

3

Metas de protección de la salud

3.1 Función y finalidad de las metas de protección de la salud

Las metas de protección de la salud deben formar parte de la política general de salud pública, teniendo en cuenta el estado y las tendencias, así como la contribución del agua de consumo a la transmisión de enfermedades infecciosas y a la exposición general a sustancias químicas peligrosas, tanto en entornos individuales como en el conjunto de la gestión sanitaria. La definición de metas tiene como finalidad establecer hitos que sirvan como guía y permitan seguir el progreso hacia un objetivo sanitario o de seguridad del agua predeterminado. Con el fin de garantizar una protección y mejora eficaces de la salud, las metas deben ser realistas y guardar relación con las condiciones locales (incluidas las condiciones económicas, ambientales, sociales y culturales), así como con los recursos financieros, técnicos e institucionales. Generalmente, esto conlleva el examen y actualización periódicos de las prioridades y las metas y, a su vez, la actualización periódica de reglamentos y normas con arreglo a estos factores y los cambios de la información disponible (consulte el apartado 2.3).

Las metas de protección de la salud sirven de «punto de referencia» para los proveedores de agua. Proporcionan información que permite evaluar la idoneidad de las instalaciones y políticas existentes; asimismo, facilitan la elaboración de sistemas de auditoría y la determinación del nivel y tipo de inspección y de verificación analítica que resultan adecuadas. Las metas de protección de la salud sirven como base para el desarrollo de los planes de seguridad del agua (PSA) y la verificación de su correcta aplicación. Cabe esperar que produzcan mejoras en la salud pública.

Las metas de protección de la salud deben facilitar la determinación de medidas específicas adecuadas para suministrar agua potable, incluidas medidas de control, como la protección de las fuentes, y operaciones de tratamiento.

La utilización de metas de protección de la salud es aplicable en países con cualquier nivel de desarrollo. Se aplicarán diferentes tipos de metas en función de la finalidad perseguida, por lo que en la mayoría de los países se pueden utilizar varios tipos de metas para diversos fines. Debe procurarse elaborar metas que contemplen los tipos de exposición que más aumentan la incidencia de enfermedades. Asimismo, hay que procurar reflejar las ventajas de la mejora progresiva e incremental, que se basará con frecuencia en la clasificación de los riesgos en función de su importancia para la salud pública (consulte el apartado 4.1.2).

La determinación de la seguridad, o de qué riesgo se considera tolerable en circunstancias concretas, es un asunto que concierne al conjunto de la sociedad. En último término, es responsabilidad de cada país decidir si las ventajas de adoptar como norma nacional o local alguna de las metas de protección de la salud justifican su costo.

Las metas de protección de la salud suelen ser de ámbito nacional. Mediante la información y los criterios del presente documento, las autoridades nacionales deberán poder formular metas que protejan y mejoren la calidad del agua de consumo y, por tanto, la salud de la población, así como fomentar el uso óptimo de los recursos disponibles en circunstancias nacionales y locales concretas.

Con el fin de reducir al mínimo la probabilidad de que aparezcan brotes epidémicos, es preciso vigilar adecuadamente el abastecimiento de agua de consumo, tanto en condiciones normales como durante el mantenimiento y los periodos en los que se produce un deterioro transitorio de la calidad del agua. Por lo tanto, al formular metas de protección de la salud hay que tener en cuenta el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua de consumo durante las circunstancias transitorias (como la variación en la calidad del agua de origen, los fallos del sistema y los problemas de procesamiento). Tanto las circunstancias transitorias como las derivadas de catástrofes naturales pueden ocasionar, durante cierto tiempo, un alto grado de degradación de la calidad del agua de origen y una gran disminución de la eficiencia de muchos procesos; ambos tipos de situaciones proporcionan una justificación lógica y sólida para aplicar el «principio de las barreras múltiples», aplicado desde hace largo tiempo en la seguridad del agua. La formulación, aplicación y evaluación de las metas de protección de la salud ofrecen ventajas para la gestión preventiva global de la calidad del agua de consumo que se resumen en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Ventajas de las metas de protección de la salud

Fase de desarrollo de la meta	Ventaja
Formulación	Ayuda a conocer el estado de salud de la población Muestra lagunas de los conocimientos Contribuye al establecimiento de prioridades Aumenta la transparencia de la política de salud Fomenta la coherencia entre los programas sanitarios nacionales Estimula el debate
Aplicación	Inspira e impulsa la adopción de medidas por las autoridades colaboradoras Aumenta el compromiso Fomenta la responsabilidad Orienta la asignación racional de recursos
Evaluación	Ofrece hitos establecidos para la realización de mejoras incrementales Ofrece la oportunidad de tomar medidas para subsanar las deficiencias o desviaciones Señala las necesidades de información y las discrepancias de los datos

Las metas pueden resultar un instrumento útil para fomentar y medir el progreso gradual experimentado en la mejora de la gestión de la calidad del agua de consumo. Pueden realizarse mejoras en aspectos como la base científica para la formulación de metas, la evolución progresiva hacia tipos de metas que se ajusten de forma más precisa a los objetivos de protección de la salud, y el uso de las metas para definir y fomentar la definición de prioridades para una mejora progresiva, en concreto de los sistemas de abastecimiento de agua existentes. El objetivo de los responsables de gestionar la calidad del agua, ya sean proveedores o legisladores, debe ser la mejora continua de la gestión de la calidad. En el apartado 5.4 se ofrece un ejemplo de mejora en varias fases. La mejora puede ser grande, como sucede al pasar de la fase inicial a la fase intermedia, o relativamente pequeña.

Idóneamente, las metas de protección de la salud deberían establecerse mediante la evaluación cuantitativa de los riesgos, y deberían tener en cuenta las condiciones y peligros locales. Sin embargo, en la práctica, pueden surgir de la información epidemiológica sobre enfermedades transmitidas por el agua obtenida por medio de la vigilancia, estudios de intervención o precedentes históricos, o bien adaptar las utilizadas o recomendadas internacionalmente.

3.2 Tipos de metas de protección de la salud

Los enfoques presentados en el presente documento para el desarrollo de metas de protección de la salud se basan en un marco coherente aplicable a todos los tipos de peligros y en todos los tipos de sistemas de abastecimiento de agua (consulte el cuadro 3.2 y el texto que sigue). Este método ofrece la flexibilidad necesaria para incluir las prioridades nacionales y para fomentar la búsqueda de un equilibrio entre ventajas y riesgos. El marco incluye distintos tipos de metas de protección de la salud que difieren considerablemente en cuanto a la cantidad de recursos necesarios para desarrollarlas y aplicarlas, y también en la precisión con la que se pueden definir las ventajas que reportan a la salud pública las medidas de gestión de riesgos. Los tipos de metas que figuran en la parte inferior del cuadro 3.2 requieren menos interpretación por parte de los profesionales para su aplicación, pero dependen de ciertas suposiciones. Por el contrario, las metas situadas en la parte superior del cuadro requieren un respaldo científico y técnico considerablemente mayor para eludir la necesidad de realizar suposiciones y están, por tanto, más estrechamente relacionadas con el nivel de protección de la salud. Este marco tiene miras de futuro, en el sentido de que pueden no estar disponibles ciertos datos que son actualmente fundamentales para desarrollar la siguiente fase de la formulación de metas, y puede resultar evidente la necesidad de obtener datos adicionales.

La formulación de metas de protección de la salud debe tener en cuenta no sólo las condiciones de funcionamiento «normal», sino la posibilidad de que se produzcan situaciones transitorias (como la variación de la calidad del agua debido a factores ambientales, los fallos del sistema y los problemas de procesamiento) que pueden ocasionar un riesgo significativo para la salud pública.

En lo que respecta a los microorganismos patógenos, las metas de protección de la salud emplearán grupos de agentes patógenos seleccionados que planteen peligros significativos para la salud y cuyo control sea problemático, así como otros datos relevantes. Para evaluar la eficacia de las medidas de protección disponibles frente a los diversos retos existentes, es necesario analizar más de un agente patógeno. En aquellos lugares donde la carga de morbilidad por enfermedades microbianas transmitidas

por el agua es alta, las metas de protección de la salud pueden tener como objetivo lograr una reducción mensurable de la morbilidad existente en la comunidad por enfermedades como la diarrea o el cólera, como etapa inicial de un proceso paulatino de mejora de la calidad del agua de consumo desde el punto de vista de la salud pública. Aunque las metas de protección de la salud se pueden expresar en términos de exposición tolerable a agentes patógenos concretos (metas relativas a la calidad del agua), hay que tener cuidado al relacionar dicha exposición con la de la población general, que se puede centrar en periodos cortos, y dichas metas no son adecuadas para el monitoreo directo de los agentes patógenos. Las condiciones en las que se producen tal exposición están relacionadas con el fenómeno conocido de reducción de la eficacia durante periodos breves en muchas operaciones, y ofrecen una justificación lógica para el principio de barreras múltiples, reconocido desde hace largo tiempo en el ámbito de la seguridad del agua. Asimismo, las metas deben tener en cuenta las tasas generales de morbilidad existentes durante las condiciones normales de funcionamiento y eficiencia del abastecimiento de agua de consumo.

Cuadro 3.2 Naturaleza, aplicación y evaluación de las metas de protección de la salud

Tipo de meta	Naturaleza	Aplicaciones típicas	Evaluación
Resultado sanitario			
• basado en la epidemiología	Reducción de la incidencia o la prevalencia detectadas de enfermedades	Peligros microbianos o químicos con una carga de morbilidad alta y mensurable asociada en gran medida con el agua	Vigilancia de la salud pública y epidemiología analítica
• basado en la evaluación de los riesgos	Nivel tolerable de riesgo asociado a la presencia de contaminantes en el agua de consumo, en términos absolutos o como fracción de la carga de morbilidad total por todas las exposiciones	Peligros microbianos o químicos en situaciones donde la carga de morbilidad es baja o no se puede medir directamente	Evaluación cuantitativa de los riesgos
Calidad del agua	Valores de referencia aplicados a la calidad del agua	Sustancias químicas encontradas en el agua de origen	Medición periódica de sustancias químicas clave para evaluar la conformidad con los valores de referencia correspondientes (consulte el apartado 8.5)
	Valores de referencia aplicados a los procedimientos de análisis de materiales y productos químicos	Aditivos químicos y subproductos	Procedimientos de análisis aplicados a materiales y productos químicos para evaluar su contribución a la exposición por medio del agua de consumo teniendo en cuenta las variaciones sufridas en el tiempo (consulte el apartado 8.5)
Eficacia	Meta genérica relativa a la eficacia en la eliminación de grupos de microbios	Contaminantes microbianos	Evaluación del cumplimiento mediante la evaluación del sistema (consulte el apartado 4.1) y el monitoreo operativo (consulte el apartado 4.2)
	Metas relativas a la eficacia en la eliminación de grupos de microbios diseñadas para situaciones concretas	Contaminantes microbianos	Examinadas individualmente por las autoridades de salud pública; a continuación, la evaluación continuaría como se ha indicado anteriormente.
	Valores de referencia aplicados a la calidad del agua	Productos químicos con umbral de toxicidad con muy diversos efectos sobre la salud (por ejemplo, nitrato y cianotoxinas)	Evaluación del cumplimiento mediante la evaluación del sistema (consulte el apartado 4.1) y el monitoreo operativo (consulte el apartado 4.2)
Técnica especificada	Las autoridades nacionales especifican procedimientos concretos para el tratamiento adecuado de componentes con efectos sobre la salud (por ejemplo, PSA genéricos para una cuenca de captación no protegida)	Componentes con efectos sobre la salud en sistemas de abastecimiento de municipios pequeños y comunidades	Evaluación del cumplimiento mediante la evaluación del sistema (consulte el apartado 4.1) y el monitoreo operativo (consulte el apartado 4.2)

Nota: cada tipo de meta se basa en las situadas sobre ella en el cuadro y, a medida que se desciende en el cuadro de uno a otro tipo de meta, se introducen premisas con valores predeterminados. Estas premisas simplifican la aplicación de la meta y reducen las posibles incoherencias.

Pueden desarrollarse metas de protección de la salud relativas a los componentes químicos presentes en el agua de consumo mediante los valores de referencia descritos en el apartado 8.5, que se han establecido basándose en el efecto sobre la salud de la presencia en el agua del componente químico. Al desarrollar normas (o metas de protección de la salud) nacionales para el agua de consumo basadas en estos valores de referencia, habrán de tenerse en cuenta diversas condiciones —medioambientales, sociales, culturales, económicas y alimentarias, entre otras— que afectan a la exposición potencial. Por consiguiente, las metas nacionales pueden diferir sensiblemente de los valores de referencia.

3.2.1 Metas relativas a técnicas especificadas

Las metas relativas a técnicas especificadas suelen aplicarse a pequeños sistemas de abastecimiento comunitarios y a dispositivos empleados en los hogares. Pueden ser recomendaciones relativas a técnicas aplicables en determinadas circunstancias o programas de concesión de licencias para limitar el acceso a ciertas técnicas u ofrecer orientación para su aplicación.

Los proveedores de menor tamaño, que abastecen de agua de consumo a comunidades y municipios, suelen contar con recursos y capacidad escasos para elaborar planes individuales de evaluación o de gestión del sistema. Por lo tanto, los organismos nacionales de reglamentación pueden especificar directamente requisitos u opciones aprobadas. Así, pueden facilitar, por ejemplo, documentos de orientación acerca de la protección de bocas de pozos, procesos de tratamiento específicos y aprobados para cada tipo de fuente, y requisitos para la protección de la calidad del agua de consumo en su distribución.

En algunos casos, las autoridades nacionales o regionales pueden estimar conveniente elaborar modelos de PSA para su aplicación por los proveedores locales, bien de forma directa o con ciertas adaptaciones. Este enfoque puede ser especialmente oportuno para sistemas de abastecimiento gestionados por comunidades. En estas circunstancias, es probable que un enfoque centrado en garantizar la prestación a los operadores de la formación y el apoyo necesarios para superar las vulnerabilidades de su gestión sea más eficaz que uno centrado en imponer el cumplimiento de los planes.

3.2.2 Metas relativas a la eficacia

Las metas relativas a la eficacia se aplican en la mayoría de las ocasiones para el control de los peligros microbianos en sistemas de abastecimiento de agua entubada de diversos tamaños.

En los casos en que puedan darse situaciones transitorias de exposición que pudieran afectar a la salud pública, debido a variaciones repentinas de la calidad del agua o a la imposibilidad de detectar la existencia de peligros entre el lugar de producción y el de consumo, es necesario asegurarse de que se aplican medidas de control y de que funcionan de forma óptima, y debe además comprobarse su eficacia para garantizar la seguridad del agua.

Las metas relativas a la eficacia facilitan la selección y el uso de medidas de control que puedan impedir que los agentes patógenos superen las barreras de protección de la fuente de abastecimiento y las de los sistemas de tratamiento y distribución, o bien impedir que proliferen dentro del sistema de distribución.

Las metas relativas a la eficacia deben definir requisitos relativos a la calidad del agua de origen, haciendo especial hincapié en los procesos y las prácticas que garanticen el cumplimiento sistemático de las mismas. Generalmente, las metas relativas a la eliminación de grupos de agentes patógenos mediante procesos de tratamiento del agua se establecerán con relación a categorías generales de calidad del agua o a tipos de agua de origen; con menor frecuencia, se establecerán con relación a datos específicos sobre la calidad del agua de origen. Para determinar las metas relativas a la eficacia, es necesario contemplar factores tales como la carga de morbilidad tolerable (riesgo tolerable), incluida la gravedad de las consecuencias de las enfermedades y las relaciones entre dosis y respuesta correspondientes a agentes patógenos concretos (microorganismos objetivo) (consulte el apartado 7.3).

Deben determinarse metas relativas a la eficacia para microorganismos objetivo representativos de grupos de agentes patógenos relevantes para la salud y cuyo control sea problemático. En la práctica, se necesitará normalmente más de un microorganismos objetivo para reflejar adecuadamente los diversos retos a los que se enfrentan las medidas preventivas de protección disponibles. Aunque se puedan establecer metas relativas a la eficacia relacionadas con la exposición a agentes patógenos concretos, hay que ser prudentes al relacionarlas con la exposición y el riesgo para la población general, que se pueden concentrar en periodos cortos.

La principal aplicación práctica de las metas relativas a la eficacia para el control de agentes patógenos es la evaluación de la idoneidad de las infraestructuras de tratamiento del agua de consumo. Para ello, se utiliza información sobre las metas relativas a la eficacia, ya sean datos concretos sobre la eficacia de los tratamientos o supuestos relativos a la eficacia de tipos de técnicas de eliminación de agentes patógenos. En el capítulo 7 se proporcionan ejemplos de metas relativas a la eficacia y de los efectos de tratamientos sobre los agentes patógenos.

Los requisitos relativos a la eficacia también resultan importantes en la certificación de dispositivos para el tratamiento del agua de consumo y de la instalación de sistemas de fontanería que impidan la contaminación del agua. La certificación de dispositivos y materiales se explica en el apartado 1.2.9.

3.2.3 Metas relativas a la calidad del agua

La exposición prolongada y, en algunos casos, la exposición transitoria a productos químicos pueden ocasionar consecuencias perjudiciales para la salud. Además, las concentraciones de la mayoría de los productos químicos presentes en el agua de consumo no suelen experimentar grandes fluctuaciones en periodos cortos. Por lo tanto, muchos productos químicos presentes en el agua de consumo cuyos efectos para la salud aparecen tras periodos de exposición prolongados suelen controlarse mediante análisis periódicos de la calidad del agua y su comparación con metas relativas a la calidad del agua, por ejemplo, valores de referencia. Se debe aplicar, en todos los sistemas de abastecimiento de agua de consumo, una gestión de la calidad del agua de tipo preventivo; los valores de referencia para sustancias concretas descritos en el apartado 8.5 constituyen metas de protección de la salud para sustancias químicas presentes en el agua de consumo.

En los casos en que se han implantado procesos de tratamiento del agua destinados a eliminar productos químicos específicos (consulte el apartado 8.4), se deben aplicar metas relativas a la calidad del agua para determinar las necesidades de tratamiento pertinentes.

Es importante establecer metas relativas a la calidad del agua sólo para aquellas sustancias químicas que, según se haya determinado tras una evaluación rigurosa, puedan constituir un peligro para la salud o puedan afectar a la aceptabilidad por los consumidores del agua de consumo. No resulta práctico determinar las concentraciones de sustancias químicas cuya presencia en el sistema es improbable, que sólo estarán presentes en concentraciones mucho menores que el valor de referencia o que no afecten a la salud de la población o a la aceptabilidad del agua de consumo.

Las metas relativas a la calidad del agua también se utilizan en el proceso de certificación de los productos químicos presentes en el agua como resultado de su tratamiento o procedentes de materiales que están en contacto con el agua. En este tipo de aplicaciones se formulan supuestos que permiten elaborar normas aplicables a la certificación de materiales y productos químicos. Por lo general, se debe permitir un margen que permita que la concentración supere los niveles existentes en las fuentes de agua. En el caso de algunos materiales (por ejemplo, las instalaciones de fontanería domésticas), los supuestos deben tener también en cuenta que durante un plazo corto tras la instalación se pueden liberar concentraciones relativamente altas de algunas sustancias.

En lo que respecta a los peligros microbianos, las metas relativas a la calidad del agua en lo que respecta a la presencia de agentes patógenos son principalmente un componente del desarrollo de las metas relativas a la eficacia, y no tienen aplicación directa. En ciertos casos, en particular cuando se emplean técnicas no convencionales en grandes instalaciones, puede ser oportuno establecer metas relativas a la calidad del agua para contaminantes microbianos.

3.2.4 Metas sanitarias

En algunas circunstancias, sobre todo cuando existe una carga mensurable de morbilidad por enfermedades relacionadas con el agua, es posible establecer una meta de protección de la salud en términos de una reducción cuantificable de la carga total de morbilidad. La aplicación de este tipo de meta es más factible cuando los efectos adversos aparecen poco después de la exposición y se pueden observar de forma fácil y fiable, y cuando también pueden observarse de forma fácil y fiable los cambios del nivel de exposición. Por lo tanto, este tipo de meta sanitaria puede aplicarse principalmente a los peligros microbianos, tanto en países en desarrollo como en países desarrollados, y a los peligros de tipo químico con efectos sobre la salud claramente definidos y atribuibles principalmente al agua (por ejemplo, el fluoruro).

En otras circunstancias, las metas de protección de la salud pueden basarse en los resultados de la evaluación cuantitativa de los riesgos. En estos casos, la estimación de los resultados sanitarios se realiza basándose en información sobre la exposición y las relaciones dosis-respuesta. La información obtenida se puede emplear directamente como base para definir las metas relativas a la calidad del agua o puede utilizarse para el desarrollo de metas relativas a la eficacia.

Los modelos y datos disponibles para la evaluación cuantitativa de los riesgos microbianos presentan limitaciones. Las fluctuaciones a corto plazo de la calidad del agua pueden afectar en gran medida a los riesgos globales para la salud (incluidos los asociados con tasas generales de morbilidad y brotes epidémicos) y son un motivo particular de preocupación a la hora de ampliar la aplicación de la evaluación cuantitativa de los riesgos microbianos. Los progresos adicionales que se realicen en estos campos aumentarán significativamente la aplicabilidad y utilidad de este enfoque.

3.3 Consideraciones generales sobre la formulación de metas de protección de la salud

Aunque el agua puede ser una fuente importante de patógenos entéricos y sustancias químicas peligrosas, no es de ningún modo la única fuente. A la hora de establecer las metas, hay que tener en

cuenta otras fuentes de peligro, incluidos los alimentos, el aire y el contacto entre personas, así como los efectos del saneamiento e higiene personal deficientes. No tiene mucho sentido establecer un límite riguroso de concentración de un producto químico en el agua de consumo si ésta sólo proporciona una pequeña fracción de la exposición total. El costo del cumplimiento de dichas metas podría consumir de forma innecesaria fondos que se podrían emplear en otras intervenciones sanitarias más urgentes. Es importante tener en cuenta el impacto de la intervención propuesta en los índices generales de morbilidad. En el caso de algunos agentes patógenos y las enfermedades que provocan, las intervenciones dirigidas a la calidad del agua pueden ser ineficaces y, por tanto, injustificadas; por ejemplo, cuando predominan otras vías de exposición. En otros casos, la dilatada experiencia ha mostrado la eficacia de la gestión del abastecimiento y la calidad del agua de consumo (por ejemplo, fiebre tifoidea y disentería causada por *Shigella*).

Las metas de protección de la salud y los programas de mejora de la calidad del agua en general también deben contemplarse en el contexto de una política de salud pública más amplia, que incluya iniciativas para mejorar el saneamiento, la eliminación de residuos, la higiene personal y la educación pública sobre los mecanismos que permitan reducir tanto la exposición de las personas a fuentes de peligro como el efecto de sus actividades sobre la calidad del agua. La mejora de la salud pública, la reducción de la carga de agentes patógenos y la disminución de los efectos de las actividades humanas sobre los recursos hídricos contribuyen a la seguridad del agua (consulte Howard *et al.*, 2002).

3.3.1 Evaluación del riesgo en el marco para la seguridad del agua de consumo

En el marco para la seguridad del agua de consumo, la evaluación del riesgo no es un objetivo en sí mismo, sino que forma parte de un ciclo iterativo en el que dicha evaluación del riesgo se utiliza para adoptar decisiones de gestión que, una vez aplicadas, se traducen en mejoras incrementales en la calidad del agua. Para los fines del presente documento, la prioridad de dicha mejora incremental se centra en la salud. Sin embargo, al aplicar las Guías en circunstancias concretas, se deben tener en cuenta otros factores además de la salud, ya que pueden afectar en gran medida tanto a las ventajas como a los costos.

3.3.2 Nivel de riesgo de referencia

Las descripciones de un «nivel de riesgo de referencia» en lo que respecta al agua suelen expresarse en términos de resultados sanitarios concretos: por ejemplo, valores máximos de frecuencia de diarrea o de incidencia de cáncer, o de frecuencia de infección por un agente patógeno específico (pero no necesariamente con manifestación de enfermedad).

Existen diversas enfermedades relacionadas con el agua, que pueden producir efectos de diversa gravedad, que pueden ser agudos, retardados o crónicos, y que afectan tanto a la morbilidad como a la mortalidad. Los efectos pueden ser muy variados: por ejemplo, desenlaces neonatales adversos, cáncer, cólera, disentería, hepatitis vírica, helmintos intestinales, fluorosis ósea, fiebre tifoidea y síndrome de Guillain-Barré.

Las decisiones sobre aceptación de riesgos son muy complejas y deben contemplar las diferentes dimensiones del riesgo. Además de las dimensiones «objetivas» de la probabilidad, la gravedad y la duración de un efecto, existen importantes dimensiones medioambientales, sociales, culturales, económicas y políticas que influyen en gran medida en la toma de decisiones. Las negociaciones desempeñan una función importante en estos procesos y es muy probable que se obtengan resultados diferentes en cada situación. A pesar de la complejidad de las decisiones sobre riesgos, es necesario establecer una definición de referencia de «riesgo tolerable» que sirva para el desarrollo de directrices y como punto de partida para la toma de decisiones en situaciones concretas.

Un nivel de riesgo de referencia permite la comparación entre diferentes enfermedades relacionadas con el agua y la adopción de un enfoque coherente para abordar los diferentes factores de peligro. Para los fines del presente documento, se utiliza un nivel de riesgo de referencia para establecer una equivalencia general entre los niveles de protección aplicados a los productos químicos tóxicos y los aplicados a microorganismos patógenos. A este respecto, sólo se tienen en cuenta los efectos sobre la salud de las enfermedades transmitidas por el agua. El nivel de riesgo de referencia es de 10^{-6} años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) por persona y año, lo que equivale aproximadamente a un riesgo adicional vitalicio de cáncer de 10^{-5} , es decir, un caso adicional de cáncer por cada 100 000 personas que ingieren durante toda la vida agua de consumo que contiene la concentración de referencia de la sustancia. (En el apartado 3.3.3 se proporciona información adicional.) Para un agente patógeno causante de diarrea líquida con una letalidad baja (por ejemplo, 1 entre 100 000), este nivel de riesgo de referencia para un individuo equivaldría a un riesgo anual de 1/1000 de contraer la enfermedad (aproximadamente 1/10 durante toda la vida). El nivel de riesgo de referencia se puede adaptar a las circunstancias locales mediante un enfoque basado en el equilibrio entre ventajas y riesgos. En concreto, se debe tener en cuenta la fracción de la carga de morbilidad de una enfermedad concreta

que está probablemente asociada al agua de consumo. El establecimiento de prioridades en la salud pública generalmente indicaría la atención preferente a los principales factores de riesgo, teniendo en cuenta los costos y efectos de las posibles intervenciones. Éste es también el fundamento del desarrollo y aplicación de normas de forma incremental. El sistema basado en los AVAD para establecer un nivel de riesgo de referencia es nuevo y continúa desarrollándose. La definición de los efectos sobre la salud de las personas asociados a la exposición a sustancias químicas sin umbral de toxicidad supone un desafío especial.

3.3.3 *Años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD)*

Los distintos factores de peligro que pueden estar presentes en el agua están asociados a muy diversos resultados sanitarios. Algunas consecuencias se producen de inmediato (diarrea, metahemoglobinemia) y otras al cabo de cierto tiempo (años, en el caso del cáncer, o semanas, en la hepatitis vírica); algunas son potencialmente graves (cáncer, desenlaces neonatales adversos, fiebre tifoidea) y otros son generalmente leves (diarrea y fluorosis dental); unas afectan en especial a ciertos grupos etarios (la fluorosis ósea en adultos de edad avanzada suele aparecer a consecuencia de la exposición durante la infancia; la tasa de mortalidad por infección con el virus de la hepatitis E [HEV] es alta entre las embarazadas) y otras afectan muy concretamente a ciertos grupos de población vulnerables (en la población general, la criptosporidiosis es una enfermedad de carácter leve y de resolución espontánea, pero la tasa de mortalidad es alta entre los seropositivos del virus de la inmunodeficiencia humana [VIH]). Además, cualquier factor de peligro individual puede ocasionar múltiples efectos (por ejemplo, gastroenteritis, síndrome de Guillain-Barré, artritis reactiva y mortalidad en el caso de la infección por *Campylobacter*).

Para poder comparar de forma objetiva los peligros relacionados con el agua y los distintos efectos a los que están asociados, se necesita un «patrón de medida» común que pueda tener en cuenta las distintas probabilidades, niveles de gravedad y duración de los efectos. Dicho patrón también deberá poderse utilizar independientemente del tipo de peligro, aplicándose a los de tipo microbiano, químico y radiológico. El patrón empleado en las *Guías para la calidad del agua potable* son los AVAD. La OMS ha recurrido en bastantes ocasiones a los AVAD como unidad para evaluar las prioridades de la salud pública y para determinar la carga de morbilidad asociada a las exposiciones ambientales.

Los AVAD se basan en la asignación a cada efecto sobre la salud de una ponderación en función de su gravedad, de 0 (salud normal) a 1 (muerte). Esta ponderación se multiplica por la duración del efecto, es decir, el tiempo durante el cual la enfermedad se manifiesta (cuando el desenlace es la muerte, la «duración» es la esperanza de vida restante), y por el número de personas afectadas por un desenlace concreto. Tras estas operaciones, pueden sumarse los efectos de los distintos desenlaces debidos a un agente concreto.

Así, los AVAD son la suma de los años de vida perdidos por muerte prematura (AVP) y los años de vida con salud perdidos por padecer un estado de salud subóptimo, es decir, con discapacidad (AVD), que se normalizan por medio de las ponderaciones asociadas a la gravedad. Así:

$$\text{AVAD} = \text{AVP} + \text{AVD}$$

Las ventajas principales del uso de los AVAD son la posibilidad que ofrece de sumar los distintos efectos y el hecho de que combina calidad y cantidad de vida. Además, dado que los enfoques empleados requieren un reconocimiento explícito de los supuestos formulados, es posible debatirlos y evaluar el impacto de su variación. El uso de un patrón de medida basado en las consecuencias para la salud también centra la atención en los peligros reales en lugar de en los potenciales y, de ese modo, fomenta y permite el establecimiento racional de las prioridades de la salud pública. La mayor parte de las dificultades que plantea el uso de los AVAD están relacionadas con la disponibilidad de datos; por ejemplo, datos sobre exposiciones y sobre asociaciones epidemiológicas.

Los AVAD también se pueden utilizar para comparar el efecto sobre la salud de distintos agentes presentes en el agua. Por ejemplo, el ozono es un desinfectante químico que genera bromato como subproducto. Los AVAD se han utilizado para comparar los riesgos derivados de la presencia de *Cryptosporidium parvum* y de bromato, y para evaluar las ventajas netas para la salud de la ozonización en el tratamiento del agua de consumo.

En ediciones anteriores de las *Guías para la calidad del agua potable* y en muchas normas nacionales sobre el agua de consumo, se ha utilizado un riesgo de cáncer «tolerable» para obtener valores de referencia correspondientes a sustancias químicas sin umbral de toxicidad, tales como las sustancias cancerígenas genotóxicas. Es necesario establecer este riesgo tolerable porque existe cierto riesgo (teórico) para cualquier nivel de exposición. En ediciones anteriores y en la presente edición de las Guías,

se ha utilizado un valor máximo del riesgo adicional vitalicio de padecer cáncer de 10^{-5} , aunque se acepta que se trata de una postura conservadora y que, casi con seguridad, sobrestima el riesgo real.

Los distintos tipos de cáncer tienen diferentes grados de gravedad, lo que se manifiesta principalmente por sus distintos índices de mortalidad. Un ejemplo típico es el cáncer de células renales, asociado a la exposición al bromato presente en el agua de consumo. La carga teórica de morbilidad del cáncer de células renales, teniendo en cuenta un índice de letalidad (casos/fallecimientos) medio de 0,6 y una edad media de 65 años en el momento de la aparición, es de 11,4 AVAD por caso (Havelaar *et al.*, 2000). Estos datos pueden utilizarse para evaluar el riesgo vitalicio tolerable de cáncer y una pérdida tolerable anual de AVAD. Aquí, contabilizamos la exposición durante toda la vida a las sustancias cancerígenas dividiendo el riesgo tolerable entre 70 años de vida y multiplicándolo por la carga de morbilidad por caso: $(10^{-5} \text{ casos de cáncer}/70 \text{ años de vida}) \times 11,4 \text{ AVAD por caso} = 1,6 \times 10^{-6} \text{ AVAD por persona y año}$ o una pérdida tolerable de 1,6 años de vida saludable en una población de un millón de personas durante un año.

La forma preferible de determinar el valor recomendado es definir un mismo nivel máximo de riesgo tolerable para la exposición a cada factor de peligro (contaminante o componente del agua). Como se ha mencionado anteriormente, para los fines del presente documento, el nivel de riesgo de referencia utilizado es de 10^{-6} AVAD por persona y año. Esto equivale aproximadamente a un valor de riesgo adicional vitalicio de padecer cáncer de 10^{-5} utilizado en la presente edición y en ediciones anteriores de las Guías para determinar los valores de referencia correspondientes a las sustancias cancerígenas genotóxicas. En países que establecen un nivel de riesgo aceptable asociado a sustancias cancerígenas más riguroso (por ejemplo, 10^{-6}), la pérdida tolerable será proporcionalmente inferior (por ejemplo, 10^{-7} AVAD por persona y año).

El documento complementario *Quantifying Public Health Risk in the WHO Guidelines for Drinking-water Quality* (consulte el apartado 1.3) ofrece más información sobre el uso de los AVAD para establecer metas de protección de la salud.