un tratamiento más estricto y, en términos simples, esto implicará más dinero. Es aquí que la flexibilidad anteriormente mencionada debe ser administrada y equilibrada muy cuidadosamente para lograr que un sistema de abastecimiento de agua sea económico (y técnicamente) viable, sin comprometer la salud de los usuarios.

Las actividades que tiene que realizar el Comité para la NCAB a fin de elaborar el CPC son:

- ? Selección de los parámetros.
- ? Asignación de los límites de concentración de los parámetros seleccionados.

3.5.1 Selección de parámetros

Es bien sabido que se han identificado miles de sustancias en el agua. Es obvio que, por razones prácticas, sería imposible monitorear todas esas sustancias en los programas rutinarios de vigilancia o control de la calidad del agua de bebida. Por lo tanto, una NCAB debe centrarse en un número claramente establecido de parámetros. Si bien las Guías OMS presentan una lista de más de 100 parámetros, la mayoría de las NCAB de diferentes países alrededor del mundo tienen un número de parámetros mucho menor.

¿Cómo hacer la selección? ¿Qué criterios deben seguir los expertos del Comité para la NCAB?

La ruta que sugiere esta Guía es la siguiente:

- (a) Hacer una clasificación de las sustancias presentes en el agua.
- (b) Individualizar las sustancias más representativas de dicha clasificación.
- (c) Elaborar un diagrama de riesgo para la salud-ocurrencia.
- (d) Seleccionar los parámetros “trazando la línea”.

Clasificación de la sustancias presentes en el agua

Las sustancias presentes en el agua se pueden clasificar según sus características químicas (inorgánicas, orgánicas, radiológicas, etc.) o según otras características asociadas con sus usos, funciones o condición física. Por lo tanto, es posible tener varios sistemas de clasificación.

Una clasificación interesante que se usa en la norma de Brasil es la siguiente:

- ? Microbiológicas
- ? Turbiedad
- ? Sustancias químicas que afectan la salud humana
 - ? Inorgánicas
 - ? Orgánicas
 - ? Agrotóxicas
 - ? Cianotoxinas
 - ? Desinfectantes y subproductos de la desinfección
- ? Radiológicas
- ? Estéticas.

La NCAB de Francia usa una clasificación cuyo énfasis está en la alteración que las sustancias producen en el agua:

- ? Estéticas
- ? Fisicoquímicas relacionadas con la condición natural de las aguas
- ? Parámetros indeseables
- ? Sustancias tóxicas
- ? Microbiológicas
- ? Plaguicidas.

La clasificación recomendada aquí se usa ampliamente y es la que adoptan la Guías OMS:

- ? Microbiológicas
- ? Sustancias químicas (relacionadas con la salud)
 - ? Inorgánicas
 - ? Orgánicas (excluyendo plaguicidas)
 - ? Plaguicidas
 - ? Desinfectantes y subproductos de la desinfección
- ? Radiológicas
- ? Estéticas.

Individualización de las sustancias más representativas

Se podría considerar a esta individualización como la primera selección (general) de parámetros. Por ejemplo, se puede señalar que si bien la información disponible demuestra que no existen problemas de salud importantes debido al consumo de estaño en las concentraciones normales que se encuentran en el agua cruda o tratada, éste no es el caso para el arsénico. La primera selección puede dejar entonces de lado al estaño, pero debe incorporar al arsénico para su evaluación en la segunda y definitiva selección.

El Comité a cargo de esta preselección también debe tener presente que no solo los parámetros individuales pueden tener pesos diferentes, sino que también ciertos grupos de parámetros pueden tener distintos niveles de importancia. A continuación se discutirán estos grupos y los parámetros más importantes.

El primer grupo que se debe tener en cuenta es el de *contaminantes microbiológicos*. Estos constituyentes pueden tener un enorme impacto en la salud pública, pues las diarreas causadas por gastroenteritis y cólera son problemas importantes en los países en desarrollo. La OMS publica todos los años el Informe sobre Salud Mundial, donde las estadísticas epidemiológicas muestran que las diarreas tienen los más altos índices de morbilidad para la raza humana.

El garantizar que el agua de bebida está libre de riesgos microbiológicos quizás sea la primera prioridad. En otras palabras, para reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en cualquier país, es necesario desarrollar e implementar, como primera prioridad, normas para la calidad microbiológica del agua de bebida.

Si bien existe un número vasto de organismos microbiológicos, que van desde los nemátodos hasta los protozoarios, desde las bacterias hasta los virus, y dado que sería casi imposible controlar todos, normalmente se seleccionan uno o dos “indicadores”. Estos indicadores tienen características tales que su presencia implica una probabilidad muy alta de que otros microbios estén presentes, mientras que su ausencia es una evidencia de la seguridad microbiológica del agua sometida a prueba.

Las guías microbiológicas de la OMS han sido adoptadas en todo el mundo. Éstas recomiendan como indicadores de la calidad microbiológica los siguientes parámetros:

- ? *Escherichia coli* o bacterias coliformes (fecales) termotolerantes: No se deben detectar en ninguna muestra de 100 ml de agua destinada al consumo humano.
- ? *Bacterias coliformes totales*: No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml de agua tratada que ingrese al sistema de distribución. Puede darse una tolerancia de hasta 5% para la ocurrencia ocasional de organismos coliformes en muestras del sistema de distribución tomadas en un período de 12 meses, siempre que no haya presencia de *E. coli*.

El grupo de *sustancias inorgánicas (relacionadas con la salud)* normalmente tiene que ver con los parámetros encontrados con mayor frecuencia en aguas crudas y tratadas. No es un grupo muy amplio y a continuación se describen los parámetros más importantes.

- ? *Arsénico*: El arsénico está presente de manera natural en varias partes del mundo. El agua subterránea puede tener una alta concentración, como ocurre en Bangladesh, México, Argentina y los Estados Unidos. El arsénico puede llegar al ambiente desde fuentes naturales (erupciones volcánicas, erosión de rocas, incendios forestales) o por actividades humanas (industria de la pintura, preservación de la madera, producción de metales, medicinas, semiconductores, etc.). La exposición al arsénico en el agua de bebida durante períodos prolongados se ha asociado al cáncer a la vejiga, los pulmones, la piel, los riñones, el hígado y la próstata.
- ? *Bario*: El bario está presente en una serie de compuestos de la corteza terrestre y también se usa en actividades industriales. Si bien la evidencia es débil, algunos estudios epidemiológicos han asociado al bario con efectos cardiovasculares adversos en humanos.
- ? *Cromo*: El cromo está ampliamente distribuido en la corteza terrestre y existe en estados de valencia +2 a +6, siendo el estado +6 el más importante desde el punto de vista de la ingestión, pues es el que se absorbe más fácilmente en el tracto gastrointestinal y también es el que puede penetrar las membranas celulares. Si bien no existe una

evidencia clara de la relación entre la ingestión de cromo +6 y determinada enfermedad, la inhalación de cromo causa cáncer pulmonar.

- ? *Fluoruro:* El fluoruro está presente de manera natural en la corteza terrestre, en minerales como la fluorita (fluoruro de calcio). El agua subterránea de muchas áreas del mundo también puede tener altas concentraciones de fluoruro. El fluoruro en niveles entre 0,5 y 1 mg/l es beneficioso para la salud y brinda protección contra la caries dental. El Programa de Salud Dental de la OMS apoya la fluoruración de los abastecimientos de agua como un método eficiente de reducir la caries dental infantil. Sin embargo, para el fluoruro, el margen entre los efectos beneficiosos y los tóxicos es bastante estrecho, pues en una concentración mayor de 1,5-2 mg/l pueden producir fluorosis dental. En niveles de 3-6 mg/l puede observarse fluorosis ósea y si el agua contiene más de 10 mg/l, esta fluorosis ósea puede provocar invalidez.
- ? *Plomo:* El plomo está presente en el agua de bebida como resultado de su disolución de fuentes naturales o de tuberías de plomo. El efecto más significativo del plomo en la salud es su asociación con la reducción del coeficiente intelectual. Los infantes y los niños son particularmente susceptibles a los efectos adversos del plomo.
- ? *Mercurio:* Si bien existen fuentes naturales de mercurio en el ambiente, como yacimientos minerales, manantiales y volcanes, las cantidades que ingresan a la biósfera por fuentes antropogénicas se están incrementando. Éstas incluyen la explotación de oro, los incineradores de hospitales y la combustión de carbón y petróleo. La explotación de oro se considera la mayor fuente de contaminación del ambiente con mercurio en el mundo. Se estima que cada año se descargan en la cuenca amazónica entre 100 y 150 toneladas de mercurio. El mercurio afecta al cerebro, al sistema nervioso y a los riñones.
- ? *Nitrato y nitrito:* Las fuentes de nitrato en el agua incluyen las formaciones geológicas que contienen compuestos solubles de nitrógeno, fertilizantes agrícolas, plantas en descomposición, abono y aguas residuales domésticas. El nitrato es móvil en el suelo y migra rápidamente hacia las aguas subterráneas. En condiciones anaerobias, el nitrato puede reducirse a nitrito. Los altos niveles de nitratos en el

agua de bebida pueden tener consecuencias serias, incluso fatales, en infantes menores de tres meses alimentados con biberón. El nitrato se reduce a nitrito en el tracto gastrointestinal y se combina con la hemoglobina de la sangre para formar metahemoglobina, que es inadecuada para transportar el oxígeno a los tejidos. El resultado de esto se traduce en una cianosis (síndrome de los “bebés azules”) y eventualmente en asfixia. Los infantes de menor edad son más susceptibles a la formación de metahemoglobina que los niños de mayor edad y que los adultos.

Dos condiciones deben orientar la selección de *sustancias orgánicas relacionadas con la salud* que se deben incluir en el CPC de la NCAB. Primero, muchas de estas sustancias orgánicas son cancerígenas, mutagénicas o ambas. Sin embargo, en las concentraciones en las que generalmente están presentes en el agua de bebida, se necesita un período de exposición prolongado (por ejemplo, 20 años o más) para producir dicho impacto en la salud humana. Es decir, que el riesgo que plantean las sustancias orgánicas para la salud humana no tiene el mismo peso que el riesgo proveniente de contaminantes microbiológicos. Segundo, a diferencia de las sustancias inorgánicas, existe una amplia gama de compuestos en el grupo de las sustancias orgánicas.

Estas dos condiciones hacen necesario adoptar un procedimiento de selección cuidadoso si se quiere que la norma sea realista. Una manera conveniente de enfrentar este número tan grande de sustancias es dividir el grupo orgánico en subgrupos. Por ejemplo:

- ? Sustancias orgánicas relacionadas con la salud
- ? Plaguicidas
- ? Desinfectantes y subproductos de la desinfección.

Se puede dividir el primer subgrupo en categorías:

- ? Alcanos clorados
- ? Etenos clorados
- ? Hidrocarburos aromáticos
- ? Bencenos clorados
- ? Otros.

Las *Guías OMS para la Calidad del Agua Potable* (Guías OMS) (versión 1993) incluyen cinco alcanos clorados, cinco etenos clorados, seis hidrocarburos aromáticos, cinco bencenos clorados y nueve compuestos dentro de la categoría de Otros.

Los *plaguicidas* incluyen todas las sustancias que se usan en la agricultura para eliminar plagas. Por ejemplo, insecticidas, acaricidas, nematocidas, fungicidas y herbicidas. Las Guías OMS incluyen 36 plaguicidas.

El último grupo de sustancias químicas relacionadas con la salud está compuesto por los desinfectantes y los subproductos de la desinfección (SPD). Los SPD son los productos que generan los desinfectantes luego de su uso en el tratamiento del agua.

Si bien existen varios desinfectantes, muy pocos se usan en los países en desarrollo. De lejos, el desinfectante más popular, utilizado en 98% de los sistemas, es el cloro. Algunos sistemas usan otros, como las cloraminas o el dióxido de cloro. Dos métodos que están ganando importancia lentamente en el tratamiento del agua, la radiación ultravioleta y el ozono, no plantean ningún riesgo directo para la salud (como desinfectantes), pues la radiación ultravioleta no deja ningún residuo químico y el ozono tiene una vida media corta.

Aunque en las Guías OMS se da un valor-guía para el cloro (5 mg/l), es poco probable que se alcance este límite y lo más probable es que los usuarios rechacen el agua antes de llegar a este nivel debido al desagradable olor y sabor.

En el caso de los subproductos de la desinfección, el cloro no es el único desinfectante que produce sustancias indeseables después de su uso. Las cloraminas, el ozono y el dióxido de cloro también producen SPD con riesgo potencial para la salud humana.

Dado que los SPD se encuentran normalmente en el agua tratada, es importante considerar su inclusión en la NCAB. Sin embargo, un aspecto importante en este punto es sugerir que se haga un comentario de precaución similar en la norma. Los SPD constituyen un riesgo al desinfectar el agua. Sin embargo, la eliminación de este riesgo mediante la supresión de la desinfección que los produce podría dar lugar a una contaminación microbiológica, lo que significaría un riesgo mucho mayor para la salud.

Las Guías OMS son muy claras al respecto: “Cuando las circunstancias locales requieran que se deba elegir entre cumplir las guías microbiológicas y cumplir las guías sobre desinfectantes o SPD, siempre predominará la calidad microbiológica. Nunca se debe comprometer la eficiencia de la desinfección”.

Las Guías OMS dan valores-guía para 24 SPD. Los más comunes son los grupos de clorofenoles, trihalometanos (THM) y ácidos acéticos clorados.

Los parámetros estéticos dan lugar a un grupo que requiere tratamiento diferente. Se los denomina: “parámetros de aceptabilidad”, “organolépticos”, “sustancias no relacionadas con la salud” o “sustancias y parámetros en el agua de bebida que pueden generar quejas de los usuarios”. Si es cierto que el primer objetivo de una NCAB es brindar el marco para un agua “segura”, un segundo objetivo, también importante, es garantizar que el agua sea agradable para el usuario. Los usuarios quizás no sepan juzgar si el agua que están bebiendo es dañina para su salud o no, pero a través de sus sentidos pueden percibirla como agradable o desagradable. Un agua oscura, turbia, con mal olor o sabor puede provocar rechazo. Esto a su vez puede provocar quejas y posiblemente el uso de agua proveniente de fuentes menos seguras o más caras (agua embotellada).

Existen varios constituyentes de este tipo. La norma puede incluir o no una subclasificación para estas sustancias, pero de desearlo, se pueden dividir en:

- ? Físicos
- ? Inorgánicos
- ? Orgánicos
- ? Desinfectantes y SPD.

En el cuadro 1 se muestran los más comunes y sus principales características (las que dan lugar a quejas).

Cuadro 1. Parámetros estéticos y sus efectos

Físicos	
Color	Incrementa la sospecha del usuario sobre la existencia de materia indeseable.
Sabor y olor	Indica <i>per se</i> algún tipo de contaminación.
Temperatura	La temperatura alta no solo es desagradable para el paladar, sino que puede propiciar el crecimiento de microorganismos
Inorgánicos	
Aluminio	Produce turbiedad (flóculos o hidróxido de aluminio).
Cloro	Mal sabor.
Cobre	Incrementa la corrosión de instalaciones de hierro galvanizado y acero. Produce manchas en los accesorios sanitarios y de lavandería.
Dureza	Causa deposición de incrustaciones en las tuberías y calderas a vapor y genera consumo excesivo de jabón. Mal sabor.
Sulfuro de hidrógeno	Mal sabor y olor.
Hierro	El hierro férrico le da un color marrón rojizo al agua. El hierro mancha los accesorios sanitarios y de lavandería. Promueve el crecimiento de “bacteria de hierro” que produce depósitos en las tuberías.
pH	Importante parámetro operativo, pues la efectividad de la desinfección con cloro depende de su valor.
Sulfato	Dependiendo del catión respectivo, puede darle mal sabor al agua.
Sólidos disueltos totales	Tiene efecto en el sabor.
Orgánicos	
Diclorobencenos	Olor.
Etilbenceno	Olor.
Monoclorobenceno	Mal sabor y olor.
Estireno	Olor.
Detergentes sintéticos	Mal sabor y olor. Producción de espuma.
Tolueno	Olor.
Triclorobencenos	Olor.
Xileno	Mal sabor y olor.
Desinfectantes y SPD.	
Cloro	Mal sabor y olor.
Clorofenoles	Olor.

La radiación en el ambiente tiene su origen en una serie de actividades naturales y humanas. Aún cuando las fuentes naturales son

responsables de la mayor parte de la radiación a la que están expuestos los humanos, existe el riesgo de que el agua se contamine con radionúclidos provenientes de residuos nucleares, plantas de energía nuclear y pruebas de armamento nuclear. La exposición a la radiación ionizante tiene efectos diferentes en los humanos, dependiendo del órgano y el tipo de tejido. Los parámetros radiológicos rara vez se monitorean en los países en desarrollo.

Elaboración de un diagrama de riesgo para la salud-ocurrencia

Con la visión general suministrada por las secciones anteriores, ha llegado el momento de una intervención más centrada en la selección de los parámetros que se incluirán en la NCAB. Esto se hace mediante el *diagrama de riesgo para la salud-ocurrencia*. Como su nombre lo indica, se usa un eje (el eje y) para el índice de ocurrencia de cada parámetro en el agua (cruda y tratada) y el otro eje para el riesgo para la salud asociado con el consumo de dicha sustancia.

El gráfico se construye colocando cada parámetro posible con su valor de ocurrencia y su valor de riesgo para la salud.

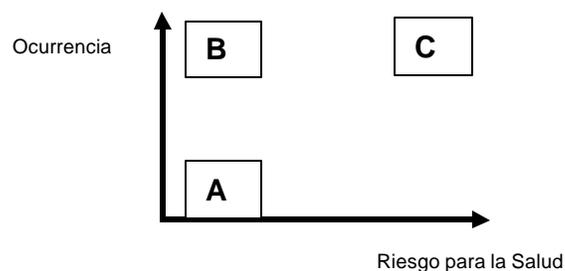


Figura 2. Diagrama de riesgo para la salud-ocurrencia

Una sustancia con un bajo índice de ocurrencia y un bajo riesgo para la salud se ubicará en el lado inferior izquierdo del gráfico (A).

Una sustancia con un alto nivel de ocurrencia pero bajo riesgo para la salud se ubicará en el lado superior izquierdo del gráfico (B).

Una sustancia con una alto nivel de ocurrencia y un alto riesgo para la salud se ubicará en la esquina superior derecha del gráfico (C).

¿Cómo identificar la información sobre riesgos para la salud?

Las Guías OMS brindan información detallada sobre el efecto para la salud de aproximadamente cien sustancias químicas (Volumen 2: *Criterios relativos a la salud y otra información de base*). Esta información se resume en el Volumen 1: *Recomendaciones*.

El Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS) es un proyecto conjunto del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud. El IPCS produce una serie de documentos llamados *Criterios de Salud Ambiental* (CSA) en los que se describen los efectos de sustancias químicas en la salud humana y en el ambiente. Las monografías CSA tienen información sobre más de 200 sustancias químicas.

El Sistema Integral de Información de Riesgos (IRIS) de la USEPA es una base de datos que contiene información sobre los efectos que pueden producir en la salud humana diferentes sustancias químicas presentes en el ambiente. Este sistema tiene información sobre más de 500 sustancias.

Estas (y otras) herramientas brindan información sobre identificación de riesgos y evaluación dosis-respuesta. Debe señalarse que la información de las Guías OMS, de las monografías CSA y del sistema IRIS está disponible a través de Internet (ver referencias).

En cuanto a la *ocurrencia* de los diferentes contaminantes, esta se relaciona con el tipo de tratamiento que se aplica al agua antes de la distribución y, obviamente, está íntimamente relacionada con la calidad del agua cruda. Por lo tanto, será necesario identificar el tipo y la concentración de los contaminantes presentes en las fuentes de agua. Existen muchas formas de hacer esto.

- ? La primera consiste en analizar la información disponible en relación con el agua de bebida y el agua cruda. El ministerio de salud, el ministerio de agricultura y las empresas de abastecimiento de agua pueden tener esta información.
- ? Otras entidades también pueden resultar importantes para el suministro de información. Las autoridades de aduanas y de agricultura pueden tener listas de los plaguicidas más usados en el país. Las empresas de abastecimiento de agua y el instituto nacional de normalización pueden tener amplia información sobre las sustancias químicas y los materiales usados en el tratamiento y la

distribución de agua. El ministerio de industria puede tener datos y cifras sobre descargas industriales, que es una muy buena manera de averiguar qué sustancias extrañas se le añaden al agua cruda. Finalmente, los programas de muestreo de corta duración pero de amplia extensión pueden también proporcionar información sobre la presencia de contaminantes en el agua tanto en las fuentes como en los sistemas de distribución.

En este punto, con la información recopilada, el siguiente paso es:

Selección de los parámetros mediante el "trazado de la línea"

Una vez que se han identificado los riesgos para la salud y se han establecido los niveles de ocurrencia, se elabora el gráfico y se distribuyen los diferentes parámetros. Se pueden identificar tres zonas: prioridad alta, media y baja.

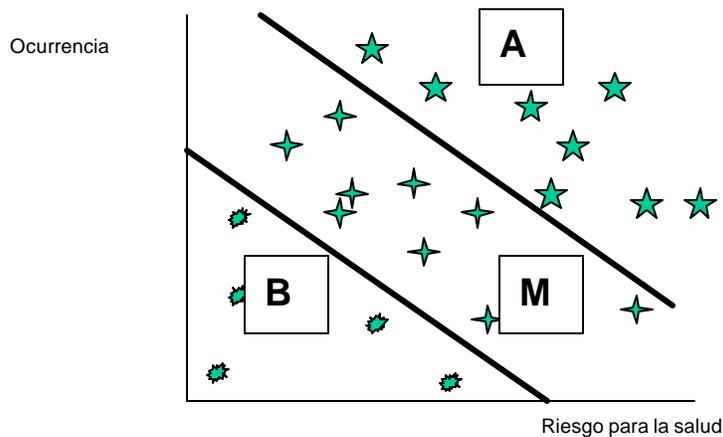


Figura 3. "Trazado de la línea" para seleccionar parámetros

La figura 3 muestra un sistema de priorización cualitativa para determinar la NCAB. Dependiendo de los recursos del país, la norma puede tener un número pequeño o grande de parámetros y su selección puede hacerse tomando en consideración su posición en el gráfico.

Es claro que las normas deben fijarse primeramente para aquellos contaminantes que ocurren frecuentemente y en concentraciones

significativas en el agua de bebida y que tienen el mayor impacto en la salud. En el gráfico, éstos son los parámetros en la sección “alta” (las estrellas de cinco puntas). Los contaminantes microbiológicos pertenecen a esta categoría.

Como se indicó anteriormente, la información sobre los contaminantes del agua y los recursos que tiene el país influirá en la selección de los contaminantes en la zona “media”, mientras que aquellos en la zona “baja” se tomarán en cuenta solo si existen muchos recursos.

3.5.2 *Asignación de límites de concentración a los parámetros seleccionados*

Esta es la segunda parte de la actividad: preparar el CPC. Los países pueden adoptar uno de dos enfoques: un cuadro con un límite o un cuadro con dos o más límites. Como se indicó en la Introducción, dos condiciones importantes son “realismo” y “flexibilidad” y ambas son muy importantes al fijar límites. Si un límite es demasiado exigente, sin ninguna flexibilidad, la norma no será realista. No se cumplirá y tener una norma así es peor que no tener norma alguna. Si un CPC tiene solo un límite, entonces éste inevitablemente tendrá que ser flexible. Australia, Francia, México y la mayoría de los países del Caribe son ejemplos de países con normas que tienen un solo límite.

Italia, Nicaragua, España y Estados Unidos son ejemplos de países con normas que tienen dos límites. En este caso, uno de los límites hace referencia al valor ideal que debería tener el agua. De hecho, esta es una meta que debe buscar el sector abastecimiento de agua y un nivel que se debe lograr con el tiempo y con el avance tecnológico. Estos límites, generalmente reciben el nombre de “valor ideal”, “valor recomendado”, “valor-guía”, “meta de nivel máximo de contaminante” o “concentración deseada”.

El segundo límite o concentración máxima que se permite para los diferentes parámetros es menos estricto, pero todavía puede lograr un margen de seguridad adecuado para los usuarios. Estos límites generalmente tienen como nombres: “límite máximo”, “concentración máxima permitida”, “nivel máximo de contaminante” o “límite superior”.

En unos cuantos casos, algunos países han ido incluso más lejos y han adoptado tres límites diferentes. En este caso, los límites están relacionados con: (a) el valor ideal; (b) una concentración que si bien no es el

objetivo, está bien equilibrada y presenta un amplio margen de seguridad; (c) el máximo nivel absoluto, algunas veces provisional o con un plazo después del cual el parámetro debe alcanzar el nivel 2. Un ejemplo es Colombia, (INCOTEC, 1979) donde los límites se denominan: (a) sugerido; (b) aceptable y (c) máximo permitido.

En el caso de la Comunidad Europea, esta propuso en 1989 tres límites: (a) el nivel-guía; (b) la concentración máxima permitida; y (c) la concentración mínima requerida. En cada caso, la concentración se obtiene mediante un proceso denominado “manejo de riesgos”.

Como se explicó anteriormente, la información usada al seleccionar los parámetros con los diagramas de riesgo para la salud-ocurrencia provienen de las Guías OMS, IRIS, CSA, etc. Esta información es útil para seleccionar los parámetros a través del ejercicio gráfico, pero también para desarrollar el proceso que producirá los límites de los parámetros seleccionados. De hecho, estos documentos permitirán la preparación de una evaluación de riesgos (o por lo menos una parte de dicha evaluación).

Una evaluación de riesgos es la caracterización de los potenciales efectos adversos en la salud humana que produce la exposición a determinados riesgos ambientales y se usa en el proceso de manejo de riesgos.

Una evaluación de riesgos consta de cuatro etapas:

- ? Identificación de riesgos
- ? Evaluación dosis-respuesta
- ? Evaluación de exposición
- ? Caracterización de riesgos.

La *identificación de riesgos* implica la recopilación y evaluación de información sobre sustancias que pueden causar enfermedades en humanos. Identifica la manera en que estas sustancias causan enfermedades y cuantifica la contribución de las diferentes rutas de exposición a la exposición humana en general.

El análisis de *evaluación dosis-respuesta* analiza la relación cuantitativa entre la magnitud del efecto tóxico o enfermedad y la magnitud de la exposición a una sustancia. La identificación de riesgos y el análisis

dosis-respuesta se pueden hacer usando el IRIS y otros documentos mencionados anteriormente.

En cuanto a la “exposición”, si bien la “ocurrencia” es un concepto relativamente simple y se usó para seleccionar parámetros en el diagrama de riesgo para la salud-ocurrencia, la *evaluación de la exposición* va un paso más allá, pues la “exposición” no es solo la determinación de la presencia y concentración de la sustancia, sino también la frecuencia de su ocurrencia en el agua, su ubicuidad, abundancia y persistencia. También incluye la estimación de la dosis o el nivel de la sustancia al cual están expuestas las personas o las poblaciones. La evaluación podría ocuparse de exposiciones pasadas o actuales o incluso de exposiciones previstas para el futuro.

La *caracterización de riesgos* implica la integración de los datos y el análisis de los tres primeros componentes del proceso de evaluación de riesgos y la determinación de la probabilidad de que los humanos experimenten cualquiera de las diferentes formas de toxicidad asociadas con una sustancia.

Finalmente, el *manejo de riesgos* es el proceso por el cual se toma una acción para desarrollar medidas destinadas a prevenir peligros y amenazas potenciales para la salud pública. Es mediante el proceso de manejo de riesgos que se asigna el límite de concentración de una sustancia peligrosa determinada. O, en otras palabras, se fija la concentración de un parámetro según un riesgo determinado que la autoridad de salud pública ha decidido aceptar.

¿Cuál es el nivel de riesgos? ¿Y cuáles son los riesgos que se toman normalmente al fijar los límites de una NCAB en el CPC?

Si en epidemiología un riesgo de 10^{-1} a 10^{-2} se considera “clínico”, entonces es a partir de 10^{-3} que los riesgos de morbilidad (casos) y mortalidad (fallecimientos) son importantes para fijar la NCAB.

La mayoría de valores-guía para los parámetros sugeridos en las Guías OMS se estiman para un riesgo muy bajo. Este es el caso de compuestos que se consideran cancerígenos genotóxicos, cuyas concentraciones en el agua de bebida se establecieron suponiendo un consumo diario de 2 litros de agua para un adulto de 60 kg y después de un período de vida de 70 años. Los valores para estos usuarios en estas condiciones se asociaron con un riesgo 10^{-5} ; lo que significa que en una

población determinada se producirá un caso adicional de cáncer por cada 100.000 personas que ingieran durante 70 años agua de bebida (dos litros al día) y que esa agua contiene la sustancia contaminante en la concentración del valor-guía.

Se puede permitir que algunos de los parámetros estén presentes en concentraciones asociadas con riesgos menores que otras que tengan mayores riesgos. En cualquier caso, desde el punto de vista de la salud pública y también desde un punto de vista práctico, debe considerarse un rango de riesgo de 10^{-6} a 10^{-3} .

Los conceptos de evaluación y gerenciamiento del riesgo se describen en el documento publicado por el CEPIS *Manual for the evaluation and management of toxic substances in surface waters*,, Section 2 Risk assessment and risk management.

Es aquí donde se aplicará la flexibilidad, pues el Comité para la NCAB tendrá que ajustar las concentraciones y sus riesgos asociados, dependiendo de los recursos técnicos de las instalaciones de tratamiento de agua, los factores económicos de dichos tratamientos, la capacidad técnica y la disponibilidad de equipos de los laboratorios químicos para detectar concentraciones muy bajas de ciertas sustancias. También es obvio que si un CPC tiene un límite o dos límites, los valores de las concentraciones tendrán que reflejar dicha flexibilidad de una manera diferente. Un ejemplo aclarará esto:

CPC con un solo límite:

Cuadro 2. CPC con un solo límite, riesgos y concentración asociada

Parámetro	Evaluación de riesgo	Concentración asociada con dicho riesgo
A	10^{-5}	C1
B	10^{-3}	C2
C	10^{-4}	C3
D	10^{-4}	C4

CPC con doble límite: Un límite se puede denominar “valor ideal” y el segundo puede ser la “concentración máxima permitida”.

Cuadro 3. CPC con doble límite, riesgos y concentraciones asociadas

Parámetro	Evaluación de riesgo (1) para los valores ideales	Concentración asociada con el riesgo (1) (valor ideal)	Evaluación del riesgo (2) para la concentración máxima permitida	Concentración asociada con el riesgo (2) (concentración máxima permitida)
A	10^{-6}	C1	10^{-4}	C5
B	10^{-5}	C2	10^{-3}	C6
C	10^{-5}	C3	10^{-4}	C7
D	10^{-6}	C4	10^{-3}	C8

Como se ve, en el primer caso (cuadro 2), existe solo un límite y este tiene que mostrar la máxima flexibilidad posible, pero los valores no pueden ser tan laxos, pues debe llegarse a un punto intermedio entre el riesgo máximo y el valor ideal. En el segundo caso (cuadro 3), mientras un límite es muy estricto, el segundo, que es más laxo por definición, permite introducir una mayor flexibilidad.

La OMS ha elaborado en el año 2002 el *Protocolo de Monitoreo Químico*, un documento muy recomendable al tratar esta sección, pues ha sido elaborado especialmente para enfrentar la manera de preparar un CPC preciso y útil. De hecho, el mencionado documento se elaboró para apoyar a los países en la determinación de sustancias químicas que deben considerarse prioritarias para el desarrollo de estrategias de manejo de riesgos, incluidos el establecimiento de la norma y el monitoreo en el contexto de la vigilancia y el control de la calidad del agua.

Una recomendación final de esta sección se relaciona con una condición práctica y razonable que muchas NCAB no tratan. Si el agua distribuida desde un sistema específico muestra el cumplimiento de la NCAB durante años y repentinamente se encuentra en una muestra una desviación respecto al valor de la norma, ¿quiere decir esto que el servicio está haciendo mal las cosas? ¿o que se le debe imponer una sanción o multa o que debe detenerse la distribución de agua aún cuando la desviación sea ligera?

El sentido común nos dice que esto no es aconsejable. ¿Pero cómo superar esta situación? Hay dos formas de introducir la flexibilidad requerida: a través del criterio del porcentaje o del criterio del promedio.

El criterio del porcentaje: Un cierto porcentaje (normalmente 5%, nunca más de 10%) de las muestras analizadas en un período fijo de tiempo (usualmente 4, 6 ó 12 meses) puede presentar valores más altos que el límite fijado por la norma. De todos modos, se debe establecer también un valor máximo o “techo” que no debe ser sobrepasado por ninguna muestra aislada. El techo es obviamente más alto que el límite de la norma.

El criterio del promedio: El promedio anual o semestral de todas las muestras analizadas en ese período no debe sobrepasar el límite fijado por la norma. También debe haber un techo que no debe ser sobrepasado por ninguna muestra aislada.

Muchas NCAB asocian ese margen aceptable de incumplimiento de la norma con ciertos parámetros (por ejemplo microbiológicos).

Las Guías OMS sugieren que en el caso de agua tratada en el sistema de distribución: “Las bacterias coliformes fecales no deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml. Pero en el caso de abastecimientos mayores, donde se examinan suficientes muestras, no debe estar presente en 95% de las muestras tomadas a lo largo de cualquier período de 12 meses”.

La NCAB australiana establece que: "95% de las muestras programadas no deben contener ningún organismo coliforme en 100 ml" y agrega una cláusula de flexibilidad muy específica: "Se pueden aceptar ocasionalmente hasta 10 organismos coliformes".

La NCAB de Brasil presenta una norma para la turbiedad en la que existe una tolerancia similar, dependiendo del tipo de fuente o tratamiento. Podría considerarse una flexibilidad similar para otros parámetros.

Cuadro 4. Desviaciones aceptadas de la norma para la turbiedad (Brasil)

Fuente/tratamiento	Máximo valor permitido en unidades de turbiedad (UT)
Agua subterránea (con desinfección)	1 UT en 95% de las muestras
Filtración rápida (después de un tratamiento completo)	1 UT
Filtración lenta por arena	2 UT en 95% de las muestras

3.6 Frecuencia de muestreo y de inspecciones sanitarias

Al manejar un programa de vigilancia o control de la calidad del agua de bebida el análisis microbiológico y físico por un lado y las inspecciones sanitarias por el otro son actividades relevantes que deben implementar el organismo de vigilancia y la empresa de abastecimiento de agua.

Tanto el muestreo para el análisis como las inspecciones sanitarias deben reconocer un programa que considere la selección y visita de los puntos más importantes del sistema de abastecimiento de agua, como: planta de tratamiento, reservorios, puntos de baja presión, tomas de agua, conexiones especiales, etc. Estas visitas también deben reconocer un patrón de frecuencias.

El establecimiento de tales frecuencias de muestreo para el análisis del agua y para las visitas a los sistemas de agua con el fin de realizar inspecciones sanitarias, dependen de:

- ? La calidad del agua de la fuente
- ? El número de fuentes de agua
- ? El tratamiento que recibe el agua
- ? Los riesgos de contaminación en diferentes partes del sistema
- ? El tipo particular de sistema
- ? La historia previa de la calidad del agua
- ? El tamaño de la población abastecida con agua.

En los países en desarrollo, todas las condiciones anteriores deben ser balanceadas con la disponibilidad de personal, transporte e instalaciones de laboratorio. Es decir que los recursos disponibles de las empresas de abastecimiento de agua y del servicio de salud pública determinarán lo que se le puede asignar a estas actividades.

Como en el caso del CPC, en el que un límite más bajo requiere un tratamiento más exigente, lo que a su vez implica mejores equipos y mayores costos operativos; una mayor frecuencia de los análisis y de inspecciones sanitarias en los programas de vigilancia y control de la calidad del agua de bebida implica mayores costos y recursos.

Por lo tanto, es importante que el organismo de salud pública y las empresas de abastecimiento de agua evalúen sus recursos y trabajen hacia la

meta de tener frecuencias de muestreo e inspecciones sanitarias realistas, aunque sin comprometer la salud, En cualquier caso, es necesario tomar importantes enfoques para satisfacer esta última declaración.

Primero, los diferentes parámetros (por ejemplo: microbiológicos, fisicoquímicos, estéticos) deben tener un tratamiento diferenciado. Debido a los mayores riesgos para la salud humana planteados por los parámetros microbiológicos en comparación con los estéticos, los parámetros microbiológicos deben tener una mayor frecuencia de muestreo.

Segundo, es siempre aconsejable tener regularidad en la frecuencia. Esto quiere decir que la NCAB debe establecer la realización de un número mínimo de muestreos e inspecciones para los diferentes tipos de sistemas.

Finalmente, la norma también puede presentar un cuadro que indique el incremento en el número de intervenciones de acuerdo con el incremento del nivel de implementación de los programas de vigilancia o control de la calidad del agua de bebida. Esta es otra manera de demostrar flexibilidad en la norma.

Algunos ejemplos aclararán estos enfoques. Consideremos inicialmente la frecuencia de muestreo para los análisis de laboratorio. Como se indicó anteriormente, una NCAB podría considerar el muestreo para el análisis microbiológico separado del realizado para parámetros fisicoquímicos. Incluso estos podrían dividirse en dos o más grupos de parámetros.

Al preparar un cuadro de frecuencia para parámetros microbiológicos, debe tenerse en cuenta el sencillo hecho de que las pruebas relativamente simples realizadas con una frecuencia razonable tienen más valor para monitorear la calidad de un abastecimiento que las pruebas exhaustivas realizadas ocasionalmente. Un análisis estandarizado para detectar coliformes y un análisis para determinar *Escherichia coli* o bacterias coliformes termotolerantes serían suficientes. La frecuencia del muestreo microbiológico puede estar ligada al tamaño de la población que usa el servicio de agua.

Ejemplos:

Cuadro 5. Frecuencia de muestreo para análisis microbiológicos

Población abastecida con agua	Número mínimo de muestras/mes
OMS (Guías)	
< 5,000	1
5,000 – 100,000	1/cada 5,000 habitantes
> 100,000	10 + 1/cada 10,000 habitantes
Australia	
< 2,000	1
2,000 – 10,000	1/cada 2,000 habitantes
10,000 – 100,000	3 + 1 /cada 5,000 habitantes
> 100,000	13 + 1/cada 10,000 habitantes
Argentina (COFES)	
< 10,000	1
10,000 – 100,000	4
> 100,000	30

Es obvio que si se tiene que visitar un determinado sistema para tomar 20 muestras mensuales, la calidad del monitoreo no es la misma si todas las muestras se toman en una visita o si se distribuyen a lo largo de un mes.

Por lo tanto, es apropiado que la norma presente otro cuadro con los intervalos entre muestras, como en el ejemplo de la USEPA que se muestra a continuación.

Cuadro 6. Intervalos entre muestras para el análisis microbiológico

Número mínimo de muestras/mes	Período máximo entre muestras consecutivas
< 5,000	1 mes
10,000 – 20,000	1 mes
20,000 – 45,000	2 semanas
45,000 – 100,000	4 días
100,000 – 300,000	2 días
> 300,000	Diariamente

Las siguientes cuadros provienen del *Reglamento de agua para bebida* de Inglaterra y Gales. Son interesantes pues no solo dan un peso diferente a diferentes conjuntos de parámetros (presentando de esta manera diferentes grupos), sino que también reconocen tres niveles diferentes de

complejidad del muestreo: reducida, normal e incrementada. El primer nivel se divide en agua de fuentes subterráneas y agua de fuentes superficiales.

Cuadro 7. Grupos de parámetros para propósitos de muestreo

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Conductividad o pH Olor (cualitativo) Sabor (cualitativo)	Olor (cuantitativo) Sabor (cuantitativo) Turbiedad Temperatura pH Nitrato Nitrito Amonio Hierro Aluminio	Trihalometanos Tetracloruro de carbono Tricloroetano Tetracloroetano Cobre Plomo Zinc Plaguicidas Hidrocarburos aromáticos policíclicos	Cloruro Sulfato Calcio Magnesio Sodio Potasio Residuos Secos Demanda de oxígeno Carbono orgánico total Boro

Cuadro 7. Grupos de parámetros para propósitos de muestreo (contin.)

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
	Manganeso		Surfactantes
	Color		Fosfato
			Fluoruro
			Bario
			Plata
			Arsénico
			Cadmio
			Cianuro
			Cromo
			Mercurio
			Níquel
			Antimonio
			Selenio
			Dureza total
			Alcalinidad

Cuadro 8. Frecuencias de muestreo en puntos de abastecimiento

Población	Frecuencia del muestreo (veces/año)							
	Grupo 1			Grupo 2				
	Reducida Agua sub.	Agua sup.	Normal	Incre- mentada	Reducida Agua sub.	Normal Agua sup.	Incre- mentada	
< 500			4	12			4	12
500-5,000	4	4	6	12			4	12
5,000-10,000	4	6	12	24			4	24
10,000-20,000	6	12	24		4	4	6	24
20,000-50,000	15	30	60		4	5	10	60
50,000-100,000	30	60	120		5	10	20	60
100,000-150,000	45	90	180		8	15	30	60
150,000-300,000	90	180	360		15	30	60	120
300,000-500,000	90	180	360		30	60	120	
500,000-1,000,000	90	180	360		30	60	120	

Cuadro 8. Frecuencia del muestreo en puntos de abastecimiento (cont.)

Población	Frecuencia del muestreo (veces/año)							
	Grupo 3			Grupo 4				
	Reducida Agua sub.	Agua sup.	Normal	Incre- mentada	Reducida Agua sub.	Agua sup.	Normal	Incre- mentada
< 500	1	2	4	12			1	12
500-5,000	1	2	4	12			1	12
5,000-10,000	1	2	4	12			1	12
10,000-20,000	1	2	4	12			1	12
20,000-50,000	1	2	4	12			1	12
50,000-100,000	2	3	6	24	1	1	2	24
100,000-150,000	2	3	6	24	1	2	3	24
150,000-300,000	2	3	6	24	2	3	6	24
300,000-500,000	3	5	10	24	3	5	10	24
500,000-1,000,000	5	10	20	36	5	10	20	36

Finalmente, en los cuadros 9 al 11 se presenta otro enfoque, que incluye una lista compacta de parámetros y la frecuencia de muestreo requerida según el tipo de fuente y el punto de uso. Los cuadros pertenecen a la entidad peruana SUNASS.

Cuadro 9. Frecuencia de muestreo en puntos de uso (red de distribución) para un sistema que usa agua subterránea

Parámetro	Frecuencia de muestreo (muestras/año)		
	Caudal de agua producido		
	< 50 l/s < 4000 m ³ /día	50-100 l/s 4000-8000 m ³ /día	100-400 l/s 8000-40000 m ³ /día
Coliformes totales	12	26	52
Coliformes termotolerantes	12	26	52
Cloro residual (a)	4	4	4
Color	1	2	4
Conductividad	4	4	4
PH	4	4	4
Turbiedad	4	4	4
Aluminio	-	-	-
Arsénico	1	1	1
Cadmio	1	1	1
Cloro	1	1	1
Cromo	1	1	1
Cobre (b)	1	1	1
Dureza total	1	1	1
Hierro	1	2	4
Plomo (b)	1	1	1
Manganeso	1	2	4
Mercurio	1	1	1
Nitrato	1	2	4
Sulfato	1	1	1

Nota:

(a) Las cifras corresponden a muestreos diarios.

(b) Solo si el material en la red de distribución puede liberar Cu o Pb.

Cuadro 10. Frecuencias de muestreo en puntos de uso [fuera de la planta de tratamiento de agua y reservorios]

Parámetro	Frecuencia de muestreo (muestras/año)			
	Caudal de agua producido			
	< 50 l/s < 4000 m ³ /día	50-100 l/s 4000-8000 m ³ /día	100-400 l/s 8000-40000 m ³ /día	>400 l/s >40000 m ³ /día
Coliformes totales	12	26	52	104
Coliformes termotolerantes	12	26	52	104
Cloro residual (a)	4 (1)	4 (1)	4 (1)	4 (4)
Color	4	6	6	12
Conductividad	12	26 (12)	52 (12)	365 (26)
PH	12	26 (12)	52 (12)	365 (26)
Turbiedad	12	26 (12)	52 (12)	365 (26)
Aluminio (b)	4	6	6	12
Arsénico	4	6	6	12
Cadmio	4	6	6	12
Cloro	4	6	6	6
Cromo	4	6	6	12
Cobre (c)	4	6	6	12
Dureza total	4	6	6	6
Hierro	4	6	6	12
Plomo (c)	4	6	6	12
Manganeso	4	6	6	12
Mercurio	4	6	6	12
Nitrato	4	6	6	6
Sulfato	4	6	6	6

Notas:

- (a) Las cifras corresponden a un muestreo diario y poblaciones de hasta 300,000 habitantes. Un sistema más grande necesitaría un programa especial de muestreo de cloro residual.
- (b) Solo cuando se usa sulfato de aluminio en el tratamiento.
- (c) Solo si el material en la red de distribución puede liberar Cu o Pb.

Si no hay paréntesis, se toma el mismo número de muestras de la planta de tratamiento y del reservorio. En el caso de paréntesis, el número corresponde a las muestras que se deben tomar en los reservorios.

Cuadro 11. Frecuencias de muestreo en puntos de uso (re des de distribución)

Parámetro	Frecuencia de muestreo (muestras/año)			
	Caudal de agua producido			
	< 50 l/s < 4000 m ³ /día	50-100 l/s 4000-8000 m ³ /día	100-400 l/s 8000-40000 m ³ /día	>400 l/s >40000 m ³ /día
Cloro residual (a)	1	1	1	1
Color	2	2	2	18
Conductividad	12	26	26	236
pH	12	26	26	236
Turbiedad	52	52	52	472
Aluminio (b)	2	2	2	18
Arsénico	-	-	-	-
Cadmio	2	2	2	18
Cloro	2	2	2	18
Cromo	-	-	-	-
Cobre (c)	2	2	2	18
Dureza total	2	2	2	18
Hierro	2	2	2	18
Plomo (c)	2	2	2	18
Manganeso	2	2	2	18
Mercurio	-	-	-	-
Nitrato	2	2	2	18
Sulfato	2	2	2	18

Notas:

- (a) Las cifras corresponden a un muestreo diario y poblaciones de hasta 300,000 habitantes. Un sistema más grande necesitaría un programa especial de muestreo de cloro residual.
- (b) Solo cuando se usa sulfato de aluminio en el tratamiento.
- (c) Solo si el material en la red de distribución puede liberar Cu o Pb.

En este punto, se puede hacer un comentario útil. Los cuadros presentadas muestran las frecuencias mínimas de muestreo para los diferentes parámetros que se deben monitorear. Al ser mínimas, si los recursos lo permiten, se pueden incrementar considerablemente al establecer la norma; y los programas de vigilancia y control de la calidad del agua de bebida deben empezar a cumplir estas nuevas frecuencias.

Sin embargo, es posible que después de unos cuantos años (dos a cuatro) el monitoreo continuo no muestre variación en algunos parámetros. Si

éstos no están íntimamente relacionados con la salud pública, podría reducirse su frecuencia de monitoreo.

Por ejemplo, la NCAB de Italia estipula que: "Si después de dos años los valores de concentración de las muestras tomadas para el análisis de parámetros estéticos muestran consistencia a niveles significativamente menores a los límites y no existe un factor conocido o previsible que pudiera reducir la calidad del agua, entonces la autoridad de salud pública podrá permitir la reducción del número de muestras que se deben analizar. Sin embargo, la frecuencia mínima no debe ser menor de 50% de la originalmente establecida".

En cualquier caso, bajo ninguna circunstancia debe comprometerse o modificarse la frecuencia de muestreo para el análisis microbiológico por debajo de la frecuencia originalmente establecida en la norma.

Es posible plantear observaciones muy similares sobre la frecuencia de las inspecciones sanitarias. Los recursos, así como las características de los sistemas, el tratamiento y la población atendida deben determinar el número de visitas para esta importante actividad. Por ejemplo, el cuadro 12 presenta una frecuencia de este tipo. Se ha tomado el cuadro de la *Guía para la vigilancia y el control de programas de agua de bebida* (OPS/CEPIS). El cuadro hace referencia a una cantidad de agua tratada por cada sistema, urbano o rural, y también reconoce dos niveles diferentes de complejidad.

Cuadro 12. Frecuencia de inspecciones sanitarias

Área	Volumen de agua tratada (m ³)	Frecuencia de las inspecciones sanitarias	
		Reducida	Normal
Urbana	< 2,000	--	3
	2,000 – 6,000	3	6
	6,000 – 12,000	6	12
	> 12,000	12	24
Rural	Cualquiera	--	2

El cuadro 13 presenta una guía para programas de inspección sanitaria a cargo de los organismos de vigilancia. Es un extracto del documento de la OMS *Vigilancia de la calidad del agua de bebida* (1976). En él se reconocen cuatro niveles de implementación.

Cuadro 13. Orientaciones para la frecuencia de inspecciones sanitarias en programas a cargo de los organismos de vigilancia

Nivel del programa de vigilancia	Tipo de población en el sistema de agua en estudio	Fuente		Tratamiento		Almacenamiento y distribución
		Agua subterránea	Agua superficial	Agua subterránea	Agua superficial	
I	Áreas rurales	-	-	-	-	-
	Pueblos	-	-	-	-	-
	Ciudades	3 años	2 años	3 años	2 años	3 años
	Grandes ciudades	2 años	1 año	2 años	1 año	1 año
II	Áreas rurales	-	-	-	-	-
	Pueblos	-	3 años	-	3 años	-
	Ciudades	3 años	1 año	3 años	2 años	2 años
	Grandes ciudades	2 años	1 año	2 años	1 año	1 año
III	Áreas rurales	Irregular	Irregular	-	-	-
	Pueblos	5 años	3 años	5 años	3 años	5 años
	Ciudades	3 años	2 años	3 años	1 año	2 años
	Grandes ciudades	2 años	1 año	2 años	1 año	1 año
IV	Áreas rurales	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular
	Pueblos	3 años	2 años	3 años	3 años	2 años
	Ciudades	1 año				
	grandes ciudades	1 año	6 meses	1 año	6 meses	6 meses

3.7 *Métodos analíticos aprobados*

El análisis del agua es una de las herramientas más importantes para monitorear la calidad del agua y garantizar su cumplimiento con la norma. Si bien todos los aspectos prácticos relacionados con el análisis del agua tendrán que discutirse detalladamente en los programas de vigilancia y control de la calidad del agua de bebida, la NCAB deberá tratar también unos cuantos puntos importantes.

Es cuestión de sentido común; si la calidad de un análisis no es confiable, muy poco valor se podrá obtener de este importante recurso. Además, si diferentes laboratorios usan diferentes procedimientos normalizados, será difícil comparar los resultados de diferentes fuentes.

Tomando en cuenta estos aspectos, la primera conclusión es que una NCAB debe presentar una cláusula que obligue al establecimiento de un sistema de control de calidad y aseguramiento de la calidad. A “nivel de la norma” no es importante establecer la magnitud del control de la calidad ni del aseguramiento de la calidad y ni siquiera el orden de magnitud del límite de detección o la precisión objetivo inherente a dichas actividades. Lo importante es que cualquier programa de vigilancia y control de la calidad del agua de bebida debe considerar estos aspectos. Y ello tiene que estipularse en la norma.

La segunda conclusión es que si bien el uso de un método de laboratorio estándar puede no implicar por sí mismo el logro de la precisión analítica, de todas maneras es el mejor camino para lograrla. Además, el uso de métodos comunes permitirá la comparación de resultados entre laboratorios y facilitará el flujo de información.

En lo que respecta a métodos de análisis “estandarizados”, existen varios conjuntos de técnicas pertenecientes a entidades nacionales e internacionales. Los métodos más usados son los de la *Serie de calidad del agua* de la ISO; los *Métodos estandarizados para el examen de agua y aguas residuales* de la American Public Health Association de los Estados Unidos; el *Reporte 71* del British Public Health Service y los *Métodos para el análisis químico de agua y residuos* de la USEPA.

Como orientación funcional y útil para los profesionales involucrados en programas de vigilancia y control de la calidad del agua de bebida, algunas NCAB son demasiado pródigas en presentar información detallada

sobre cómo deben realizarse los procedimientos analíticos. No es raro ver una norma con un cuadro que incluya parámetros, métodos que se deben usar, la descripción de la técnica analítica, el volumen de la muestra, el tiempo entre la recolección de muestras y el inicio del análisis, las condiciones del muestreo (por ejemplo, la adición de preservantes, etc.) y varias otras características que son demasiado específicas para una NCAB.

Es mejor presentar dicha cuadro, pero incluir solo el parámetro, el método analítico y la técnica que se debe usar. En el cuadro 14, se muestra un ejemplo con solo unos cuantos parámetros.

Cuadro 14. Métodos analíticos aprobados

Parámetro	Método	Técnica
Turbiedad	Método estandarizado – 2130B	? Nefelometría
Calcio	Métodos estandarizado – 3500CaB	? Espectrofotometría por absorción atómica
	Método estandarizado - 3500CaD	? Titulación EDTA
Nitrito	Método estandarizado - 4500NO ₂ B	? Colorimetría
	Método estandarizado - 4500NO ₂ C	? Cromatografía iónica
Fluoruro	Método estandarizado - 4500F-C	? Electrodo selectivo de iones
	Método estandarizado - 4500F-D	? SPADNS
Fenoles	Método estandarizado - 6420B	? Cromatografía de gases por extracción líquido-líquido

3.8 Inspecciones sanitarias

Para cualquier programa de vigilancia y control de la calidad del agua de bebida, la importancia del análisis de laboratorio solo se puede igualar con otra herramienta crítica: la inspección sanitaria.

La inspección sanitaria es una revisión *in situ* de la fuente de agua, las instalaciones, los equipos, la operación y el mantenimiento de un sistema público de abastecimiento de agua con el propósito de evaluar si dichos elementos son adecuados para producir y distribuir agua de bebida segura.

Brinda un registro exhaustivo y preciso de los componentes de los pequeños sistemas de abastecimiento de agua, evalúa las condiciones

operativas y la buena condición del sistema y determina si las recomendaciones se han implementado eficazmente.

La inspección sanitaria incluye la evaluación de la fuente de agua y la estructura de captación, el proceso de tratamiento y acondicionamiento, las instalaciones y componentes y también una evaluación del sistema de distribución. Durante la inspección se revisan las prácticas de operación y mantenimiento, los registros y los flujos de comunicación.

Finalmente, la inspección sanitaria es una herramienta útil que da información de primera mano y puede hacerlo en “tiempo real”. Como en el caso de los procedimientos analíticos, no es necesario que la NCAB presente información extremadamente detallada ni las condiciones relacionadas con las inspecciones sanitarias. Sin embargo, es importante que se estipule como una obligación que los programas de vigilancia y control desarrollen e incorporen subprogramas claros y amplios de inspecciones sanitarias a las que se les debe dotar de los recursos necesarios. La frecuencia de realización de las inspecciones sanitarias se ha discutido en la sección 3.6

3.9 *Requerimientos generales*

Si las cláusulas generales son el lugar para incluir los diversos aspectos que no pertenecen a un área concreta, los requerimientos generales pueden usarse para plantear o resaltar unas cuantas condiciones que se espera sean tomadas en cuenta por cualquiera de los actores, instituciones o sectores involucrados en la producción, suministro, vigilancia y control de la calidad del agua de bebida.

A continuación se brindan ejemplos de los puntos que se podrían incluir:

- ? Necesidad de la aprobación del servicio de salud pública para usar una determinada fuente de agua.
- ? Necesidad de la aprobación del servicio de salud pública para usar determinado proceso o tecnología.
- ? Obligación del servicio de abastecimiento de agua de desinfectar el agua al margen de si la fuente es subterránea o superficial.
- ? Obligación de la empresa de abastecimiento de agua de proteger las fuentes de agua y las cuencas.

- ? Obligación del servicio de abastecimiento de agua de operar los sistemas con personal certificado o capacitado.
- ? Obligación del servicio de abastecimiento de agua de desinfectar las troncales y redes de distribución cada vez que se realicen reparaciones.
- ? Obligación del servicio de abastecimiento de agua de monitorear con una frecuencia fija (por ejemplo, mensualmente) la calidad de los productos químicos usados en el tratamiento del agua.

3.10 *Recomendaciones sobre buenas prácticas en abastecimiento de agua*

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de los programas de vigilancia y control es hacer que la calidad del agua de bebida cumpla con la NCAB. Sin embargo, estos programas y la herramienta de medición (la NCAB) son solamente mecanismos mediante los cuales se monitorea la calidad del agua.

Otro componente importante de la ecuación es cómo se produce el agua de bebida (esto es, cómo se trata para hacerla potable o segura), la tecnología a través de la cual se puede lograr esto y la manera adecuada de operar dicha tecnología. Si bien una NCAB tiene poco que hacer con los equipos, métodos o tecnologías usados en el proceso de ingeniería, sin embargo, es importante enfatizar la necesidad de buenas prácticas para minimizar el riesgo de producir agua insegura o no tan buena. La aplicación de buenas prácticas implica manejar la calidad del agua desde la captación hasta el usuario.

Por lo tanto, la NCAB debe promover el concepto y uso del gerenciamiento de la calidad del agua mediante un enfoque de buenas prácticas.

Las cláusulas típicas relacionadas con un tratamiento específico del agua incluyen la desinfección y condiciones asociadas (por ejemplo, concentración del desinfectante, tiempo de contacto, pH y turbiedad), reducción del riesgo de contaminación (por ejemplo, plomo de las tuberías), uso de materiales y productos químicos (aditivos), remoción de sustancias orgánicas antes de la desinfección para reducir la formación de SPD, la necesidad de tener siempre una presión positiva en las redes de distribución, etc.

Las NCAB también pueden usar el enfoque de “barrera múltiple”, que es un concepto típico de operación adecuada. Si el propósito fundamental del tratamiento de agua es proteger al usuario del agua insegura, un sistema urbano de abastecimiento de agua es por definición una barrera de cuatro etapas: el reservorio de almacenamiento, el tratamiento químico (coagulación, floculación y sedimentación), la filtración y la desinfección final. Cada etapa representa un obstáculo concreto para el paso de contaminantes. Si estas etapas se manejan de manera adecuada, podrá garantizarse la calidad del agua de una manera mucho mejor.

3.11 *Infracciones y sanciones*

Una NCAB se elabora como un conjunto de condiciones que determinadas entidades y personas deben observar y cumplir. Es necesario establecer y reglamentar claramente cómo, dónde, cuándo, en qué medida. Igualmente, se deben establecer claramente las consecuencias de cualquier incumplimiento.

Si bien en condiciones ideales la autoridad de vigilancia debería ser capaz de lograr sus objetivos a través del consejo y la cooperación en lugar de la coacción legal, casi con certeza será necesario en ocasiones usar sanciones legales contra una persona u organización para proteger el interés público. Si bien tales facultades deben usarse con cuidado, deben estar disponibles para su uso durante una emergencia.

Los artículos referidos a este tema deben describir primeramente las diferentes infracciones, como el incumplimiento de la NCAB o no cumplir con notificar a la autoridad de salud pública el desarrollo de cualquier situación dentro del sistema de distribución o planta de tratamiento que pueda tener un impacto en la salud de los usuarios. Las infracciones también pueden incluir el incumplimiento de los requerimientos de monitoreo, el incumplimiento en el uso de métodos analíticos aprobados o el incumplimiento en mantener el flujo de comunicación aprobado con las autoridades de vigilancia.

Esta sección debe facultar también al organismo de vigilancia a prohibir la distribución de agua no segura para consumo humano y llamar al orden a la empresa de abastecimiento de agua a través de notificaciones, multas, cancelación de la licencia de operación o de cualquier otra manera.

3.12 Información: registro de datos y reportes

Si la idea detrás de un programa de vigilancia o control de la calidad del agua de bebida es detectar fallas en la producción del agua de bebida y, una vez detectadas, reaccionar mediante la solución del problema, es obvio que debe contarse con información adecuada para estos importantes objetivos.

Desafortunadamente, información no es lo mismo que datos. Por mucho tiempo, en muchos países, los programas de vigilancia y control del agua de bebida han estado simplemente recopilando datos como protocolos de laboratorio y formatos de inspección sanitaria. Los datos son solo la materia prima, mientras que las cifras, los cálculos estadísticos, los gráficos y los reportes adecuados son mecanismos necesarios para producir la información buscada.

La NCAB no debe tener una sección con instrucciones sobre cómo obtener la información sino sobre cómo manejarla y sobre cómo respetar los canales y flujos de comunicación, pues el reporte de registros es una parte importante de todo programa de vigilancia y control. Otro aspecto que debe tocar la norma es el mantenimiento de registros y su disponibilidad.

3.13 Programas de vigilancia y control

Estas Guías han mencionado en varias ocasiones la importancia de los programas de vigilancia y control del agua de bebida. Una NCAB es la referencia para determinar si el agua es segura para el consumo humano. Es un objetivo y también un límite permitido que depende de las capacidades y recursos.

Los programas de vigilancia y control de la calidad del agua son los mecanismos mediante los cuales se puede usar dicha herramienta (la norma) y, como se mencionó anteriormente, son los mecanismos para detectar problemas y monitorear sus soluciones. Aun si la norma fuera concisa, debe mencionar la importancia de los programas de vigilancia y control y la manera de implementarlos.

La NCAB de la Comunidad Europea requiere que los Estados Miembros realicen el monitoreo del cumplimiento y determinen los motivos de cualquier incumplimiento y hacen clara referencia a la necesidad de desarrollar programas de vigilancia y control.

La NCAB italiana estipula la necesidad de que el servicio de abastecimiento de agua y el organismo de vigilancia mantengan programas adecuados de monitoreo de la calidad del agua de bebida. Incluso menciona el período (cinco años) durante el cual los reportes deben estar disponibles para cualquier inspección por parte del organismo de vigilancia.

Aunque la NCAB brasileña fija condiciones para las actividades de los programas de control que la empresa de abastecimiento de agua debe desarrollar, divide la responsabilidad de la vigilancia en tres niveles de organización gubernamental; si bien el nivel municipal implementa la vigilancia de la calidad del agua de bebida, los niveles federal y estatal deben promover y apoyar las actividades de dicha vigilancia.

La NCAB debe describir una serie de condiciones que tanto el gobierno como la empresa de abastecimiento de agua deben cumplir en sus programas. Por ejemplo, la sección sobre responsabilidades municipales podría estipular que las municipalidades deben:

- ? Implementar el programa de vigilancia de la calidad del agua de acuerdo con los lineamientos dispuestos por el ministerio de salud.
- ? Implementar y mantener un programa de vigilancia de la calidad del agua de bebida.
- ? Analizar la información presentada por el servicio de abastecimiento de agua.
- ? Tener las instalaciones de laboratorio adecuadas para desarrollar sus actividades de vigilancia.
- ? Evaluar de manera sistemática el riesgo para la salud humana mediante el monitoreo de la fuente de agua, las características físicas de los sistemas de abastecimiento (inspecciones sanitarias) así como la historia y tendencias de la calidad del agua de bebida.
- ? Auditar los programas de control de la calidad del agua de bebida.
- ? Informar al público sobre la calidad del agua de bebida y los riesgos asociados.
- ? Mantener registros de las características de calidad del agua de bebida.
- ? Mantener abiertos diferentes recursos para que el público exprese sus quejas y preocupaciones.

- ? Informar al servicio de abastecimiento sobre cualquier anomalía detectada en el sistema y exigir la implementación de las acciones correctivas necesarias.
- ? Aprobar los programas de muestreo presentados por el servicio de abastecimiento de agua.

3. Referencias

Normas sobre calidad del agua de bebida de los siguientes países:

Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Colombia, Inglaterra y Gales, Comunidad Europea, Francia, Italia, Japón, México, Nicaragua, Perú, Sudáfrica y Estados Unidos.

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. *Integrated Risk Information System (IRIS)*. (Sistema Integral de Información de Riesgos). Disponible en: <http://www.epa.gov/iris/>.

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. *Methods for chemical analysis of water and wastes*. (Métodos para análisis químico de agua y residuos).

American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. (Métodos normalizados para el examen de agua y aguas residuales). 1999.

British Public Health Service. *Report 71*. (Reporte 71).

Hickman, R. and Thomann, R. *Manual for the evaluation and management of toxic substances in surface waters. Section 2: (Risk assessment and risk management)*. Publicación del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. 1994. Disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org>

Organización Internacional de Normalización. *Water Quality Series*. (Serie sobre Calidad del Agua). Ginebra: ISO.

Organización Mundial de la Salud. *Guías para la calidad del agua potable*. Washington DC: Organización Mundial de la Salud. Contiene: v. 1 Recomendaciones (1999); v. 2 Criterios relativos a la salud y otra información de base (1987); v. 3 Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad (1998). Los tres volúmenes están disponibles en:

http://www.who.int/water_sanitation_health/Water_quality/drinkingwat.htm

Organización Mundial de la Salud. *Vigilancia de la calidad del agua de bebida*. Ginebra: OMS; 1976.

Organización Mundial de la Salud. *Water quality: Guidelines, standards and health*. (Calidad del Agua OMS: Guías, normas y salud). Ginebra: OMS; 2001. WHO Water Series.

Organización Mundial de la Salud. *WHO Chemical Monitoring Protocol*. (Protocolo de Monitoreo Químico de la OMS). Ginebra: OMS; 2002.

Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS). *Serie sobre Criterios de Salud Ambiental*. Disponible en: <http://www.who.int/pcs/inchem.htm>.

Rojas, R. *Guías para la vigilancia y control de la calidad del agua de bebida*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS); 2002. Disponible en: <http://www.cepis.ops-oms.org>

Anexo

ESTUDIO DE CASO “LULANDIA”

Aplicación de los principios y procedimientos sugeridos en las Guías para elaborar normas nacionales de calidad del agua de bebida en una república ficticia

1. Introducción

El presente estudio de caso describe, de manera simplificada, cómo se elaboró una NCAB en un país ficticio de América Latina llamado “Lulandia”. Como Lulandia es un país pequeño, el Comité para la NCAB elaboró una norma muy simple pues su infraestructura es modesta y carece de recursos económicos y humanos importantes. Se aplicó el enfoque realista y flexible tan enfáticamente sugerido en las Guías para preparar lo que sería una primera etapa de implementación o el nivel básico de una NCAB.

2. Formación del Comité

El Ministerio de Salud de Lulandia decidió elaborar normas realistas apropiadas para la situación del país y encargó a su Dirección de Salud Pública (DSP) que liderara un Comité Nacional de Normas de Agua de Bebida (CNNAB). La DSP invitó a todos los sectores relacionados con el agua de bebida a participar en el trabajo del Comité. Los miembros del Comité con responsabilidades definidas incluyeron a representantes de la Dirección de Salud Pública, la Dirección de Normas, la Empresa de Abastecimiento de Agua privatizada, la Asociación de Empresas de Servicios Públicos y la Unidad de Agua y Saneamiento Rural. Otros participantes del Comité fueron el Ministerio del Ambiente, la Autoridad de Agua y Alcantarillado, la Autoridad Fitosanitaria, la Junta de Control de Plaguicidas, el Instituto de Manejo de la Zona Costera, la Empresa Cervecera de Lulandia, la Organización Panamericana de la Salud y UNICEF.

3. Organización del Comité y asignación de tareas

La primera tarea del CNNAB fue obtener su acreditación a través del reconocimiento formal de parte del Ministerio de Salud. Recibido este apoyo oficial, el Comité empezó a trabajar en conjunto en la preparación de un diagnóstico. Luego de completar este diagnóstico, todo el grupo de expertos se dividió en dos subcomités de acuerdo con las siguientes responsabilidades: (a) redactar los artículos generales y (b) elaborar el cuadro de parámetros y concentraciones (CPC). Este último subcomité también tuvo a su cargo redactar algunos puntos relacionados con el CPC, como los “métodos analíticos aprobados” y la “frecuencia de muestreo”. La sección sobre inspecciones sanitarias también quedó bajo su responsabilidad.

La institución líder también invitó a dos profesores del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Lulandia, así como a un epidemiólogo, un químico y un consultor legal para que actuaran como asesores externos. También se invitó a otros dos expertos de la OPS y la USEPA para que ofrecieran consejería internacional a través de Internet.

Al inicio del proceso se acordó un plan de acción, un cronograma y plazos detallados.

4. Diagnóstico

El CNNAB recopiló la información inicial en un tiempo bastante corto. Sus principales conclusiones fueron:

- ? Lulandia es un país tropical y aunque no existen estudios epidemiológicos completos, las enfermedades relacionadas con la falta de acceso a servicios de agua de bebida segura y saneamiento son muy comunes en las áreas rurales; las enfermedades diarreicas representan un problema importante. Recientemente, el Ministerio de Salud reconoció la existencia de varios brotes de cólera.
- ? La agricultura es el sector económico más importante de Lulandia. Los principales cultivos son la caña de azúcar, los cítricos y el plátano. Los plaguicidas y fertilizantes tienen un uso extendido. Existe información sobre la naturaleza y cantidades de los plaguicidas más usados. No existen fabricantes de plaguicidas en Lulandia; todos los plaguicidas son importados.
- ? Además de los plaguicidas, se encontró que ciertos productos químicos tenían importancia potencial en el agua de bebida. Se encontró que los nitratos generaban cierta preocupación en algunas aldeas abastecidas con agua subterránea. Igualmente, en pozos del norte del país se encontraron concentraciones muy altas de fluoruro. En el país no se usan tuberías de plomo; sin embargo, se han reportado valores anómalos de plomo en cursos de agua, probablemente como resultado de su disolución de fuentes naturales. El cadmio, un contaminante común proveniente de los fertilizantes, podría tener importancia en el agua de bebida. Además, se consideró que el arsénico era un contaminante potencial dado que Lulandia es fronterizo con un país donde se encontró que el arsénico proveniente

de formaciones geológicas naturales constituía un problema en las aguas subterráneas.

? No existen industrias químicas significativas en Lulandia.

5. Artículos generales

Siguiendo la sugerencia de las Guías, el Subcomité de Artículos Generales elaboró una lista corta pero concisa de Artículos. El Subcomité decidió dividir la preparación de los diferentes artículos entre sus miembros.

En la *Introducción*, se fijaron los precedentes de la actual NCAB, sus objetivos y los principios que guían el documento.

En las *Cláusulas generales*, se describió los alcances de la NCAB, las cláusulas de excepción (agua mineral y agua con gas), la exclusión (número de usuarios a los que no se aplicaría la NCAB) y estableció un período de cinco años entre revisiones (actualización).

En las *Definiciones*, los expertos hicieron una lista muy corta de los términos más usados en la norma.

En el *Marco institucional*, el Subcomité describió los roles, derechos y responsabilidades de los principales actores, como la Entidad de Vigilancia (DSP), la Empresa de Abastecimiento de Agua y otros.

El artículo sobre *Requerimientos generales* fue corto y debido a los problemas encontrados en Lulandia, el Subcomité enfatizó la necesidad de proteger las fuentes de agua y cuencas, así como la necesidad de recibir la aprobación de la DSP antes de usar ciertas fuentes de agua.

El artículo sobre *Prácticas adecuadas* enfatizó la necesidad de brindar una desinfección amplia y segura a todos los sistemas de abastecimiento de agua y aplicar el enfoque de “barrera múltiple”.

El artículo sobre *Infracciones y sanciones* describió una lista de posibles infracciones y otorgó facultades claras y firmes al organismo de vigilancia para los casos en que se detectaran infracciones.

En el artículo sobre *Información* se realizó una breve descripción de cómo seguir el flujo de información.

Finalmente, en el artículo sobre *Programas de Vigilancia y Control* se hizo referencia al enfoque que el organismo de vigilancia y las empresas de abastecimiento de agua deberían aplicar de manera consistente a los programas de monitoreo y cómo debían coordinarse y comunicarse estos programas.

5.1 Cuadro de parámetros y concentraciones

El Subcomité para el cuadro de parámetros y concentraciones (CPC) trabajó sobre la sección más visible y usada de la NCAB. Los expertos se dividieron las tareas y procedieron a analizar tres componentes diferentes: aspectos bacteriológicos, productos químicos relacionados con la salud y los componentes estéticos. A continuación se describe el trabajo que produjeron.

Normas bacteriológicas

Debido a la alta incidencia de enfermedades transmitidas por el agua, el Subcomité determinó que la primera prioridad era el establecimiento de estrictas normas bacteriológicas, es decir:

- ? Ausencia de bacterias coliformes termotolerantes en cualquier muestra de 100 ml de agua de bebida.
- ? Ausencia de bacterias coliformes totales en cualquier muestra de 100 ml de agua tratada que ingresa al sistema de distribución.
- ? Ausencia total de bacterias coliformes fecales en 95% de las muestras de 100 ml tomadas en cualquier período de 12 meses.

Además, para garantizar la ausencia de virus y protozoarios, se especificaron condiciones de tratamiento mínimas para las fuentes de agua de bebida contaminadas con materia fecal. Éstas fueron:

- ? La filtración debe alcanzar un valor medio de turbiedad no mayor de 1 NTU (unidad de turbiedad nefelométrica) y las muestras individuales no deben exceder las 5 NTU.
- ? Las condiciones de desinfección deben alcanzar un mínimo de 0,5 mg/l de cloro residual y un tiempo de contacto de 30 minutos a un pH menor que 8,0.

Contaminantes relacionados con la salud

Dados los limitados recursos del país, el CNNAB decidió establecer concentraciones máximas aceptables (CMA) para un número limitado de contaminantes químicos con alta prioridad. En los casos en los que se sabía que no existían recursos humanos o analíticos inmediatamente disponibles para monitorear contaminantes de importancia potencial, se establecieron concentraciones máximas aceptables interinas (CMAI), que se implementarían cinco años después de la adopción de las normas nacionales para el agua de bebida. En el cuadro 1, se muestran los valores CMA y CMAI incluidos en las normas.

Sustancias químicas inorgánicas

De acuerdo con el perfil ambiental y la información inicial de Lulandia, se establecieron CMA para cadmio, fluoruro, plomo, nitrato, nitrito y cloro, el único desinfectante usado en Lulandia (cuadro 1). Para estas CMA se utilizaron los valores-guía (VG) planteados en las Guías OMS.

La OMS reconoció que el estricto VG de 0,01 mg/l para el plomo no podría lograrse inmediatamente debido a la dificultad para controlar la disolución de plomo proveniente de las tuberías de plomo. Sin embargo, el Comité decidió que dicho valor podría lograrse de forma realista pues en el país no se usan tuberías de plomo. El plomo presente en el agua proviene de fuentes naturales.

Lulandia no cuenta con capacidad analítica para la determinación de arsénico. Además, el valor recomendado por la OMS, 0,01 mg/l, se basa en estimados hipotéticos de riesgo de cáncer que están lejos de ser seguros. Por estas razones, el Comité adoptó un rango de CMAI de 0,01 a 0,05 mg/l, que se lograría en un lapso de cinco años a partir de la fecha de adopción de las normas.

Subproductos de la desinfección

Debido a las limitadas capacidades analíticas disponibles en Lulandia, se estableció una CMAI de 0,1 mg/l para los trihalometanos totales. Este valor deberá alcanzarse en el transcurso de cinco años a partir de la fecha de adopción de las normas.

Plaguicidas

En Lulandia se usa un gran número de plaguicidas, por lo que fue necesario seleccionar algunos que pudieran estar potencialmente presentes en el agua de bebida. Lulandia no cuenta con la capacidad analítica para monitorear plaguicidas en el agua y nunca se ha realizado un estudio de ese tipo ni de forma independiente ni con asistencia externa. Sin embargo, existe información disponible de la Junta de Control de Plaguicidas (JCP) sobre la naturaleza y cantidad de plaguicidas importados por el país. Haciendo uso de la información sobre los plaguicidas más usados y del conocimiento de la JCP sobre la persistencia de ciertos plaguicidas en el agua y su uso cerca a cuerpos de agua, se seleccionaron los siguientes plaguicidas para incluirlos en las normas:

Aldicarb	Mancozeb
Atrazine	Methomyl
Ácido diclorofenoxiacético 2,4-	Pendimethalin
Diuron	Propanil
Glyphosate	Terbufos
Malathion	

Lulandia no cuenta con la capacidad para realizar la evaluación de riesgos de plaguicidas. Por lo tanto, en los casos en los que se contaba con VG de la OMS, se adoptaron éstos como CMAI a ser implementadas en un lapso de cinco años a partir de la adopción de las normas.

Las Guías OMS no ofrecen valores para los siguientes plaguicidas de alta prioridad en Lulandia: diuron, malathion, mancozeb, methomyl y terbufos. Con la asistencia de la OPS, se obtuvo información sobre las evaluaciones de riesgos para estos plaguicidas realizadas por la Misión Conjunta FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas y por la USEPA. Con estas evaluaciones de riesgos y la metodología descrita en las *Guías OMS para la calidad del agua potable*, se elaboraron las CMAI para estos plaguicidas (cuadro 1).

La principal fuente de exposición a plaguicidas es generalmente la comida y el entorno laboral, antes que el agua de bebida. Por esta razón y con el fin de prevenir la presencia potencial de plaguicidas en el agua de bebida,

Lulandia ha implementado un programa activo para promover el uso seguro de plaguicidas en el sector agrícola. La prevención es siempre mejor que la cura.

Consideraciones estéticas

En el caso de los parámetros estéticos (por ejemplo, cloruro, hierro, sólidos disueltos totales), se establecieron recomendaciones en vez de normas obligatorias. Estas recomendaciones se presentan en el cuadro 2. El Subcomité consideró que las recomendaciones sobre parámetros estéticos eran importantes, pero quiso permitir cierta flexibilidad en su implementación.

Cuadro 1. Concentración máxima aceptable (CMA) y concentración máxima aceptable interina (CMAI) para contaminantes químicos relacionados con la salud

Sustancia química	CMA, mg/l	CMAI, mg/l
Sustancias inorgánicas		
Arsénico		0,01 – 0,05
Cadmio	0,01	
Fluoruro	1,5	
Plomo	0,01	
Nitrato (como NO ₃ ⁻)	50	
Nitrito (como NO ₂ ⁻)	3	
Desinfectantes y Productos de la Desinfección		
Cloro	5	
Trihalometanos totales		0,1
Plaguicidas		
Aldicarb		0,01
Atrazine		0,002
Ácido diclorofenoxiacético 2,4		0,03
Diuron		0,01
Glyphosate		1
Malathion		1
Mancozeb		0,1
Methomyl		0,1
Pendimethalin		0,02
Propanil		0,02
Terbufos		0,001

Cuadro 2. Parámetros estéticos – Valores que se recomienda no exceder

Parámetro	Valor
Color	15 unidades de color verdadero
Sabor y olor	Acceptables
Turbiedad	5 NTU
Aluminio	0,3 mg/l
Cloro	400 mg/l
Dureza total	500 mg/l como carbonato de calcio
Hierro	0,4 mg/l
Manganeso	0,5 mg/l
pH	6-8
Sulfato	500 mg/l
Sólidos disueltos totales	1000 mg/l

5.2 Frecuencia de muestreo

5.2.1 Frecuencia del análisis bacteriológico

También se especificaron frecuencias mínimas de monitoreo de la calidad bacteriológica en el sistema de distribución basadas en la población. Éstas son:

Cuadro 3. Frecuencia del análisis bacteriológico

Población servida	Número mínimo de muestras/mes
< 5000	4
5000-100.000	1 por cada 5.000 habitantes, más 3 muestras adicionales
> 100.000	1 por cada 10.000 habitantes más 10 muestras adicionales

Debe señalarse que es en los pequeños sistemas que atienden a menos de 5.000 habitantes donde se presentan los problemas en Lulandía. Por esta razón, la frecuencia de muestreo se incrementó de una muestra por mes (que es el valor que aparece en las Guías OMS) a cuatro muestras por mes.

5.2.2 Frecuencia para sustancias químicas relacionadas con la salud y parámetros estéticos

Como los parámetros estéticos en general están sujetos a más variaciones que las sustancias inorgánicas relacionadas con la salud y por lo tanto requieren un monitoreo más frecuente para evitar quejas de los usuarios, el CNNAB elaboró una norma simple y fija para la frecuencia de muestreo de dichos parámetros.

Cuadro 4. Frecuencia del análisis de parámetros estéticos y sustancias inorgánicas relacionadas con la salud

Parámetros	Frecuencia de muestreo en cualquier sistema
Parámetros estéticos	Mensual
Sustancias inorgánicas relacionadas con la salud (CMA)	Trimestral

5.3 Métodos analíticos aprobados

El Subcomité también especificó los métodos analíticos para CMA relacionados con la salud, es decir, coliformes totales o coliformes termotolerantes, cadmio, fluoruro, plomo, nitrato y nitrito. Los métodos especificados incluyeron los descritos en los *Métodos estandarizados para el examen de agua y aguas residuales* (última edición) y las técnicas de análisis rápido de HACH.

5.4 Inspecciones sanitarias

Dada su importancia en cualquier programa de vigilancia o control, se consideraron las inspecciones sanitarias como una actividad obligatoria de dichos programas. Asimismo, se presentó una frecuencia de inspecciones. Ella corresponde al primer nivel (modificado) del programa de vigilancia tomado del cuadro 13 de las Guías.

Cuadro 5. Frecuencia de las inspecciones sanitarias

Sistema de agua inspeccionado	Fuente		Tratamiento		Almacenamiento y distribución
	Agua sub.	Agua sup.	Agua sub.	Agua sup.	
Áreas rurales	--	Irregular	--	Irregular	Irregular
Pueblos	--	3 años	Irregular	3 años	Irregular
Ciudades	3 años	2 años	3 años	2 años	3 años
Grandes ciudades	2 años	1 año	2 años	1 año	1 año