



# Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua

Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo

## Cita sugerida del documento

Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M.

Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2009.

Catalogación por la Biblioteca de la OMS:

Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo.

1. Agua potable - provisión y distribución. 2. Contaminación del agua - prevención y control. 3. Abastecimiento de agua - normas. 4. Control de riesgo - metodología. 5. Ingeniería sanitaria - educación. 6. Regionalización. 7. Informes de casos. I. Organización Mundial de la Salud. II. International Water Association.

ISBN 978 92 4 356263 6

(Clasificación NLM: WA 675)

## © Organización Mundial de la Salud 2009

Reservados todos los derechos. Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud pueden solicitarse a Ediciones de la OMS, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia, 1211 Genève 27, Suiza (tel.: +41 22 791 3264; fax: +41 22 791 4857; dirección electrónica: bookorders@who.int). Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir las publicaciones de la OMS —ya sea para la venta o para la distribución sin fines comerciales— deben dirigirse a Ediciones de la OMS, a la dirección precitada (fax: +41 22 791 4806; dirección electrónica: permissions@who.int). Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Mundial de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

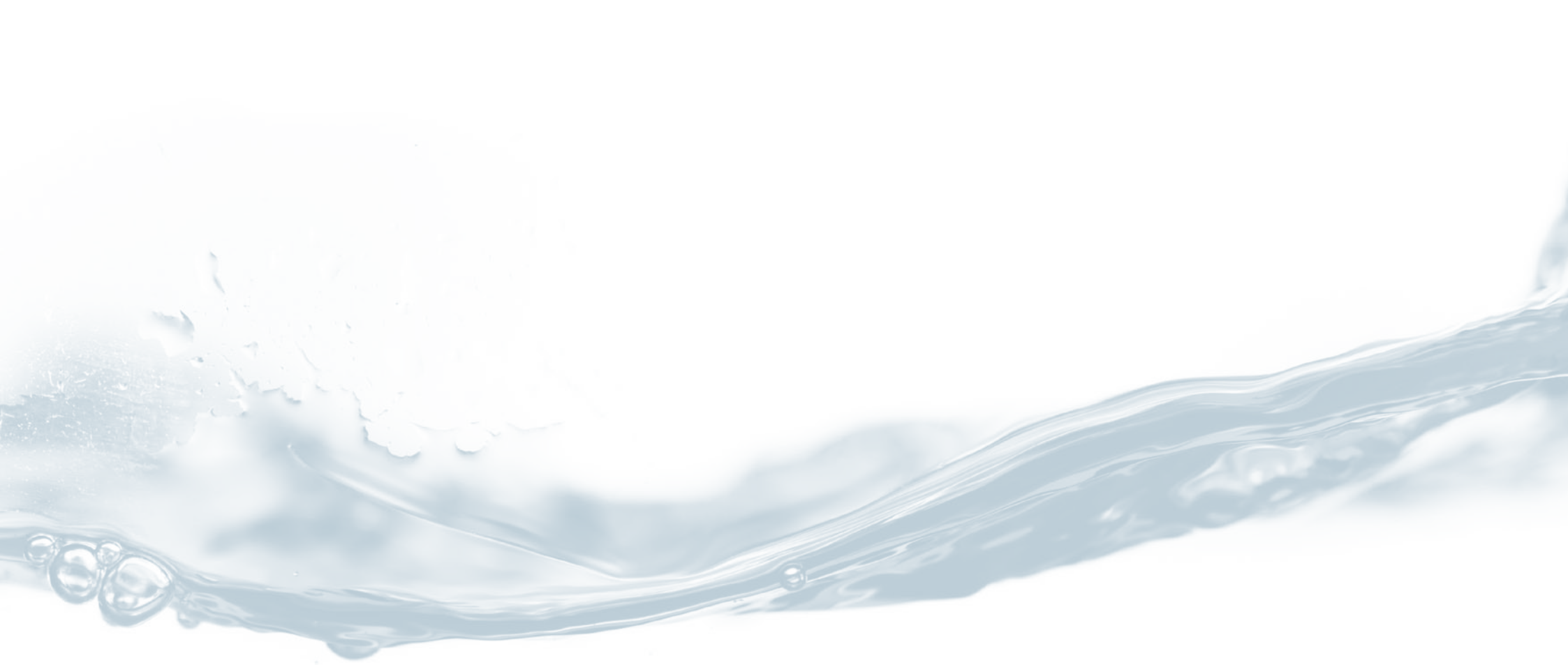
La Organización Mundial de la Salud ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la Organización Mundial de la Salud podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Impreso por el Servicio de Producción de Documentos de la OMS, Ginebra (Suiza).

## International Water Association (IWA)

La International Water Association (IWA, Asociación internacional del agua), una red internacional de profesionales del sector del agua, es una organización no gubernamental (ONG) que mantiene relaciones oficiales con la OMS. La red de ONG que mantienen relaciones oficiales con la OMS contribuye a promover las políticas, estrategias y programas derivados de las decisiones de los órganos rectores de la Organización. La función de la IWA, como ONG que mantiene relaciones oficiales con la OMS, se centra en prestar apoyo a los países para la ejecución de políticas e intervenciones intersectoriales para proteger la salud de amenazas medioambientales inmediatas y a más largo plazo. Ambas organizaciones vienen cooperando desde hace largo tiempo, continuando la colaboración anterior entre la OMS y las asociaciones antecesoras de la IWA: la International Water Supply Association (Asociación internacional para el abastecimiento de agua) y la International Water Quality Association (Asociación internacional para la calidad del agua). Un ámbito de cooperación clave es el de la seguridad del agua de consumo.

La Carta de Bonn para la seguridad del agua de consumo (Bonn Charter for Safe Drinking Water) de la IWA fomenta la aplicación de planes de seguridad del agua (PSA), según se describe en las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. (Las modificaciones de las Guías de la OMS se considerarán modificaciones de la Carta de Bonn, dado que dicha Carta hace referencia a las Guías). La IWA y la OMS promueven los PSA por medio de un acuerdo formal de colaboración en proyectos y un programa de trabajo asociado que continuará hasta 2015, y por medio de las entidades de abastecimiento de agua, centros de investigación, industrias y profesionales particulares que son miembros de la asociación. La IWA trabaja en todo tipo de ámbitos, de la investigación a la práctica, y cubre todas las facetas del ciclo del agua. La IWA es una entidad benéfica registrada en Inglaterra (como sociedad, con el n.º 3597005, y como institución de beneficencia, con el n.º 1076690).



# Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua

Metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo

# Desarrollo y aplicación de un Plan de seguridad del agua

Metodología pormenorizada en 11 módulos didácticos



<b>Preparación</b>
<b>Evaluación del sistema</b>
Monitoreo operativo
<b>Gestión y comunicación</b>
<b>Retroalimentación y mejora</b>

# Índice de contenido

Introducción	1
Resumen de los módulos	4
Módulo 1. Formación del equipo del PSA	10
Módulo 2. Descripción del sistema de suministro de agua	20
Módulo 3. Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos	30
Módulo 4. Determinación y validación de medidas de control, y nueva evaluación y clasificación de los riesgos	44
Módulo 5. Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización	58
Módulo 6. Definición del monitoreo de las medidas de control	66
Módulo 7. Verificación de la eficacia del PSA	74
Módulo 8. Elaboración de procedimientos de gestión	82
Módulo 9. Elaboración de programas complementarios	90
Módulo 10. Planificación y realización de exámenes periódicos del PSA	96
Módulo 11. Revisión del PSA tras un incidente	100
Nota de agradecimiento	105
Referencias e información adicional	107
Glosario	105

# Introducción

«La forma más eficaz de garantizar sistemáticamente la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo es aplicando un planteamiento integral de evaluación de los riesgos y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor. Este tipo de planteamientos se denominan, en el presente documento, “planes de seguridad del agua” (PSA)».

## Finalidad del manual

La cita anterior es el comienzo del capítulo 4 de la tercera edición de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable (2004) y recoge el fundamento de la metodología basada en la elaboración y aplicación de un PSA (en adelante, “metodología de PSA”). Dicho capítulo describe los principios de la metodología de PSA, pero no es una guía sobre su aplicación práctica. La finalidad del presente manual es proporcionar dicha guía práctica para facilitar la elaboración de PSA centrados particularmente en sistemas de abastecimiento de agua organizados gestionados por un servicio de abastecimiento de agua o entidad similar.

## Aspectos que se deben tener en cuenta al elaborar y aplicar un PSA

La finalidad de un PSA es muy clara:  
*garantizar sistemáticamente la seguridad y aceptabilidad del agua de consumo suministrada por un sistema de abastecimiento.*

El planteamiento para la elaboración y aplicación de un PSA para cada sistema de abastecimiento de agua de consumo es el siguiente:

- reunir a un equipo y adoptar una metodología para el desarrollo de un PSA;
- determinar todos los peligros y eventos peligrosos que pueden afectar a la seguridad del sistema de abastecimiento de agua, desde la cuenca de captación, el tratamiento y la distribución, hasta el lugar de consumo;
- evaluar el riesgo asociado a cada peligro y evento peligroso;
- considerar si existen controles o barreras para cada riesgo significativo;
- validar la eficacia de los controles y barreras;

- determinar en qué casos se necesitan controles nuevos o mejorados;
- aplicar un plan de mejora, en caso necesario;
- demostrar que la seguridad del sistema se mantiene de forma permanente;
- reexaminar periódicamente los peligros, los riesgos y los controles;
- mantener registros fidedignos para ofrecer transparencia y justificar los resultados.

**Este carácter sistemático de la estrategia basada en los PSA nunca debe perderse de vista** ni olvidarse durante su ejecución. La gran ventaja de esta estrategia es que puede mitigarse para garantizar la seguridad del agua suministrada por sistemas de cualquier tipo y tamaño, con independencia de su simplicidad o complejidad.

La metodología de PSA debe considerarse más bien como una estrategia de gestión de los riesgos o marco que influye en todo el trabajo que realiza un servicio de abastecimiento para proporcionar agua inocua de forma continua. Los riesgos significativos que no estén controlados actualmente deben mitigarse. Para ello, puede ser preciso realizar mejoras a corto, medio o largo plazo. **La metodología de PSA debería ser dinámica y práctica, y no simplemente un procedimiento operativo más.** No debe considerarse una fuente de trámites y papeleo: si acaba simplemente como una carpeta señalada como “PSA” que se archiva y rara vez se abre, es casi seguro que no será eficaz.

**No hay una única forma de aplicar la metodología de PSA.** En este manual se explica cómo puede aplicarse la estrategia, y se aportan ejemplos que ilustran qué ha resultado eficaz en algunos servicios de abastecimiento de agua. Lo importante es que la metodología de PSA se ajuste a la organización y funcionamiento de un servicio de abastecimiento de agua, ya que de lo contrario no será aceptado. El desarrollo de la metodología de PSA puede poner de manifiesto que determinadas prácticas introducen riesgos, o no los controlan adecuadamente, en cuyo caso el servicio de abastecimiento de agua deberá modificarlas.

No debe modificar su forma de trabajar sólo para aplicar una recomendación de un manual o para replicar la metodología aplicada en otro servicio de abastecimiento.

Para aplicar la metodología de PSA en un servicio de abastecimiento de agua se necesitan recursos financieros y el apoyo de sus altos responsables. Estos deberán proporcionar desde el comienzo fondos y recursos, pero también deberán comprender que la ejecución correcta de **la metodología de PSA puede ahorrar dinero** y supondrá, a largo plazo, un mejor aprovechamiento de los recursos.

**Es importante que el equipo del PSA cuente con experiencia y conocimientos suficientes** para comprender la extracción, tratamiento y distribución de agua y los peligros que pueden afectar a la seguridad del agua en todo el sistema de suministro. Los servicios de abastecimiento de agua pequeños pueden recurrir, en caso necesario, a expertos externos. El equipo es vital para lograr que todas las personas relacionadas con la seguridad del agua, tanto del servicio de abastecimiento de agua como de fuera, comprendan y acepten la metodología de PSA.

**Un PSA no puede ser únicamente un estudio teórico**, sino que debe incluir visitas a las instalaciones para confirmar los conocimientos, la información y los esquemas del proceso con los que cuenta el servicio de abastecimiento de agua. En las visitas a las instalaciones debe recabarse la opinión de quienes trabajan en las mismas o en las cuencas de captación y tienen información detallada y de primera mano sobre aspectos que quizá no hayan sido anotados en los registros del servicio de abastecimiento de agua. La evaluación, actualización, recopilación o reelaboración de los procedimientos operativos normalizados son componentes integrales de la estrategia de los PSA. Idóneamente, todos los procedimientos deben anotarse como parte de la estrategia o práctica de los PSA, lo que ayuda a obtener el reconocimiento y aceptación de la estrategia en todos los ámbitos del servicio de abastecimiento de agua.

**El servicio de abastecimiento de agua tomará la iniciativa de aplicar la metodología de PSA, pero no**

**debe hacerlo de forma aislada.** Una finalidad principal de la metodología es determinar las responsabilidades de otros para garantizar la seguridad del agua y que colaboren con el servicio de abastecimiento en la reducción de los riesgos. Por ejemplo, se precisa la colaboración de los trabajadores agrícolas y forestales, los propietarios de tierras, la industria, el transporte, otros servicios, la administración pública local y los consumidores. Probablemente no sea necesario incluir en el equipo del PSA a representantes de todas las organizaciones, pero deben formar parte de una red de comunicación y ser conscientes del efecto de su contribución a la labor del PSA. Es importante someter el PSA a auditorías externas independientes y periódicas, lo que permitirá conservar la confianza de todos los involucrados.

Puede haber una tendencia a limitar la determinación de los peligros a pensar en los insumos directos al sistema de suministro de agua que afectan a parámetros microbiológicos y químicos, ya que son importantes en los que respecta al cumplimiento de las normas sobre calidad del agua. No obstante, el planteamiento para garantizar la inocuidad del agua debe ir mucho más allá, y tener en cuenta aspectos como la posibilidad de que se produzcan daños por inundación, que haya reservas suficientes de agua de la fuente y reservas secundarias, la disponibilidad y fiabilidad del suministro eléctrico, la calidad de las sustancias químicas y materiales empleados en el tratamiento, los programas de formación, la disponibilidad de personal capacitado, la limpieza de los embalses de servicio, el conocimiento del sistema de distribución, la protección, los procedimientos de emergencia, la fiabilidad de los sistemas de comunicación y la disponibilidad de instalaciones de laboratorio, todos los cuales deben someterse a evaluación de riesgos. Esta relación no es en absoluto exhaustiva.

**Si un servicio de abastecimiento de agua considera que algunos de estos aspectos no tienen cabida en su PSA, entonces su estrategia basada en el PSA no es completa y no ha comprendido plenamente el concepto.**

Los controles evidentes de los riesgos determinados son barreras físicas o procesos en las plantas de tratamiento de agua, como la filtración y la desinfección, pero, como en el caso de los peligros, deben considerarse y evaluarse controles con una perspectiva

mucho más amplia. Pueden considerarse controles los acuerdos con productores agropecuarios e industrias sobre el uso de sustancias químicas, los controles del ganado, el uso exclusivo de personal capacitado, los sistemas de bombeo, la inspección visual, las interrupciones programadas o imprevistas, la auditoría de los proveedores de sustancias químicas y fabricantes de instalaciones de tratamiento, o los acuerdos con ellos sobre aspectos relativos a la calidad, siempre que pueda validarse su eficacia y se controlen para demostrar que continúan protegiendo la calidad del agua. De nuevo, esta relación no es en absoluto exhaustiva. **Que se comience a aplicar la metodología de PSA no implica que haya que revalidar todos los controles existentes, pero sí que se evalúe la solidez de los datos e informes existentes.**

Es importante evaluar el riesgo, si lo hay, antes y después de controlarlo (o mitigarlo) porque se demostrará así que se han reconocido todos los peligros y que se ha evaluado la eficacia de sus controles respectivos. La evaluación de riesgos probablemente ponga de manifiesto numerosos riesgos que no se consideran significativos para la seguridad del sistema de suministro de agua. No obstante, es importante que el servicio de abastecimiento de agua documente claramente y comprenda todos los riesgos. **Más importante aún, cuando se detectan riesgos significativos, es determinar su grado de prioridad y aplicar rápidamente un programa de mejora.**

No todos los riesgos pueden evaluarse fácilmente mediante una metodología (por ejemplo, una matriz de riesgos “semicuantitativa”) que permita calcular la probabilidad de que se produzca el peligro y la gravedad de la consecuencia en caso de producirse. Algunos riesgos no se prestan a evaluaciones basadas en definiciones limitadas de la probabilidad (por ejemplo, se calcula que se producirán “mensualmente”) o consecuencia (por ejemplo, se calcula que su efecto sobre la salud pública es de una gravedad “moderada”). Por ejemplo, la posible respuesta negativa de los consumidores sobre aspectos que quizá no tengan un efecto significativo sobre la salud puede percibirse como un riesgo importante para la reputación de un servicio de abastecimiento de agua y debe abordarse en el PSA. En ocasiones, puede ser

más oportuno aplicar un esquema simplificado de evaluación de riesgo (por ejemplo, “significativo”, “no significativo” o “incierto”) basándose en una decisión consensuada. **Sea cual sea el método usado, es imprescindible que la metodología de evaluación de riesgos sea suficientemente clara y pormenorizada para permitir su aplicación coherente.** Esto preocupa particularmente a los servicios de abastecimiento de agua grandes, en los que es probable que intervengan muchas personas diferentes en la evaluación de riesgos.

La complejidad de la evaluación de riesgos es función de la complejidad del sistema de suministro de agua. Los complejos equipos y procesos de tratamiento del agua considerados como medidas de control en la producción de agua potable introducen en los sistemas de suministro de agua posibles peligros propios cuyos riesgos deberán evaluarse cuidadosamente. Por ejemplo, un sistema de ozono y carbón activado granular introducido para controlar la contaminación por materia orgánica podría generar peligros como emisiones de ozono, formación de bromato, crecimiento de biopelículas, problemas organolépticos y contaminación tras la regeneración. **La metodología de PSA debe incluirse desde la etapa de planificación de cualquier mejora o configuración nueva de un sistema de suministro de agua.**

El monitoreo del cumplimiento es un componente importante del proceso de verificación para demostrar que el PSA es eficaz. Mostrará si en el punto de cumplimiento, que suele ser el grifo de los consumidores, el agua cumple las normas sobre calidad del agua; no obstante, el monitoreo del cumplimiento no garantiza la inocuidad del agua, ya que para cuando se dispone de los resultados el agua habrá sido bebida y consumida para otros fines domésticos. La validación, para demostrar la capacidad de los controles para mitigar los riesgos, y el monitoreo operativo, para demostrar que continúan funcionando eficazmente, son instrumentos mucho más importantes para garantizar la seguridad del agua, porque se centran en los procesos que la hacen inocua. **El monitoreo operativo es un componente integral de la metodología de PSA.**



## Vencer la autocomplacencia

Muchos componentes de la metodología de PSA ya están incorporados en las buenas prácticas operativas que ya aplica el servicio de abastecimiento de agua. No obstante, la aplicación plena del PSA exigirá que todos los servicios de abastecimiento analicen de nuevo todo lo que pueda afectar a la seguridad del agua, **sin dar nada por sentado**. Si se han dispuesto barreras y se produce agua de calidad aceptable, ¿se debe a que las barreras son sólidas, o a la pura suerte? El servicio de abastecimiento de agua que no sufre incidentes ni cuasi emergencias y cuyos

consumidores están satisfechos de la seguridad del sistema de abastecimiento quizá sea muy afortunado, o quizá carezca de los procedimientos y la evaluación que necesita para detectar la existencia de problemas. La aplicación, de forma abierta y transparente, de la metodología de PSA aumentará la confianza de los consumidores y todos los demás involucrados en la seguridad de los sistemas de abastecimiento de agua. El desarrollo de un PSA no es un fin en sí mismo, sino un camino para alcanzar un fin. Un PSA sólo es útil si se aplica y revisa.

# Resumen de los módulos

## Aspectos que deben tenerse en cuenta al utilizar el Manual

El Manual se divide en 11 módulos, cada uno referido a una etapa clave del proceso de desarrollo y puesta en práctica del PSA. Cada módulo se divide en tres secciones: Resumen, Ejemplos e instrumentos, y Estudios de casos prácticos, cuyo contenido es el descrito a continuación.

### Resumen

Esta sección es una introducción breve sobre el módulo, en la que se explica su importancia y el lugar que ocupa en el proceso general de desarrollo de un PSA. Explica resumidamente las actividades clave que deben realizarse, indica las dificultades típicas que pueden encontrarse, y describe los productos fundamentales que se prevé obtener.

### Ejemplos e instrumentos

Esta sección proporciona recursos que pueden adaptarse para facilitar el desarrollo de un PSA. Incluye, por ejemplo, cuadros y

listas de control, modelos de formularios, diagramas, o consejos prácticos que pueden ayudar al equipo del PSA a abordar retos específicos. Suelen ser ejemplos de productos y metodologías adaptadas de experiencias recientes de desarrollo de PSA.

### Estudios de casos prácticos

Los estudios de casos prácticos presentan enseñanzas extraídas de experiencias reales. Su finalidad es concretar los conceptos de los PSA y ayudar a los lectores a prever los problemas y retos que pueden surgir. Las descripciones se han obtenido de iniciativas de desarrollo de PSA realizadas en Australia, en la región de América Latina y el Caribe (ALC), y en el Reino Unido. Para mayor claridad, estas experiencias se han reunido y presentado en este manual como tres estudios de casos prácticos diferenciados. Las enseñanzas adquiridas por medio del desarrollo de estos "PSA compuestos" probablemente serán aplicables a otros sistemas de abastecimiento de agua con perfiles similares. Se proporciona a continuación una descripción general de los proveedores de agua y de los contextos en los que se desarrollaron y aplicaron los PSA.

## ESTUDIO DE CASO PRÁCTICO I: AUSTRALIA

### Perfil

Sistemas organizados de abastecimiento de agua entubada en zonas urbanas de Australia.

### Introducción

Estos PSA fueron realizados casi en su totalidad por los propios servicios de abastecimiento de agua urbanos, sin ayuda significativa de organismos externos. La mayoría de los empleados de los servicios de abastecimiento de agua estaban familiarizados con el uso de sistemas de gestión y evaluación sistemáticos de riesgos, así como, en general, de sistemas de gestión, debido a la existencia de requisitos anteriores que obligaban a aplicar sistemas de gestión medioambiental y de la salud y la seguridad en el trabajo. Además, la mayoría de los servicios de abastecimiento contaban con algún tipo de sistema de gestión genérico, como el de la norma ISO 9001. Los PSA se basaron, en grados diversos, en estos sistemas de gestión existentes, así como en sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos, como el APPCC y la norma ISO 22000. La iniciativa de desarrollar los PSA partió inicialmente del deseo de los servicios de abastecimiento de aplicar buenas prácticas, y, más recientemente, de su deseo de observar el Marco para la gestión de la calidad del agua de consumo (*Framework for Management of Drinking Water Quality, Australian Drinking Water Guidelines 2004*), la versión australiana del PSA de la OMS.

### Población abastecida

Se suministraba agua a poblaciones de alrededor de 50.000 a más de 4 millones de habitantes.

### Fuentes de agua

El agua procedía de una combinación de fuentes de aguas superficiales y subterráneas. En la mayoría de los casos, había en la cuenca de captación considerable actividad agrícola de intensidad baja no regulada, como pastoreo de ganado vacuno, y había también núcleos residenciales rurales. En algunas cuencas de captación había redes de alcantarillado y en otras había sistemas de saneamiento *in situ* con diversos grados de supervisión.

### Procesos de tratamiento

Los procesos de tratamiento consistían, por lo general, o bien en únicamente desinfección con cloro, o bien en filtración directa o convencional y cloración. Las fuentes de aguas superficiales de cuencas de captación protegidas se trataban por lo general mediante cloración únicamente y las procedentes de cuencas afectadas mediante un proceso convencional de coagulación/floculación/sedimentación, filtración y cloración. En muchos sistemas se practicaba habitualmente la cloraminación para mantener una concentración residual de cloro. Las fuentes de aguas subterráneas se trataban habitualmente mediante aeración y cloración. La operación de los procesos de tratamiento era correcta.

### Puntos de consumo

El agua se distribuía directamente al interior de los hogares por medio de instalaciones de fontanería internas. Las ciudades estaban en su mayoría conectadas al sistema municipal de suministro de agua con una presurización continua fiable, de modo que prácticamente no había depósitos de agua en los hogares.

### Normas sobre calidad del agua

Las Directrices australianas sobre el agua de consumo (*Australian Drinking Water Guidelines*) establecían parámetros sobre calidad del agua muy similares a los de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Había sistemas bien establecidos de análisis y notificación sobre el cumplimiento de las directrices, sobre todo de la presencia de *E. coli* o coliformes termotolerantes.

### Calidad del suministro

El suministro de agua hasta los grifos era continuo y las normas sobre calidad del agua se cumplían de forma casi continua. No hubo constancia de incidentes de enfermedades transmitidas por el agua durante el periodo de desarrollo y aplicación del PSA. No era preciso aplicar tratamientos en los lugares de consumo, aunque algunos consumidores lo hacían, por motivos organolépticos, para eliminar el sabor y olor a cloro.

### Limitaciones de recursos

Los sistemas aplicaban el principio de recuperación plena de los

costos (*full cost recovery*) y pagaban dividendos a la administración pública. El servicio de abastecimiento recuperaba todos los costos derivados del mantenimiento de la cantidad y calidad del agua.

### **Estado de las infraestructuras**

Los sistemas descritos se mantenían en buen estado y sus índices de fugas bajos reflejaban la atención que se prestaba al ahorro de agua en estas zonas relativamente áridas de Australia. Se contaba con sistemas de gestión sistemática de los activos, para repararlos y sustituirlos, y mantener las frecuencias de averías bajo control.

## **ESTUDIO DE CASO PRÁCTICO 2: AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (ALC)**

### **Perfil**

Sistemas organizados de abastecimiento de agua entubada que funcionan con limitaciones considerables de recursos en América Latina y el Caribe.

### **Introducción**

Estos PSA se iniciaron como parte de una iniciativa auspiciada por varios organismos y contaron con asesoría técnica externa y financiación inicial para el fomento de proyectos de demostración sobre los PSA en la región de ALC. La selección de los lugares de ejecución de los proyectos la realizaron directores de servicios de abastecimiento de agua de consumo y altos cargos de la administración pública, principalmente del Ministerio de Salud. Aunque algunos empleados de servicios de abastecimiento de agua conocían la metodología de PSA, no contaban con un procedimiento formal de gestión preventiva de los riesgos y consideraban que no tenían los conocimientos ni los recursos necesarios.

### **Población abastecida**

Los servicios de abastecimiento suministraban agua a poblaciones de 30.000 a 120.000 habitantes.

### **Fuentes de agua**

El agua procedía de una combinación de fuentes de aguas superficiales y subterráneas. En todos los casos, había bastante

actividad industrial no regulada en la cuenca hidrográfica, como minería, explotación forestal o construcción de carreteras. No había sistemas de alcantarillado municipales; en consecuencia, los excrementos se trataban en fosas sépticas con un mantenimiento deficiente o se vertían directamente a las fuentes de agua.

### **Procesos de tratamiento**

De una a cinco plantas de tratamiento abastecían a cada comunidad. Las fuentes de aguas superficiales se trataban mediante técnicas convencionales: coagulación/floculación/sedimentación, filtración y cloración. Las fuentes de aguas subterráneas se trataban mediante aeración, filtración y cloración, o, en algunos casos, únicamente mediante cloración. En ninguno de los casos se realizaba una operación óptima de los procesos de tratamiento, debido a la deficiente formación de los operarios y a limitaciones financieras.

### **Puntos de consumo**

En la mayoría de los casos, el agua se distribuía directamente al interior de los hogares. Otros hogares contaban con grifos en el patio o jardín, y algunos se abastecían de depósitos de almacenamiento o grifos comunitarios compartidos. En todos los casos, había partes de la ciudad que no estaban conectadas al sistema municipal de suministro de agua, o cuyas conexiones eran clandestinas y no autorizadas. Era frecuente el almacenamiento doméstico en depósitos debido a la naturaleza discontinua del suministro.

### **Normas sobre calidad del agua**

Con frecuencia, las normas sobre calidad del agua estaban definidas deficientemente, o no eran coherentes, ya que algunos organismos aplicaban metas de tipo medioambiental y otros aplicaban metas de protección de la salud, para el mismo sistema. En algunos casos, se aplicaban las directrices sanitarias de la OMS sin adaptarlas a las condiciones y limitaciones locales, de modo que las normas no eran realistas y tenían, por tanto, poco valor. No había en ningún caso programas activos de cumplimiento.

### **Calidad del suministro**

El suministro de agua a los puntos de consumo era intermitente. En algunas zonas, los hogares pasaban de forma sistemática ocho

horas o más cada día sin servicio, y en la mayoría de los hogares eran habituales los periodos de baja presión de servicio. La calidad del agua incumplía sistemáticamente las normas reglamentarias; en consecuencia, era habitual el tratamiento secundario en el hogar.

### **Limitaciones de recursos**

Los sistemas no recuperaban los costos, ni siquiera con subsidios de la administración pública. Por lo tanto, el servicio de abastecimiento no podía permitirse mantener reservas suficientes de sustancias químicas, un mantenimiento adecuado de los equipos, ni el alto costo energético que supone el bombeo del agua 24 horas al día.

### **Estado de las infraestructuras**

Los sistemas descritos se caracterizaban por la antigüedad de las infraestructuras de tratamiento, tuberías del sistema de distribución con índices de pérdidas de hasta el 70%, y la puesta fuera de servicio de depósitos de almacenamiento en muy mal estado, afectando a la presión y a la capacidad de satisfacer la demanda. En todos los casos se necesitaban mejoras de las instalaciones para lograr la calidad del agua y uniformidad del suministro deseados.

## **ESTUDIO DE CASO PRÁCTICO 3: REINO UNIDO (INGLATERRA Y GALES)**

### **Perfil**

Sistemas organizados privados de abastecimiento de agua entubada en Inglaterra y Gales.

### **Introducción**

Este estudio de caso práctico, redactado por una autoridad reguladora de la calidad del agua de consumo, describe algunas de las ventajas y problemas experimentados por los proveedores de agua que han introducido PSA en Inglaterra y Gales. La autoridad reguladora alentó a las empresas proveedoras de agua a que aplicaran PSA tras la publicación en 2004 de la tercera edición de las Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo, en las que se aboga por la metodología de PSA. La autoridad reguladora impulsó la aplicación de PSA al afirmar que los planes de mejora de sistemas de abastecimiento de agua de consumo correspondientes

al programa de inversiones para el quinquenio próximo sólo recibirían apoyo de la autoridad reguladora si se definían por medio de la metodología de PSA.

El estudio de caso práctico se centra en aspectos en los que la autoridad reguladora consideró que la metodología de PSA se aplicaba de forma deficiente o incompleta, con objeto de ser de la máxima utilidad para los proveedores que comienzan a aplicar un PSA. No se debe considerar que las experiencias son representativas de las de todos los proveedores, ya que algunas empresas aplicaron la metodología de PSA correctamente desde el principio.

Durante los tres primeros años de la ejecución del PSA, la autoridad reguladora proporcionó orientación y asesoría sobre su desarrollo. Insistió en no especificar una metodología de PSA pormenorizada, para asegurarse de que las empresas elaboraban sus PSA de una forma coherente con la forma de operar de cada empresa, una consideración importante dada la diversidad de empresas de abastecimiento de agua contempladas en la reglamentación.

El monitoreo del cumplimiento se consideró inicialmente la etapa principal de verificación del PSA; sin embargo, desde comienzos de 2008 los componentes de determinación de los peligros y evaluación de riesgos de la metodología de PSA se incorporaron también a los requisitos de la reglamentación y los PSA se incluyeron en el programa de auditoría de la autoridad reguladora.

### **Población abastecida**

Los diferentes servicios de abastecimiento suministraban agua a poblaciones de 2.500 a 8,5 millones de consumidores.

### **Fuentes de agua**

Aproximadamente el 70% del agua procede de fuentes de aguas superficiales, y el 30% de aguas subterráneas. Veintiséis empresas de abastecimiento de agua suministraban 15.750 millones de litros al día de agua de red a una población de 53,6 millones de personas por medio de una red de distribución de 338.500 km. Había 4.520 embalses de servicio y 1.690 zonas de abastecimiento de agua.

### **Procesos de tratamiento**

El estudio de caso práctico abarcaba 1.220 instalaciones de tratamiento de agua, que aplican diversos procesos, desde el

proceso convencional de coagulación/floculación/sedimentación, filtración y cloración, hasta, cada vez más, técnicas como el uso de carbón activado granular (CAG), membranas, ozonización y luz UV, para controlar nuevos tipos de riesgos. Muchas fuentes de aguas subterráneas todavía se sometían únicamente a tratamiento de desinfección.

### **Puntos de consumo**

El agua se distribuye directamente al interior de los hogares por medio de instalaciones de fontanería internas conectadas al sistema de suministro de agua de las empresas con una presurización continua fiable. A pesar de ello, el almacenamiento particular de agua en depósitos conectados a la red es común en Inglaterra y Gales.

### **Normas sobre calidad del agua**

La reglamentación sobre la calidad del agua en Inglaterra y Gales era conforme con la directiva de la Unión Europea relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, que es, a su

vez, reflejo de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Los proveedores de agua estaban sujetos a la regulación estricta de las autoridades encargadas de la regulación financiera, de calidad del agua de consumo y medioambiental.

### **Calidad del suministro**

La calidad del agua tratada era, en su conjunto, muy buena, con una tasa de cumplimiento de las normas europeas y nacionales sobre calidad del agua de consumo del 99,9%.

### **Limitaciones de recursos**

El sector del agua de Inglaterra y Gales se privatizó en 1989, lo que ha generado mejoras en las inversiones por los proveedores de agua. Se trata de una industria técnicamente compleja y avanzada.

### **Estado de las infraestructuras**

Los sistemas descritos estaban en buen estado de mantenimiento, pero algunas zonas con tuberías antiguas siguen presentando índices problemáticos de fugas.



Módulo I

# Formación del equipo del PSA

Módulo I I

Módulo I 0

Módulo I 9

Módulo I 8

Módulo I 7

Módulo I 6

Módulo I 5

Módulo I 4

Módulo I 3

Módulo I 2

Módulo I 1

### **Introducción**

Establecer un equipo calificado y dedicado es un requisito para garantizar que se cuenta con los conocimientos técnicos necesarios para elaborar un plan de seguridad del agua (PSA). Esta etapa consiste en reunir a un equipo de personas del servicio de abastecimiento de agua, y también, en algunos casos, de un grupo más amplio de interesados, que tendrán la responsabilidad colectiva de comprender el sistema de suministro de agua y determinar qué peligros pueden afectar a la calidad y seguridad del agua a lo largo de la cadena de suministro. El equipo será responsable del desarrollo, ejecución y mantenimiento del PSA como parte fundamental de sus funciones cotidianas. Es fundamental que todos los involucrados apoyen la metodología de PSA y desempeñen una función activa en su desarrollo. Es importante que el equipo del PSA cuente con experiencia y conocimientos suficientes para comprender la extracción, tratamiento y distribución de agua y los peligros que pueden afectar a la seguridad del agua en todo el sistema de suministro, de la cuenca de captación al punto de consumo. Los servicios de abastecimiento de agua pequeños pueden recurrir, en caso necesario, a expertos externos. El equipo es vital para lograr que todas las personas relacionadas con la seguridad del agua, tanto del servicio de abastecimiento de agua como de fuera, comprendan y acepten la metodología de PSA. Por consiguiente, será probablemente mucho más eficaz un equipo incluyente que colabora con todos los involucrados, del servicio de abastecimiento de agua y de fuera, que un equipo excluyente que imponga al servicio de abastecimiento de agua su metodología de PSA. Una tarea vital que el equipo debe realizar tempranamente es determinar el modo en que se aplicará el PSA y la metodología que se utilizará, particularmente para evaluar el riesgo.

### **Medidas clave**

#### **Involucrar al personal directivo y conseguir los recursos y fondos necesarios**

Para que la aplicación del PSA tenga éxito, es importante que el personal directivo apoye el proceso. Este apoyo es crucial para transformar las prácticas de trabajo, garantizar la disponibilidad de recursos financieros suficientes y fomentar activamente la seguridad del agua como meta de la organización. Es preciso fundamentar claramente la importancia y las ventajas para la organización de la aplicación de un PSA.

#### **Determinar los conocimientos necesarios y el tamaño oportuno del equipo**

La participación en el equipo de personal responsable de las operaciones contribuirá al éxito del plan, ya que facilitará su ejecución y la identificación del personal con el mismo. No obstante, dependiendo del tamaño del servicio de abastecimiento de agua, la mayoría de los miembros del equipo no estarán dedicados al 100% a funciones relacionadas con el PSA, sino que continuarán también realizando sus cometidos habituales. Los miembros del equipo deben poseer, de forma colectiva, los conocimientos necesarios para determinar los peligros y comprender cómo pueden controlarse





los riesgos asociados. El equipo debe tener la autoridad precisa para solicitar las aprobaciones pertinentes para la ejecución de las medidas establecidas en el PSA y la autoridad para garantizar su ejecución.

### Nombrar a un jefe del equipo

Debe nombrarse un jefe del equipo que dirija el proyecto y garantice que se centra en los objetivos marcados. Esta persona debe tener la autoridad y las habilidades interpersonales y de organización para garantizar la ejecución del proyecto. Si no se cuenta con los expertos necesarios en el ámbito local, el jefe del equipo deberá explorar opciones de apoyo externo, que pueden comprender acuerdos de evaluación comparativa o asociación con otras organizaciones, programas de asistencia nacionales o internacionales, y recursos como Internet.

### Definir y anotar las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo

Es importante repartir las responsabilidades entre los miembros del equipo al comienzo del proceso y definir y anotar claramente sus funciones. Para equipos grandes, suele ser útil elaborar un cuadro que describa resumidamente las actividades relacionadas con el PSA e indique quien será responsable de su realización.

### Definir el plazo de desarrollo del PSA

El desarrollo inicial de un PSA requiere una inversión de tiempo considerable. Los PSA aumentarán la cantidad de tiempo que pasa el personal sobre el terreno inspeccionando el sistema, pero reducirán la dependencia en los resultados de los análisis rutinarios de laboratorio. La metodología de PSA permite a los operarios familiarizarse más eficazmente con su sistema, ya que pasan más tiempo determinando y controlando los riesgos, en lugar de simplemente analizándolos. Una vez que el PSA se ha implantado y la organización está familiarizada con el sistema, la inversión de tiempo disminuirá.

### Dificultades típicas

- encontrar personal calificado;
- organizar el trabajo del equipo del PSA de forma que se enmarque en la estructura organizativa y funciones existentes;
- reconocer a las partes externas involucradas y lograr su colaboración;
- mantener la unidad del equipo;
- lograr que el equipo se comunique eficazmente con el resto del servicio de abastecimiento de agua y con otros involucrados.



### Productos

Creación de un equipo experimentado y multidisciplinar que comprenda los componentes del sistema y que esté en buena posición para evaluar los riesgos que pudiera presentar cada componente del mismo. El equipo debe comprender las metas sanitarias y de otro tipo que deben alcanzarse; y debe tener los conocimientos necesarios para confirmar, tras una evaluación, si el sistema puede cumplir las normas sobre calidad del agua pertinentes.

**Ejemplo/instrumento 1.1: Relación de aspectos que deben tenerse en cuenta al seleccionar a los expertos que integrarán un equipo del PSA de gran tamaño**

- ✓ conocimientos técnicos y experiencia específica en el sistema operativo;
- ✓ capacidad y disponibilidad para realizar el desarrollo, ejecución y mantenimiento del PSA;
- ✓ autoridad en la organización a la que pertenece para informar a las autoridades de control pertinentes, como el Director/a de una organización, o los líderes de una comunidad;
- ✓ conocimiento de los sistemas de gestión, incluidos los procedimientos de emergencia;
- ✓ conocimiento de los procesos utilizados para obtener y comunicar los resultados del monitoreo y la presentación de informes;
- ✓ conocimiento de las metas relativas a la calidad del agua que deben alcanzarse;
- ✓ conocimiento de las necesidades de calidad del agua de los usuarios;
- ✓ conocimiento de los aspectos prácticos de la ejecución de los PSA en el contexto operativo pertinente;
- ✓ comprensión de los impactos ambientales de los controles de calidad del agua propuestos;
- ✓ familiaridad con los programas de formación y concienciación.

**Ejemplo/instrumento 1.2: Composición de un equipo del PSA (de Melbourne Water, una gran entidad de abastecimiento que suministra agua a 3,5 millones de personas por medio de diferentes empresas de distribución al consumidor)**

Cargo	Equipo de trabajo	Especialidad
Jefe del equipo/Ingeniero de rango superior	Planificación de la calidad del agua	Ingeniería de la calidad del agua
Operario de suministro de agua	Equipo de captación de agua	Operaciones: valle Upper Yarra, etc.
Responsable de servicios de apoyo al proceso	Operaciones: zona Norte	Especialista en tratamiento del agua
Operario de suministro de agua	Equipo de la zona de Westernport	Operaciones: distribución/tratamiento
Líder de sección de tratamiento del agua	Sistemas de tratamiento	Gestión de activos de la planta de tratamiento
Contratista de operaciones	Operaciones: zona Sur	Ingeniería del abastecimiento de agua
Operario de suministro de agua	Equipo del embalse Thomson	Operaciones: embalse Thomson
Ingeniero de proceso	Operaciones: zona Norte	Ingeniería del abastecimiento de agua
Operario de suministro de agua	Equipo del embalse Silvan	Operaciones de la planta de tratamiento
Operario de suministro de agua	Equipo del embalse Maroondah-Winneke	Embalse Sugarloaf, planta de tratamiento Winneke y zona del embalse Maroondah
Director científico	Planificación de la calidad del agua	Microbiología
Líder de sección: cabecera	Operaciones	Operaciones de captación
Científico de empresa de distribución de agua	Empresa de distribución de agua	Químico especialista en calidad del agua
Ingeniero de empresa de distribución de agua	Empresa de distribución de agua	Ingeniería de la calidad del agua (distribución)
Director de ingeniería de empresa de distribución de agua	Empresa de distribución de agua	Planificación de la calidad del agua

### Ejemplo/instrumento 1.3: Diferentes planteamientos de formación de equipos del PSA en sistemas de tamaños diferentes

Cuando el organismo de suministro de agua es muy grande, o cuando es responsable de varios sistemas, puede ser necesario que cuente con varios equipos de trabajo del PSA, que rinden cuentas a un equipo central. La utilidad de este tipo de planteamiento debe evaluarse al comienzo del proceso, pero puede incluir: un equipo central; equipos de trabajo subordinados que trabajan en aspectos particulares del PSA (por ejemplo, en aspectos relativos a la captación, la fuente de agua, el tratamiento o el sistema de distribución); y revisores y miembros del equipo externos, que pueden ser representantes de organismos de la administración pública o expertos independientes. Es fundamental que todos los equipos utilicen la misma metodología, sobre todo para la evaluación de riesgos, y que estén informados de las actividades de los demás equipos.

Muchos servicios de abastecimiento pequeños no cuentan con expertos internos en calidad del agua. No obstante, estos servicios deben incluir en el equipo al menos a los operarios y administradores, y traer expertos en salud y calidad del agua de fuentes externas, como organismos especializados en salud, en ingeniería y saneamiento o en recursos naturales, o bien consultores.

En los ejemplos/instrumentos 1.4, 1.5 y 1.6 se ofrecen ejemplos de formularios que pueden utilizarse para anotar información fundamental durante la formación del equipo del PSA y el comienzo de las etapas iniciales del PSA.

### Ejemplo/instrumento 1.4: Formulario de información sobre miembros del equipo del PSA

La metodología de PSA de un servicio de abastecimiento de agua debe incluir la documentación de la información de contacto de los miembros del equipo del PSA y de los equipos subordinados, en su caso. Esta información debe mantenerse actualizada, ya que las personas y su información de contacto pueden cambiar.

Nombre	Entidad	Cargo	Función en el equipo	Información de contacto
Sam Kariuke	Blue Water Supply	Operario de suministro de agua	Oficial de enlace de la cuenca de captación	234-5678 kariuke@bluewater.com
Etcétera ↴				

**Ejemplo/instrumento 1.5: Formulario de planificación de recursos para un PSA (ejemplo correspondiente a un servicio de abastecimiento de agua de gran tamaño o capacidad)**

Si bien puede ser necesario recurrir a la contratación externa de parte del trabajo cuando la disponibilidad de expertos internos es limitada, debe reducirse al mínimo, ya que de lo contrario se impedirá el desarrollo de conocimientos internos.

Actividad	Presupuesto de la actividad	Labores realizadas internamente	Labores contratadas externamente	Previsión de necesidades de personal
Formación del equipo del PSA	5000 dólares de EE.UU.	Gestión y entrega de proyectos	Facilitación y examen	1,5 equivalentes de tiempo completo (ETC) durante el desarrollo y la ejecución 0,5 ETC para el mantenimiento continuo
Equipo(s) de trabajo del PSA	30.000 dólares de EE.UU. cada uno	Gestión de proyectos Relación con partes involucradas Integración con sistemas existentes	Apoyo técnico Compilación de datos Análisis y presentación de los datos	3 ETC durante el desarrollo y la ejecución 1 ETC para el mantenimiento continuo
Etcétera ↴				

**Ejemplo/instrumento 1.6: Formulario de información sobre partes involucradas de un PSA**

Nombre de la entidad involucrada	Relación con el abastecimiento de agua de consumo	Aspecto clave	Persona de contacto en el equipo del PSA	Persona de contacto en la entidad involucrada	Mecanismo de interacción	Referencia a información de contacto y el historial de relaciones
Organismo de protección del medio ambiente (Environment Protection Authority, EPA)	Reglamentación de las actividades de grandes industrias contaminantes	Afecta a la protección de la cuenca de captación	Responsable de relaciones con autoridades reguladoras	Director regional	Reunión anual	Expediente del EPA
Organización de producción agropecuaria que tiene tierras adyacentes a la cuenca de captación	Cría de ganado y uso de productos químicos agrícolas	Reduce al mínimo la introducción de peligros microbiológicos y químicos a la cuenca de captación	Responsable de relaciones con autoridades de protección de la cuenca de captación	Director de operaciones	Reuniones oficiosas y programadas	Expediente de entidades involucradas de la cuenca de captación
Fábrica de sustancias químicas	Descargas de fuentes localizadas a la cuenca de captación	Cumple las normas sobre efluentes industriales	Responsable de relaciones con autoridades reguladoras	Director de fábrica	Reunión anual	Expediente de entidades involucradas de la cuenca de captación
Etcétera ↴						

**Ejemplo/instrumento 1.7: Comprensión del compromiso que conlleva el PSA**

Un PSA implica una responsabilidad considerable compartida por todos los empleados relevantes de un organismo de suministro de agua. En su desarrollo y ejecución se invierte mucho tiempo y recursos considerables. Su ejecución exige el compromiso de todos los niveles de la organización. Para mantener el PSA, el personal directivo debe impulsar permanentemente una cultura de cumplimiento de los requisitos del PSA. Puede llevar varios años comprobar todas las ventajas de la ejecución de un PSA, pero la experiencia ha demostrado que los recursos invertidos y el compromiso adquirido se ven recompensados, ya que el PSA mejora la eficiencia y ayuda a comprender mejor el sistema de suministro de agua, además de producir agua de una calidad sistemáticamente conforme con las metas de protección de la salud.

### **Estudio de caso práctico 1: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno 1.1: Funciones del equipo del PSA**

Habitualmente, el equipo del PSA lo formaba y dirigía un coordinador del servicio de abastecimiento con dedicación plena. Por lo general, era una persona con estudios superiores de ingeniería o un científico con algunos o muchos años de experiencia en la gestión de la calidad del agua. El cargo de coordinador solía denominarse “Director de calidad del agua”, o “Coordinador de calidad del agua”, o más recientemente, se ha utilizado el título “Coordinador de la calidad de los productos” para reflejar la ampliación de sus funciones al agua reciclada. Los equipos de coordinación del PSA solían ser pequeños, compuestos únicamente por el coordinador, o el coordinador y uno o unos pocos miembros de apoyo, y se dedicaban casi exclusivamente a elaborar y mantener el PSA. El equipo completo se extendía a una docena o más de personas, entre las que solía haber personal de operaciones, de mantenimiento sobre el terreno y de planificación del abastecimiento de agua, cuya colaboración en el trabajo del equipo del PSA era una parte pequeña de sus cometidos generales.

#### **Experiencia sobre el terreno 1.2: Partes externas**

Una o más entidades involucradas contribuían habitualmente a la labor del PSA. En la mayoría de los casos, la autoridad de salud que regulaba el servicio de abastecimiento participaba en talleres sobre evaluación de riesgos y examinaba el plan. Con frecuencia, participaban en el plan la administración pública local y organismos de ordenación de la cuenca de captación. Participaban con frecuencia en el desarrollo de los PSA proveedores mayoristas de agua, o servicios de distribución de agua al consumidor; representados por sus clientes minoristas o proveedores mayoristas, respectivamente. También solían participar en el desarrollo del PSA del servicio de abastecimiento contratistas, por ejemplo de instalaciones de tratamiento u operaciones. No obstante, la participación de estos contratistas y partes externas involucradas se limitaba habitualmente al examen del PSA y la participación en talleres. En ocasiones se contrataba a facilitadores

profesionales para contribuir al desarrollo de los planes actuando como consejeros o mentores y proporcionando asesoría técnica al coordinador del PSA, y asistencia general para la realización de talleres y para completar la documentación.

### **Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)**

#### **Experiencia sobre el terreno 1.1: Funciones del equipo del PSA**

Un grupo pequeño “iniciador” compuesto por expertos externos y un alto responsable del servicio de abastecimiento debatieron los objetivos y la composición del equipo del PSA y acordaron que debía cumplir dos funciones clave. La primera era reunir, para elaborar el PSA, a personas con conocimientos relativos al abastecimiento de agua (por ejemplo, sobre su extracción, tratamiento y distribución), la salud y el medio ambiente. Así, se formó un grupo de trabajo multidisciplinar para realizar esta función sobre el terreno. La segunda función del equipo era proporcionar el apoyo político y la autoridad necesarios para permitir la ejecución de las recomendaciones derivadas del PSA. Para ello, se formó un comité director, compuesto por altos responsables del servicio de abastecimiento de agua, del Ministerio de Salud, y de los organismos regionales de protección del medio ambiente, para supervisar y prestar apoyo a las actividades del grupo de trabajo. Según se comprobó, la participación de altos responsables desde el comienzo del proyecto fue fundamental para generar apoyo para realizar tareas que requerían autoridad administrativa o política, como el establecimiento de normas sobre calidad del agua, la introducción de requisitos reglamentarios, y la dedicación de recursos financieros o de personal.

#### **Experiencia sobre el terreno 1.2: Nombramiento de un redactor y coordinador del PSA**

Si bien lo idóneo es que la función de coordinador del PSA sea desempeñada por un empleado de la entidad de abastecimiento de

agua, la entidad no pudo comprometer a ningún empleado a tiempo completo a esta ardua labor debido a la escasez de recursos. Por consiguiente, el equipo del PSA decidió contratar a un consultor para desempeñar la labor de coordinador del PSA, que consistía en planificar y facilitar las reuniones del grupo de trabajo, coordinar a sus miembros y a los del comité director, detectar lagunas de información, proporcionar conocimientos técnicos en evaluación de la calidad del agua, y redactar el documento del PSA. Pronto surgieron algunos problemas, como las reservas de la entidad de abastecimiento para compartir información potencialmente sensible sobre sus operaciones, preocupaciones por conflictos de intereses en un país pequeño en el que hay un solapamiento considerable de los ámbitos profesionales, y una reducción de la sensación de inversión y participación de la entidad de abastecimiento de agua en el PSA. También hubo conflictos de personalidad que contribuyeron a generar una dinámica de equipo ineficaz y que obstaculizaron considerablemente los avances. En último término, se contrató a un segundo consultor para sustituir al primero y una gerente senior de la empresa de agua asumió la tarea adicional de elaborar el PSA. Para ampliar las funciones de la gerente de la empresa de agua, fue preciso liberarla de algunas otras tareas durante el tiempo que duró el proceso de desarrollo del PSA, pero esto resultó ser fundamental para aumentar la colaboración entre organismos e impulsar el proyecto. La segunda solución tuvo éxito y puso de manifiesto la importancia de considerar detenidamente el nombramiento de un coordinador del PSA para evitar conflictos de interés y garantizar la cohesión del equipo.

### Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)

#### Experiencia sobre el terreno 1.1: Obtención del compromiso de adoptar la metodología de PSA

No todo el sector estuvo inicialmente entusiasmado por la metodología de PSA, y en algunas empresas hubo escepticismo acerca del valor adicional que aportaba a una industria avanzada y

con buen rendimiento. No obstante, otras empresas percibieron inmediatamente la metodología como una extensión de las prácticas de evaluación y gestión de riesgos que ya estaban realizando.

Algunas empresas ponían reparos al uso del término “seguridad” de la expresión “plan de seguridad del agua”, porque pensaban que los consumidores podrían percibir que el agua podía no ser segura. Por ello, estas empresas preferían utilizar, en lugar de la expresión “plan de seguridad del agua”, otras similares, como “plan de gestión de los riesgos”, que las autoridad reguladora consideró pertinentes, siempre que su contenido fuera equivalente al de un PSA.

La elaboración de un documento sucinto que explique la metodología de PSA, el modo en que se aplicaría y los logros previstos se consideraba un punto de partida necesario para obtener la aprobación del consejo de administración y la dirección de la empresa, requisitos fundamentales para que el proyecto tenga éxito. Una experiencia común a todas las empresas de abastecimiento de agua era la considerable subestimación del tiempo que se necesita para aplicar un PSA.

La conservación de los PSA en papel restringía el acceso a los mismos en la empresa y, por lo tanto, no fomentaba la identificación del personal con ellos. En empresas de abastecimiento de agua grandes producía resultados mucho mejores facilitar el acceso de todo el personal a los documentos publicados en formato electrónico en una intranet. Estos documentos electrónicos contenían habitualmente los componentes básicos del PSA de cada sistema de suministro de agua presentados de la forma convencional, e incluían vínculos a todos los procedimientos asociados y a otros documentos. Los mejores planes enmarcaban todo como parte de los PSA. Las cuestiones de sensibilidad y seguridad de la información se solucionaron estableciendo limitaciones de acceso.

#### Experiencia sobre el terreno 1.2: Ampliación del equipo del PSA

En la mayoría de las empresas, los equipos, formados inicialmente por un grupo básico inicial reducido, se ampliaron a medida que se comprendía plenamente el alcance de la metodología de PSA. En

empresas muy grandes que abarcaban una zona geográfica amplia, se establecieron equipos subordinados que rendían cuentas a un equipo central. Mediante este sistema, se lograba la participación de toda la empresa.

No se han incluido aún generalmente representantes de partes externas involucradas entre los miembros del equipo del PSA, probablemente por la reticencia comprensible a facilitar demasiado el acceso a terceros de información sensible.

**Experiencia sobre el terreno 1.3: Aportación de perspectivas novedosas a los miembros del equipo del PSA**

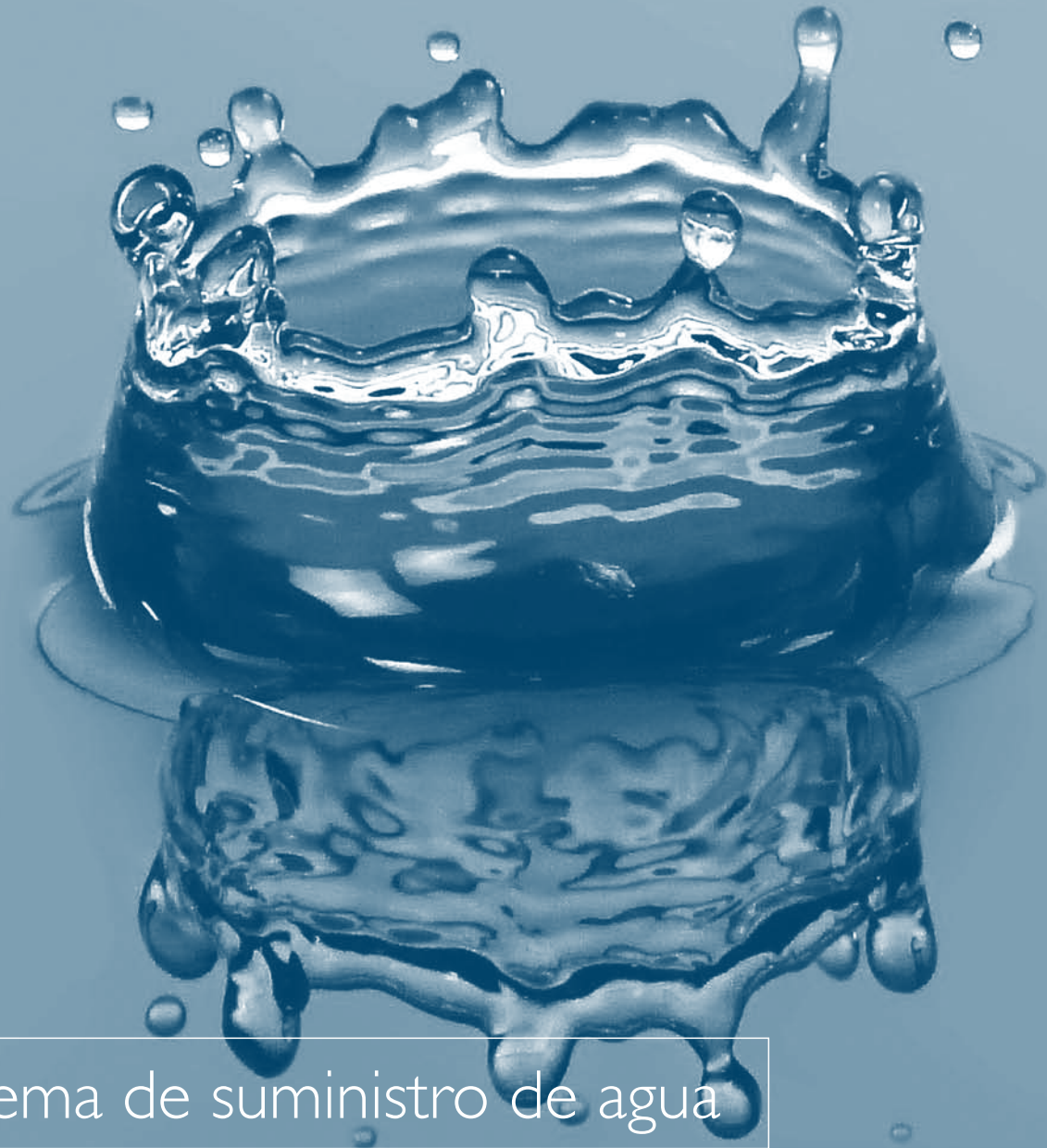
En algunas empresas, en una fase temprana del proceso de desarrollo del PSA, se otorgaba la responsabilidad de dicho desarrollo únicamente

al director de calidad del agua o cargo equivalente. Por consiguiente, la única persona que evaluaba el sistema de suministro de agua era alguien que se consideraba ya plenamente familiarizado con el mismo y conocedor de todos sus peligros, riesgos y puntos débiles, de modo que se perdía la frescura de la metodología de PSA. Estas personas también tendían a limitar su perspectiva a los peligros relacionados con los parámetros de cumplimiento obligatorio (aunque este problema no se limitaba a las personas), ya que este era su ámbito principal de experiencia, lo que implicaba que se sacrificaba desde el principio el punto de vista amplio de la metodología de PSA.



Módulo 2

# Descripción del sistema de suministro de agua



### **Introducción**

La primera tarea del equipo del PSA es describir completamente el sistema de suministro de agua. Si el servicio de abastecimiento no dispone ya de documentación sobre el sistema de suministro de agua, es fundamental documentarlo sobre el terreno. El objetivo es garantizar la exactitud de la documentación subsiguiente sobre la naturaleza de la calidad del agua cruda (o "bruta": agua sin tratar), semitratada y tratada, y del sistema utilizado para producir agua de dicha calidad, para permitir la evaluación y gestión adecuadas de los riesgos. Si bien se acepta que puede aplicarse en cierta medida un planteamiento genérico para instalaciones muy similares, o para sistemas de abastecimiento de agua diferentes que mantienen el mismo tipo de vínculos con organismos externos, cada sistema de abastecimiento debe evaluarse detalladamente de forma independiente. Se deben recopilar datos específicos sobre ese sistema, y todos los demás pasos del desarrollo de un PSA deben ser exclusivos para ese sistema de abastecimiento particular. Muchos servicios de abastecimiento tendrán ya amplia experiencia sobre su sistema de suministro de agua y contarán con documentación relevante. En este caso, el PSA requerirá simplemente el examen sistemático de tal documentación para asegurarse de que está actualizada y completa, y comprobar su exactitud mediante una visita a las instalaciones.

### **Medidas clave**

La descripción detallada del sistema de suministro de agua es necesaria para el proceso de evaluación de riesgos subsiguiente. Deberá proporcionar información suficiente para determinar qué puntos del sistema son vulnerables a eventos peligrosos, los tipos de peligros relevantes, y las medidas de control. En la descripción debe incluirse la información siguiente, pero no se trata de una relación exhaustiva, ni todos los apartados son pertinentes para todos los sistemas de suministro de agua:

- normas sobre calidad del agua pertinentes;
- la fuente o fuentes del agua, incluidos los procesos de escorrentía y/o recarga, así como, en su caso, otras fuentes que puedan usarse en caso de incidente;
- cambios conocidos o sospechados de la calidad del agua de la fuente o fuentes relacionados con fenómenos climatológicos u otras circunstancias;
- pormenores sobre el uso de las tierras en la cuenca de captación;
- el lugar de extracción de agua;
- información sobre el almacenamiento de agua;
- información sobre el tratamiento del agua, incluidos los procesos a los que se somete y las sustancias químicas o materiales que se añaden;
- pormenores sobre la distribución del agua, incluidos los relativos a la red de distribución, el almacenamiento y el transporte en camiones cisterna;
- descripción de los materiales en contacto con el agua;
- determinación de los usuarios y los usos del agua;
- disponibilidad de personal capacitado;
- descripción de la calidad de la documentación de los procedimientos.

Debe elaborarse un diagrama de flujo que ilustre todos los componentes del sistema de suministro de agua con un nivel de detalle suficiente. Antes de utilizarse en el proceso de evaluación de riesgos, el diagrama de flujo debe validarse mediante comprobación sobre el terreno. Debe incluir referencias a otros documentos que contengan información geográfica, por ejemplo mapas con indicación de lindes de parcelas, así como información sobre posibles fuentes de riesgo, como plantas de tratamiento de aguas residuales, fosas sépticas, industrias y otras. Debe consultarse un mapa de las zonas de abastecimiento. Deben conservarse, como parte del PSA, copias fechadas y con referencias del diagrama de flujo validado. No todos los pasos del proceso son responsabilidad del organismo de abastecimiento de agua. No obstante, es importante anotar quiénes son los responsables primarios, ya que esta información afectará a la elección de medidas de control y a su eficacia. En sistemas sencillos, para indicar el sentido del flujo del agua a través del sistema basta con mostrar el orden de las diferentes etapas, pero en sistemas más complejos puede ser necesario indicar el sentido del flujo del agua mediante flechas.

### Dificultades típicas

- carencia de mapas que muestren información fidedigna sobre los sistemas de distribución;
- falta de información sobre la ordenación y usos de las tierras en las cuencas de captación;
- falta de información sobre industrias y riesgos;
- encontrar a todos los organismos de la administración pública y locales que puedan poseer información o desempeñar una función en el proceso;
- limitaciones de tiempo del personal para trabajar sobre el terreno;
- procedimientos y documentación obsoletos.



### Productos

1. Una descripción detallada y actualizada del sistema de suministro de agua, incluido un diagrama de flujo
2. Información sobre la calidad del agua que proporciona actualmente el servicio de abastecimiento de agua
3. Determinación de los usuarios y los usos del agua

**Ejemplo/instrumento 2.1: Consideración de la organización básica del sistema de suministro de agua objeto de evaluación**

La descripción debe abarcar el sistema completo, desde la fuente hasta el punto de suministro final. El personal debe estar preparado para dedicar bastante tiempo a esta labor. Por ejemplo, en la evaluación sobre el terreno de un gran sistema de distribución de agua de más de 800 km de tuberías en Kampala (Uganda) se emplearon 40 personas-día, mientras que la evaluación de una red más pequeña, de 600 km, llevó 15 días.

**Ejemplo/instrumento 2.2: Componentes básicos de la descripción del sistema de suministro de agua**



El sistema de suministro puede presentar varios tipos de estructuras adicionales; por ejemplo, una instalación de tratamiento puede alimentarse de más de una cuenca de captación; una zona de distribución puede recibir agua de más de una instalación de tratamiento; la red de distribución puede subdividirse en conducción principal, embalse de servicio y red de distribución; y los consumidores industriales pueden considerarse de forma independiente de los domésticos. El sistema básico debe documentar todos los insumos y productos, incluso si no están todo el tiempo operativos.

**Ejemplo/instrumento 2.3: Elaboración correcta del diagrama de flujo de un sistema de suministro de agua**

Un diagrama de flujo exacto del sistema de suministro de agua, desde la cuenca de captación hasta el lugar de consumo, facilita mucho la determinación de los peligros, riesgos y controles existentes. Ayudará a determinar el modo en que los riesgos pueden afectar a los consumidores y el punto en el que se controlan o podrían controlarse. Es fundamental cotejar el diagrama de flujo sobre el terreno para comprobar su exactitud, y conviene tener en cuenta los conocimientos locales. Para mayor sencillez y coherencia, pueden utilizarse los símbolos normalizados de diagramas de flujo usados en ingeniería (véase el ejemplo/instrumento 2.5). En sistemas grandes, puede ser útil dividir el diagrama de flujo en secciones discretas correspondientes a cada uno, o algunos, de los componentes básicos (captación, tratamiento, distribución y consumidor). Pueden, por ejemplo, elaborarse diagramas de flujo discretos para diversas fuentes de captación, para diferentes corrientes de tratamiento y embalses de servicio, y para las conducciones principales y las secundarias de la red de distribución.

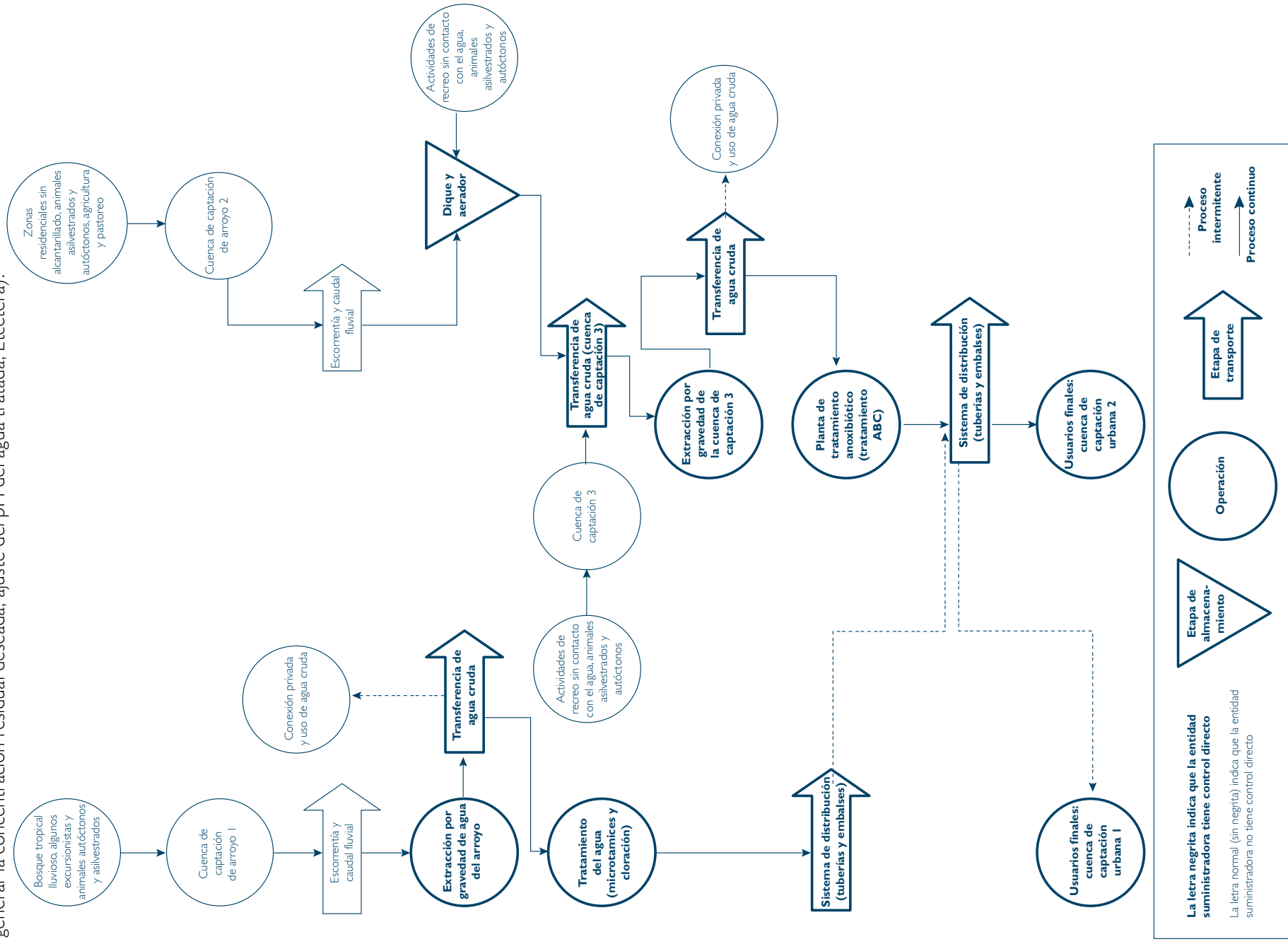
**Ejemplo/instrumento 2.4: Usos y usuarios contemplados del agua**

Los usos apropiados pueden estar especificados en reglamentos. Por ejemplo, la directiva europea relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano las define como aguas para beber, cocinar, preparar alimentos y para la fabricación de alimentos.

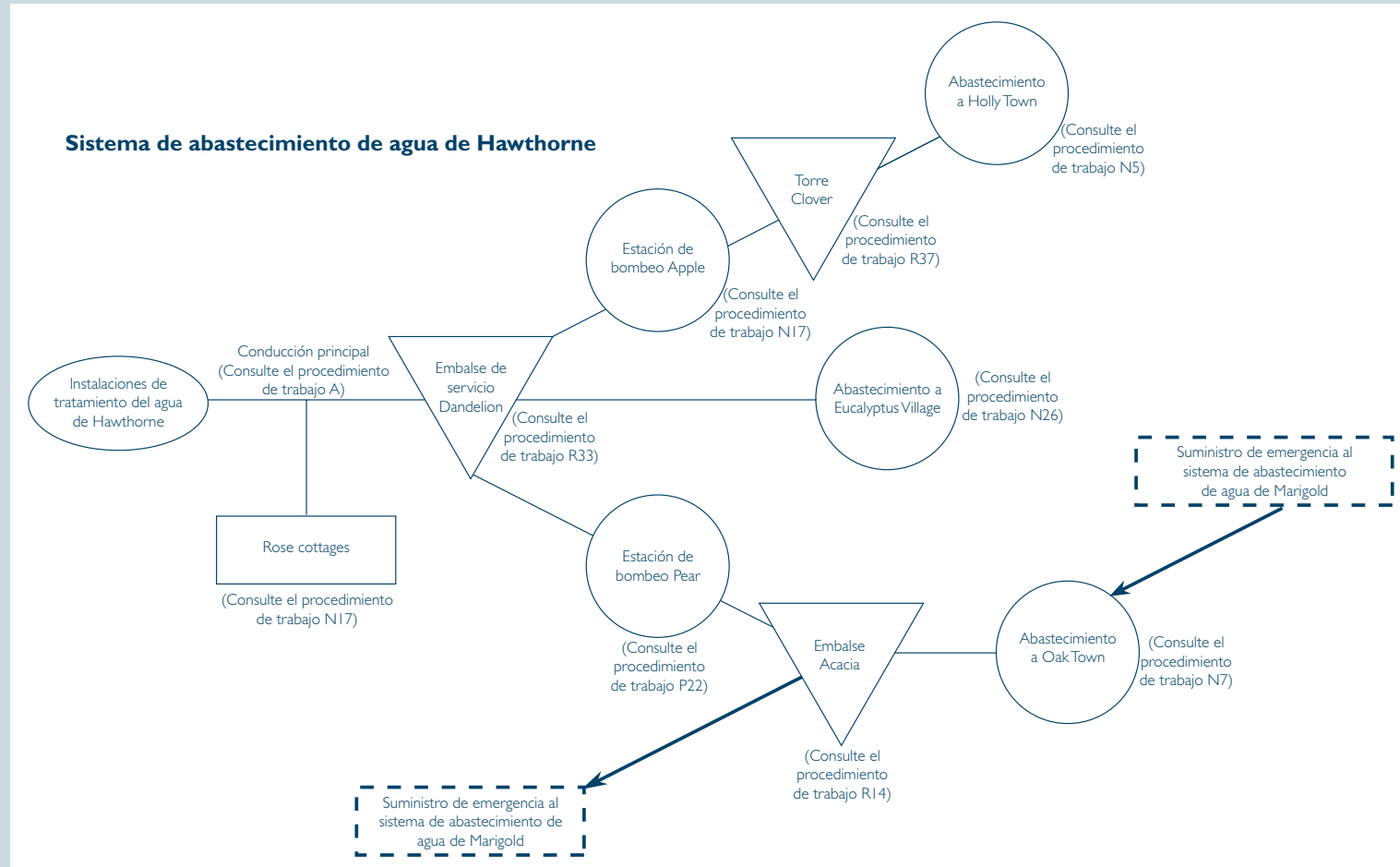
Uso contemplado	Usuarios contemplados
El agua suministrada se destina al consumo general, la higiene personal y el lavado de ropa. Pueden elaborarse productos alimenticios con el agua.	El agua se suministra a la población general. No se incluye entre los consumidores contemplados a las personas con inmunodeficiencia significativa ni a las industrias con necesidades especiales de calidad del agua. Se recomienda a estos consumidores que sometan el agua a tratamiento adicional en el lugar de consumo.

### Ejemplo/instrumento 2.5: Diagrama de flujo del proceso del sistema comprobado

Obsérvese que se elaboraría un diagrama de flujo independiente para la planta de tratamiento del agua en el que se mostrarían las diferentes etapas del tratamiento (por ejemplo, la coagulación, la floculación, la sedimentación, la filtración, el almacenamiento de agua tratada, y los puntos de adición de sustancias químicas, como alumbre y ajustadores del pH, posibles oxidantes añadidos inicialmente, cloro para la desinfección primaria y, en caso necesario, cloro adicional para generar la concentración residual deseada, ajuste del pH del agua tratada, Etcétera).



**Ejemplo/instrumento 2.6: Diagrama básico de sistema de distribución con referencias a procedimientos y diagramas más detallados en los casos pertinentes**



### Estudio de caso práctico 1: Australia

#### Experiencia sobre el terreno 2.1: El diagrama de flujo

La mayoría de los servicios de abastecimiento de agua ya contaban con diagramas del sistema detallados, con datos obtenidos mediante un sistema de información geográfica (SIG) sobre la ubicación y extensión de las cuencas de captación, las instalaciones y la red de distribución. La mayoría disponían también de diagramas de flujo de los procesos y de los sistemas hidráulicos de sus instalaciones. No obstante, pocos contaban con el tipo de diagrama de flujo teórico que suele utilizarse para los PSA. Por consiguiente, la mayoría de los servicios de abastecimiento de agua elaboraron uno o más diagramas de flujo adicionales para el desarrollo de sus PSA. La mayoría elaboraron un diagrama de flujo global y muchos elaboraron además diagramas de flujo específicos para cada planta de tratamiento y para cada sistema de suministro de agua independiente. Los diagramas de flujo fueron elaborados, por lo general, usando programas informáticos genéricos comunes, pero en muchos casos se utilizaron también programas informáticos especializados.

#### Experiencia sobre el terreno 2.2: Descripción de la calidad actual del agua

La mayoría de los servicios de abastecimiento de agua analizaron los datos sobre calidad del agua durante la fase de evaluación de riesgos del desarrollo de su PSA. Habitualmente, se elaboraban con estos datos diagramas gráficos que mostraban series temporales de resultados obtenidos en diversas fechas y, por lo general, los valores de referencia. Habitualmente se elaboraban cuadros con información resumida sobre las estadísticas de calidad del agua, y se comparaban con los valores de referencia. Estos datos permitieron informar al servicio de abastecimiento sobre qué peligros pudieran producirse a niveles preocupantes. Normalmente, no fue necesario realizar análisis adicionales ni especiales de la calidad del agua para completar el PSA, aunque la toma de muestras para investigación se señaló a menudo como futura medida de mejora.

#### Experiencia sobre el terreno 2.3: Descripción del sistema

Las descripciones del sistema fueron generalmente breves y resumidas. En el PSA se incluyó únicamente información resumida y se hizo referencia a descripciones pormenorizadas del sistema, como informes utilizados para el diseño y la operación, que contenían información completa. Por consiguiente, las descripciones del sistema del PSA eran generalmente bastante breves y se dirigían a los interesados claves: los miembros del equipo del PSA.

### Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)

#### Experiencia sobre el terreno 2.1: El diagrama de flujo

El equipo del PSA consideró el diagrama de flujo como un instrumento útil para describir el sistema e hizo referencia al mismo con frecuencia a lo largo del proceso de desarrollo del PSA. En lugar de utilizar los símbolos de diagrama de flujo de ingeniería normalizados, el equipo decidió utilizar otro tipo de esquema que representaba el sistema de suministro de agua de forma intuitiva, ya que consideró que era más fácil de interpretar y usar. El esquema mostraba todas las fuentes de agua, superficiales y subterráneas, y una descripción detallada de los procesos de tratamiento, incluidos los de coagulación, floculación, sedimentación, filtración, almacenamiento de agua tratada y todos los lugares de adición de sustancias químicas, así como flechas indicativas del sentido del flujo y el diámetro de las tuberías en el sistema de distribución. Este grado de detalle convertía al diagrama en un instrumento útil para facilitar la comprensión del sistema objeto de evaluación y el debate sobre el mismo. También resultaron útiles como guías visuales otros mapas de la cuenca hidrográfica y la red de distribución.

#### Experiencia sobre el terreno 2.2: Descripción de la calidad actual del agua

Un componente clave de la descripción del sistema es una evaluación de la calidad actual del agua tratada y distribuida. Los análisis de la

calidad del agua y un examen de los datos de monitoreo obtenidos por el servicio de abastecimiento de agua y el Ministerio de Salud mostraron que el agua tratada incumplía sistemáticamente las normas sobre calidad del agua, revelando discrepancias entre la calidad del agua percibida y la real. Era particularmente importante tener en cuenta estas discrepancias al evaluar la eficacia de las medidas de control existentes y en la evaluación de los riesgos asociados a los peligros determinados (módulo 4). Por ejemplo, si no se hubiera refutado mediante una evaluación actual de la calidad del agua la creencia de que la cloración en la planta de tratamiento del agua era suficiente para mantener la calidad del agua en toda la red de distribución, no se hubiera señalado el aumento de la dosis de cloro como medida correctora crítica para impedir la contaminación microbiológica. Dado que las etapas posteriores del PSA se basan en y utilizan información obtenida en la descripción del sistema, era importante que esta descripción reflejara de forma exacta las condiciones actuales.

### **Experiencia sobre el terreno 2.3: Realización de una encuesta de hogares**

La existencia de problemas de suministro intermitente e incertidumbre sobre la calidad del agua impulsó a muchos residentes de comunidades a almacenar agua o a tratarla en el hogar. Para comprender mejor la consecuencia de este tipo de prácticas en el punto de consumo, se realizó una encuesta sobre el uso del agua y la salud en los hogares en la que se incluyeron preguntas acerca de las fuentes de agua de los hogares, las prácticas de almacenamiento y tratamiento en los hogares, las percepciones de los consumidores, su satisfacción y sus preocupaciones en materia de salud. Se analizó el contenido residual de cloro de muestras de agua de los grifos de los hogares y en algunas muestras se analizó también la presencia de contaminantes microbianos. La encuesta de hogares determinó que el almacenamiento de agua en depósitos y envases de agua domésticos estaba asociado con una mayor contaminación; detectó las zonas en las que no había servicio o era irregular; comprobó que en la mayoría de los casos el agua de los grifos no contenía cloro; y reveló

que las principales preocupaciones de la población eran los efectos del agua sobre la salud y su costo. Estos resultados sirvieron para informar al servicio de abastecimiento de agua sobre la experiencia y las prioridades de los consumidores e informó al Ministerio de Salud sobre sus preocupaciones por la salud y la necesidad de educar a la población.

### **Experiencia sobre el terreno 2.4: Selección de normas reglamentarias adecuadas**

Para determinar si se cumplían las normas reglamentarias relativas a las sustancias químicas y la desinfección, era necesario que todos los organismos que participan en el monitoreo acordasen con anterioridad las normas que debían analizarse. Cuando comenzó el proceso de desarrollo del PSA, las concentraciones meta de algunas sustancias químicas se fijaron en valores tan bajos que no cabía esperar que pudieran alcanzarse, ni siquiera en sistemas que funcionaran de forma óptima. Diferentes organismos utilizaban normas diferentes, ya sea basadas en criterios medioambientales, como las normas de la EPA (Agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos), nacionales o de la Unión Europea, o normas de la OMS basadas en la protección de la salud. Los organismos representados en el equipo del PSA acordaron adoptar un conjunto coherente de criterios que garantizaran la inocuidad del agua de consumo y que fueran además alcanzables teniendo en cuenta las capacidades de los sistemas. Con respecto a la turbidez, el equipo determinó que hasta que no se realizaran mejoras considerables en el sistema, no se podía esperar que el objetivo indicado se alcanzara siempre. En lugar de mantener una situación permanente de incumplimiento, se aplicó un planteamiento de mejora gradual, para lo que se fijaron objetivos intermedios, contándose con la modificación de los objetivos en revisiones futuras del PSA conforme se realizaban las mejoras. Este método gradual para alcanzar los niveles de turbidez meta era una forma realista y previsoramente de enfrentarse a determinadas limitaciones del sistema y constituyó un plan a largo plazo para alcanzar el cumplimiento con respecto a este parámetro.



### Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)

#### Experiencia sobre el terreno 2.1: Comprobación sobre el terreno de las descripciones de sistemas

Las instalaciones de tratamiento y los sistemas de distribución del agua estaban ya bastante bien documentados mediante diagramas de flujo y de ingeniería. Se disponía ya de información abundante sobre las cuencas de captación, de las propias investigaciones de las empresas, y sobre los requisitos reglamentarios relativos a plaguicidas, nitrato y *Cryptosporidium*. El principal reto fue el tiempo y la carga de trabajo necesarios para llevar al terreno los diagramas de sistemas existentes, que habían sido examinados en la oficina central, para comprobar su exactitud y recibir observaciones de los técnicos y operarios de

las cuencas de captación y las instalaciones. Esta labor dio frutos, ya que el examen reveló a menudo errores pequeños o información no disponible previamente en la oficina central.

#### Experiencia sobre el terreno 2.2: Incorporación al PSA de los datos existentes sobre el sistema de abastecimiento de agua

Las empresas disponen, por lo general, de información de muy buena calidad sobre sus sistemas de distribución y cuentan con avanzados sistemas de información geográfica y registros sobre grandes industrias usuarias y sobre usuarios sensibles como hospitales y colegios. Estos sistemas y datos, si bien ya estaban disponibles, no siempre se incluían inmediatamente en el desarrollo de los PSA.



# Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos



### **Introducción**

En la práctica, este módulo se realiza al mismo tiempo que los módulos 4 (Determinación y validación de medidas de control, y nueva evaluación y clasificación de los riesgos) y 5 (Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización). Por motivos de claridad, los diferentes módulos se presentan como etapas independientes, dado que comprenden varias actividades. En esencia, estas etapas constituyen la evaluación del sistema, que señala los posibles peligros y eventos peligrosos en cada parte de la cadena de suministro de agua, el nivel de riesgo que presenta cada peligro y evento peligroso, las medidas pertinentes para controlar los riesgos señalados, y la confirmación de que se cumplen las normas y metas.

En el módulo 3, primera etapa de este proceso, se debe:

- determinar todos los posibles peligros de tipo biológico, físico y químico asociados con cada etapa del sistema de abastecimiento de agua de consumo que pueden afectar a la seguridad del agua;
- determinar todos los peligros y eventos peligrosos que pueden contaminar el agua, comprometer su seguridad o interrumpir el abastecimiento;
- evaluar los riesgos señalados en cada punto del diagrama de flujo elaborado previamente.

### **Medidas clave**

#### **Determinar los peligros y eventos peligrosos**

El equipo del PSA deberá determinar, para cada etapa del diagrama de flujo del proceso validado, qué podría fallar en ese punto del sistema de suministro de agua; es decir, qué peligros o eventos peligrosos podrían producirse. La determinación de los peligros se realiza mediante visitas sobre el terreno además de mediante análisis de la documentación. La inspección visual de aspectos como la zona adyacente a los puntos de extracción y los componentes del tratamiento puede revelar peligros que no se habrían detectado únicamente mediante análisis de la documentación. La determinación de los peligros también exige la evaluación de acontecimientos e información del pasado, así como de pronósticos basados en la información y conocimientos del servicio de abastecimiento de agua sobre aspectos particulares de los sistemas de tratamiento y suministro. El equipo debería considerar factores que podrían ser fuente de riesgos que no son claramente evidentes, como

la ubicación de una instalación de tratamiento de agua en una llanura aluvial (aunque no hubiera constancia de inundaciones anteriores) o la edad de las tuberías de un sistema de distribución (los sistemas con tuberías viejas pueden ser más propensos a sufrir fluctuaciones de la presión). Para reconocer “factores de influencia” como estos, el equipo del PSA deberá aplicar métodos de razonamiento laterales y con amplitud de miras. En cualquier etapa del sistema de suministro de agua pueden producirse varios peligros y eventos peligrosos.

#### **Evaluar los riesgos**

El riesgo asociado a cada peligro puede describirse determinando la probabilidad de que se produzca (por ejemplo, “segura”, “posible” o “excepcional”) y evaluando la gravedad de las consecuencias en caso de producirse (por ejemplo, “insignificantes”, “graves” o “catastróficas”). La consideración más importante es el posible efecto en la salud pública, pero también deben considerarse otros factores como los efectos organolépticos, la continuidad

y suficiencia del abastecimiento, y la reputación del servicio de abastecimiento de agua. El objetivo debe ser distinguir entre riesgos significativos y riesgos menos significativos. La mejor forma de hacerlo es elaborando un sencillo cuadro en el que se registran de forma sistemática todos los posibles eventos peligrosos y peligros asociados, junto con una estimación de la magnitud del riesgo (véase el ejemplo/instrumento 3.8). Al inicio del proceso de evaluación de riesgos, los servicios de abastecimiento de agua deben definir detalladamente el significado de “posible”, “excepcional”, “insignificante”, “frecuente”, etc. Mediante estas definiciones se deberá poder evitar que la evaluación de riesgos sea demasiado subjetiva. Es esencial definir por adelantado la puntuación de la matriz de riesgos que determina que un riesgo se clasifique como “significativo”. La información en la que se basará la evaluación de riesgos procederá de la experiencia, el conocimiento y el juicio del servicio de abastecimiento de agua y de cada uno de los miembros del equipo, de las buenas prácticas de la industria y de la bibliografía técnica. Cuando no haya datos suficientes para determinar si un riesgo es alto o bajo, deberá considerarse significativo hasta que investigaciones posteriores aclaren cómo debe clasificarse. La evaluación de riesgos debe ser específica para cada sistema de suministro de agua de consumo porque cada sistema es único.

### Peligros y eventos peligrosos

Los peligros se definen como agentes físicos, biológicos, químicos o radiológicos que pueden dañar la salud pública. Los eventos peligrosos se definen como eventos que introducen peligros (o impiden su eliminación) en el sistema de abastecimiento de agua. Por ejemplo, las lluvias torrenciales (evento peligroso) pueden facilitar la introducción de microorganismos patógenos (peligro) en el agua de la fuente.

### Dificultades típicas

- La posibilidad de pasar por alto peligros y eventos peligrosos nuevos. Dado que la evaluación de riesgos proporciona una imagen “congelada en el tiempo” del sistema, debe reconsiderarse de forma periódica para no pasar por alto peligros nuevos.
- La incertidumbre en la evaluación de riesgos debido a la ausencia de datos, y el conocimiento deficiente de actividades de la cadena de suministro de agua o de su contribución relativa al riesgo generado por el peligro o evento peligroso.
- La definición adecuada de probabilidad y consecuencia, de forma suficientemente pormenorizada para evitar evaluaciones subjetivas y permitir la coherencia.



### Productos

1. Descripción de qué peligros y eventos peligrosos podrían producirse y dónde
2. Evaluación de los riesgos, expresada de forma interpretable y comparable, de modo que los riesgos más significativos se distingan claramente de los menos significativos

**Ejemplo/instrumento 3.1: Peligros típicos que afectan a las cuencas de captación**

<b>Evento peligroso (fuente de peligro)</b>	<b>Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)</b>
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Inundación; cambios rápidos en la calidad del agua de la fuente
Variaciones estacionales	Cambios en la calidad del agua de la fuente
Geología	Arsénico; fluoruro; plomo; uranio; radón; pozos de infiltración (entrada al sistema de agua superficial)
Agricultura	Contaminación microbiológica; plaguicidas; nitrato; abonado con estiércol líquido o sólido; desecho de cadáveres de animales
Explotación forestal	Plaguicidas; HPA - hidrocarburos poliaromáticos (fuegos)
Industria (incluidos los emplazamientos de antiguas industrias y las industrias abandonadas)	Contaminación química y microbiológica; posible pérdida de agua de la fuente debido a su contaminación
Minería (incluidas las minas abandonadas)	Contaminación química
Transporte: carreteras	Plaguicidas; sustancias químicas (accidentes de tráfico)
Transporte: líneas de ferrocarril	Plaguicidas
Transporte: aeropuertos (incluidos los aeródromos abandonados)	Productos químicos orgánicos
Desarrollo urbanístico	Escorrentía
Viviendas: fosas sépticas	Contaminación microbiológica
Mataderos	Contaminación orgánica y microbiológica
Fauna	Contaminación microbiológica
Usos recreativos	Contaminación microbiológica
Demanda de agua para otros usos	Cantidad insuficiente
Almacenamiento de agua cruda	Toxinas y floraciones de algas; estratificación
Acuífero no confinado	Cambios inesperados en la calidad del agua
Deficiente impermeabilización de la toma de agua de pozo o pozo-sondeo	Entrada de agua superficial
Revestimiento de pozo-sondeo corroído o incompleto	Entrada de agua superficial
Inundación	Cantidad y calidad suficientes de agua cruda

**Ejemplo/instrumento 3.2: Peligros típicos asociados al tratamiento**

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la cuenca de captación	Los señalados en el cuadro de peligros en la cuenca de captación
Suministro eléctrico	Interrupción del tratamiento / agua no desinfectada
Capacidad de las instalaciones de tratamiento	Sobrecarga de la instalación de tratamiento
Desinfección	Fiabilidad Subproductos de la desinfección
Mecanismo de derivación	Tratamiento inadecuado
Avería del tratamiento	Agua no tratada
Uso en el tratamiento de materiales y sustancias químicas no aprobados	Contaminación del sistema de abastecimiento de agua
Uso en el tratamiento de sustancias químicas contaminadas	Contaminación del agua
Obstrucción de filtros	Eliminación insuficiente de partículas
Profundidad insuficiente del medio filtrante	Eliminación insuficiente de partículas
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación / corte de suministro
Fallo de instrumentación	Pérdida de control
Telemetría	Fallo de comunicación
Inundación	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento
Fuego / explosión	Inutilización total o parcial de instalaciones de tratamiento

**Ejemplo/instrumento 3.3: Peligros típicos en una red de distribución**

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en el tratamiento	Los señalados en el cuadro de peligros en el tratamiento
Rotura de tubería	Entrada de contaminación
Fluctuaciones de la presión	Entrada de contaminación
Intermitencia del suministro	Entrada de contaminación
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación del flujo Introducción de agua viciada
Uso de materiales no aprobados	Contaminación del sistema de abastecimiento de agua
Acceso de terceros a las tomas de agua	Contaminación por contraflujo Perturbación de depósitos por el aumento de flujo
Conexiones no autorizadas	Contaminación por contraflujo
Embalse de servicio a cielo abierto	Contaminación por la fauna salvaje
Embalse de servicio con fugas	Entrada de contaminación
Acceso no protegido a embalse de servicio	Contaminación
Seguridad / vandalismo	Contaminación
Terreno contaminado	Contaminación del agua por el uso de un tipo erróneo de tubería

**Ejemplo/instrumento 3.4: Peligros típicos que afectan a los lugares de consumo**

Evento peligroso (fuente de peligro)	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la distribución	Los señalados en el cuadro de peligros en la distribución
Conexiones no autorizadas	Contaminación por contraflujo
Tuberías de plomo	Contaminación por plomo
Tuberías de servicio de plástico	Contaminación por derrame de aceites o solventes



### Ejemplo/instrumento 3.5: Elección del método más adecuado de evaluación de riesgos

En el proceso de evaluación de riesgos se puede aplicar un método cuantitativo o semicuantitativo, que comprende la estimación de la probabilidad o frecuencia y la gravedad o consecuencia (véanse los ejemplos/instrumentos 3.6, 3.7 y 3.8), o bien un método cualitativo simplificado basado en la opinión experta del equipo del PSA (véanse los ejemplos/instrumentos 3.9 y 3.10). En un sistema de suministro de agua pequeño puede ser suficiente una decisión del equipo, mientras que en un sistema más complejo puede resultar útil un método de clasificación de riesgos semicuantitativo. En cualquier caso, es conveniente anotar el fundamento de la decisión, como recordatorio para el equipo o para el auditor o examinador.

### Ejemplo/instrumento 3.6: Método semicuantitativo basado en la matriz de riesgos (de Deere et al., 2001)

		Gravedad de la consecuencia				
		Efecto nulo o insignificante - Clasificación: 1	Efecto en el cumplimiento leve - Clasificación: 2	Efecto organoléptico moderado - Clasificación: 3	Efecto reglamentario grave - Clasificación: 4	Efecto catastrófico en la salud pública - Clasificación: 5
Probabilidad o frecuencia	Casi siempre / Una vez al día - Clasificación: 5	5	10	15	20	25
	Probable / Una vez por semana - Clasificación: 4	4	8	12	16	20
	Moderada / Una vez al mes - Clasificación: 3	3	6	9	12	15
	Improbable / Una vez al año - Clasificación: 2	2	4	6	8	10
	Excepcional / Una vez cada 5 años - Clasificación: 1	1	2	3	4	5
Puntuación del riesgo		<6	6-9	10-15	>15	
Clasificación del riesgo		Bajo	Medio	Alto	Muy alto	

Todos los riesgos deben documentarse en el PSA y someterse a examen periódico, incluso si son poco probables y se clasifican como de riesgo bajo. Se evita así olvidar o pasar por alto riesgos y permite al servicio de abastecimiento de agua documentar su actuación diligente por si se produjera algún incidente.

**Ejemplo/instrumento 3.7: Cálculo del riesgo utilizando la matriz**

<b>Evento</b>	<b>Entrada de agentes patógenos por la pérdida de integridad de la red debido a conexiones ilegales</b>
<b>Gravedad del evento y fundamento de la puntuación asignada</b>	5: Repercute en la salud pública, pudiendo ocasionar casos de enfermedad y, posiblemente, muertes
<b>Probabilidad del evento y fundamento de la puntuación asignada</b>	2: Hay medidas de control en de la instalación de fontanería, pero son ineficaces: se han producido al menos dos brotes debidos a conexiones ilegales en los últimos 5 años.
<b>Puntuación</b>	$5 \times 2 = 10$ : riesgo alto
<b>Resultado</b>	El riesgo se debe clasificar como prioritario y deben adoptarse medidas como revisar los controles actuales y determinar si pueden aplicarse controles nuevos (véase el módulo 5)

### Ejemplo/instrumento 3.8: Resultado de la evaluación de peligros y la evaluación de riesgos usando un método semicuantitativo

Etapa del proceso	Evento peligroso (fuente de peligro)	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo (antes de considerar la aplicación de medidas de control)	Fundamento
Fuente (aguas subterráneas)	Defecación del ganado en los alrededores de una boca de pozo no cercada, fuente de entrada de posibles agentes patógenos cuando llueve	Microbiológico	3	5	15	Alto	Posible enfermedad causada por agentes patógenos del ganado, como <i>Cryptosporidium</i>
Fuente	Mezcla de plaguicidas procedentes de usos agrícolas	Químico	2	4	8	Medio	Posible introducción de sustancias químicas tóxicas que podrían ocasionar en el agua tratada concentraciones superiores a los límites establecidos en normas nacionales y a los valores de referencia de la OMS
Fuente	Posibilidad de vertido no regulado de residuos sólidos	Microbiológico y químico	1	1	1	Bajo	Es poco probable que el sistema de abastecimiento de agua resulte contaminado por la existencia de vertidos peligrosos y tiempo lluvioso
Depósito de almacenamiento	La ausencia de techo permite a las aves congregarse en el depósito y defecar en el agua tratada.	Microbiológico	2	5	10	Alto	Posible enfermedad por agentes patógenos como <i>Salmonella</i> y <i>Campylobacter</i>
Tratamiento	No hay fuente de suministro eléctrico de reserva	Microbiológico y químico	2	5	10	Alto	Potencial pérdida de presión en bombas y pérdida de tratamiento
Distribución	Filtraciones en conducción principal y sistema de distribución	Microbiológico	5	3	15	Alto	Las fugas son una fuente potencial de microorganismos patógenos y ocasionan una gran parte de las pérdidas de agua

**Ejemplo/instrumento 3.9: Evaluación simplificada de riesgos basada en la opinión experta del equipo del PSA**

Además del modelo basado en la probabilidad y la gravedad de las consecuencias, otra posibilidad es realizar un proceso de evaluación de riesgos simplificado, basándose en la opinión del equipo. Los riesgos pueden clasificarse como “significativo”, “incierto”, o “insignificante”, basándose en una evaluación de los peligros o eventos peligrosos en cada etapa del proceso. Posteriormente, según se explica en los módulos 4 y 5, será necesario determinar si los riesgos están bajo control, mediante qué medidas de control y, en caso necesario, determinar y poner en práctica un programa de mejora que puede conllevar medidas de atenuación de riesgos a corto, medio y largo plazo. Es fundamental documentar a qué eventos debe prestarse atención urgente. El Ministerio de Salud de Nueva Zelandia (2005) define “atención urgente” como cosas que pueden pasar frecuentemente, que pueden ocasionar brotes de enfermedad significativos, o ambas cosas. Para aplicar este método pueden usarse los descriptores siguientes.

**Ejemplo/instrumento 3.10: Definición de descriptores para el método sencillo de clasificación de riesgos**

Descriptor	Significado	Observaciones
Significativo	Claramente prioritario	El riesgo debe examinarse más a fondo para determinar la necesidad de aplicar medidas de control adicionales y si una determinada etapa del proceso debe designarse como punto de control clave del sistema. Antes de determinar si se precisan medidas de control adicionales, es necesario validar las existentes
Incierto	No se sabe con seguridad si el evento conlleva o no un riesgo significativo	Puede ser preciso realizar estudios adicionales para comprender si el evento conlleva realmente un riesgo significativo o no
Insignificante	Claramente no es una prioridad	Obsérvese que el riesgo se describirá y documentará, y en años futuros se reconsiderará como parte del programa continuo de revisión del PSA

**Ejemplo/instrumento 3.11: Clasificación y documentación de riesgos para determinar la necesidad de adoptar medidas urgentes o realizar exámenes periódicos**

Todo peligro cuyo riesgo se clasifique como “alto” o “muy alto” o como “significativo” deberá contar con medidas de control (o atenuación) validadas. En caso contrario, es preciso aplicarlas urgentemente. Si no hay medidas de control, debe diseñarse un programa de mejora. Todo peligro clasificado como de riesgo “moderado” o “bajo” debe documentarse y examinarse periódicamente. Las medidas de control para riesgos clasificados como “alto” o “muy alto” pueden también atenuar otros riesgos.

**Ejemplo/instrumento 3.12: Necesidad de colaborar con las entidades involucradas**

La determinación de un peligro no significa que la empresa de agua sea responsable de su causa. Muchos peligros son de origen natural o resultado de la actividad agrícola o industrial. La metodología de PSA exige que las entidades de abastecimiento de agua colaboren con otras entidades involucradas para concienciarlas de sus responsabilidades y de la repercusión de sus acciones en la capacidad del servicio de abastecimiento de suministrar agua de consumo inocua. La metodología de PSA fomenta el diálogo, la educación y la colaboración para eliminar o reducir al mínimo los riesgos.

### Estudio de caso práctico I: Australia

#### Experiencia sobre el terreno 3.1: Determinación de las amenazas para la calidad del agua

Por lo general, se organizaron talleres de dos días en cada uno de los principales sistemas de suministro de agua en los que participó todo el equipo del PSA y uno o varios expertos externos, representantes de entidades involucradas y facilitadores. Habitualmente, el primer día se realizaba la determinación de los peligros y la evaluación de los riesgos y el segundo día la determinación y especificación de los puntos de control. Habitualmente, se elaboraba una lista de los eventos peligrosos asociados a cada etapa del proceso incluida en el diagrama de flujo. Para cada evento peligroso, se consideraban los peligros asociados y se asignaba a los riesgos correspondientes una puntuación en función de dos factores: probabilidad y consecuencia. La probabilidad se expresaba habitualmente como frecuencia prevista. La consecuencia se expresaba generalmente en términos de volumen de población (pequeña o grande) afectada y de gravedad del efecto (operativo, organoléptico o sobre la salud). Por lo general, en los talleres se realizaban sesiones de lluvia de ideas (*brainstorming*), se examinaban los datos sobre calidad del agua y se analizaban diversas situaciones hipotéticas. La mayoría de los servicios de abastecimiento de agua evaluaron los riesgos bajo el supuesto de que había medidas de control y funcionaban con normalidad. Algunos evaluaban cada riesgo dos veces: una considerando el efecto de las medidas de control que se aplican actualmente, y otra sin tenerlas en cuenta. La mayoría de los servicios empleaban una matriz de valoración y clasificación de riesgos basada en el sistema de evaluación de riesgos de la organización, que a menudo utilizaban también para evaluar riesgos medioambientales, riesgos relativos a la salud y la seguridad en el trabajo, y otros tipos de riesgos.

#### Experiencia sobre el terreno 3.2: Limitaciones del método semicuantitativo de evaluación de riesgos

Fue relativamente sencillo aplicar el método semicuantitativo en Australia porque en él se basa la norma de gestión de riesgos de Australia y Nueva Zelandia (*Australian and New Zealand Risk Management Standard* 1995, 1999, 2004) y la mayoría de los profesionales del sector lo conocían bien. No obstante, se encontraron siempre dificultades para llegar a acuerdos sobre la valoración de los riesgos. “En particular, era común que un mismo riesgo definido tuviera más de una connotación: probabilidad escasa de una consecuencia grave y probabilidad alta de una consecuencia leve. Por ejemplo, el riesgo de contaminación con agua sucia era al mismo tiempo probable pero leve (se reciben frecuentes quejas esporádicas de que el agua está sucia, pero sin consecuencias para la salud) y excepcional pero grave (los eventos de gran contaminación con agua sucia que ponen en peligro su desinfección son graves pero poco frecuentes). Por consiguiente, fue necesario definir muy claramente en qué consistía cada riesgo. Otra limitación del sistema de valoración era que en las consecuencias para la salud no solía diferenciarse entre efectos agudos a corto plazo y comprobados, como las infecciones por microorganismos patógenos, y los efectos hipotéticos a largo plazo, como los de los subproductos de la desinfección. Por consiguiente, se tendía a exagerar en la clasificación de los riesgos la importancia de algunos riesgos para la salud asociados a las sustancias químicas cuya importancia es relativamente escasa e incluso cuestionable en comparación con la de los riesgos microbiológicos.

### **Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)**

#### **Experiencia sobre el terreno 3.1: Determinación de las amenazas para la calidad del agua**

Se organizó un taller de dos días para llevar a cabo la determinación de peligros y la evaluación de riesgos. Los miembros del grupo de trabajo determinaron, en sesiones de lluvia de ideas, mediante visitas a las instalaciones y mediante el examen del monitoreo de la calidad del agua y de los informes de encuestas a los hogares, peligros en la cuenca hidrográfica, en el proceso de tratamiento, en el sistema de distribución y en los hogares.

Las amenazas más críticas que se identificaron fueron las de tipo institucional, como la falta de formación de los operarios, la carencia en el sistema de un método de rendición de cuentas para garantizar el monitoreo sistemático, y la ausencia de procedimientos operativos normalizados.

Los peligros físicos identificados mediante la lluvia de ideas, como la entrada de aguas residuales y gasolina, aunque importantes, se consideraron hipotéticos en gran medida.

Las amenazas físicas, más críticas, como la falta de cloro y la presencia de coliformes fecales en el agua distribuida, se determinaron mediante el examen de los informes de monitoreo y de los estudios sobre las condiciones y prácticas existentes.

Dada la diversidad de peligros que pueden darse en cada etapa de la cadena de suministro de agua, los múltiples factores considerados al valorar los riesgos, y la naturaleza relativa y subjetiva del proceso de valoración, la aportación de entidades involucradas con diversos grados de experiencia y conocimientos fue importante para reducir al mínimo el sesgo a favor de la perspectiva de un único organismo. Además, dicha aportación aumentó el grado de responsabilidad de dichos organismos y facilitó la asignación adecuada de responsabilidades sobre las medidas correctoras determinadas para controlar los riesgos.

#### **Experiencia sobre el terreno 3.2: Limitaciones del método semicuantitativo de evaluación de riesgos**

Inicialmente, se empleó un método semicuantitativo basado en la matriz de valoración de los riesgos del PSA de la OMS (capítulo 4 de las Guías). No obstante, surgieron notables desacuerdos y confusiones en torno a ciertos peligros que no siempre se prestan a una clasificación cuantitativa y generaron largos debates sobre situaciones hipotéticas. En muchos casos, no se aplicaron criterios coherentes en la asignación de la gravedad y la probabilidad. La gravedad de la contaminación por efluentes de las aguas residuales del vaciado de fosas sépticas, por ejemplo, se clasificó como alta, mientras que la de la contaminación por efluentes de aguas residuales de pozos de infiltración *in situ* se consideró baja, con lo que se asignaron grados de prioridad muy diferentes, aunque las probabilidades asignadas fueron iguales. A los participantes también les resultó difícil excluir la consideración de las medidas de control existentes al evaluar los riesgos, lo que dificultó aún más el proceso preliminar de clasificación. Los miembros del equipo del PSA consideraron que las clasificaciones resultantes no reflejaban las prioridades y decidieron adoptar un método más intuitivo y retrasar la clasificación de los riesgos en función de su prioridad hasta después de haber considerado las medidas de control (véase la experiencia sobre el terreno 4.1 en ALC).

### **Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)**

#### **Experiencia sobre el terreno 3.1: Ampliar la aplicación de la evaluación de riesgos**

Muchas empresas restringían inicialmente la determinación de peligros y el análisis de riesgos a aquellos que estuvieran directamente relacionados con los parámetros de cumplimiento obligatorio. Aspectos tales como las inundaciones, el suministro

eléctrico, la seguridad, la respuesta en caso de emergencia, la telemetría y los sistemas informáticos y de comunicación, aunque estaban bien documentados en los procedimientos de las empresas, no se consideraban parte del PSA, a menudo porque su control no estaba directamente en manos del responsable o los miembros del equipo del PSA (que generalmente pertenecían a los departamentos científicos o de operaciones de las empresas). El desarrollo gradual de la metodología de PSA demostró la necesidad de ampliar su aplicación, pero esta cuestión sigue presentando dificultades. Muchas empresas llevaban muchos años aplicando técnicas de evaluación de riesgos a sus operaciones, activos y sistemas financieros y conservaban registros de los riesgos evaluados. A veces, el equipo del PSA no tenía el control del registro de riesgos, de forma que si, por ejemplo, el brote de una enfermedad transmitida por el agua figuraba en el registro de riesgos de la empresa, ya no se incluía en el PSA. Ampliar la aplicación del PSA sigue siendo una tarea compleja en algunas empresas.

### **Experiencia sobre el terreno 3.2: Adaptación de la matriz de valoración de riesgos a las necesidades del proveedor**

La mayoría de las empresas consideró útil para valorar y clasificar los riesgos en función de su prioridad la matriz de riesgos de  $5 \times 5$  del capítulo 4 de la tercera edición de las Guías, pero algunas modificaron el criterio de valoración porque consideraron que era más fácil diferenciar entre riesgos altos, medios y bajos. El uso de una matriz de riesgos básica de  $3 \times 3$  (elevado, medio y bajo), sin valoraciones numéricas, no se consideró muy útil porque la mayoría de los riesgos se clasificaban como medios y se tenían que volver a valorar. Muchas empresas consideraron útil complementar las definiciones básicas de las Guías con explicaciones adicionales, con el fin de facilitar la coherencia de la evaluación, especialmente cuando realizaba evaluaciones más de un equipo. A continuación se muestra un ejemplo, pero es importante que cada empresa elabore su propia metodología en lugar de reproducir otros modelos.

Riesgo alto: $\geq 20$ Riesgo medio: 10-19 Riesgo bajo: $< 10$				Consecuencias				
				Agua segura	Consecuencias a corto plazo o locales, sin relación con la salud, ni con parámetros de cumplimiento, ni organolépticas	Consecuencias organolépticas extendidas o incumplimiento prolongado, sin relación con la salud	Posibles efectos sobre la salud a largo plazo	Posible enfermedad
				Insignificantes	De poca importancia	Moderadas	Graves	Catastróficas
				1	2	4	8	16
Probabilidad	No ha ocurrido anteriormente y es muy improbable que ocurra en el futuro	Muy improbable	1	1	2	4	8	16
	Es posible y no puede descartarse totalmente	Improbable	2	2	4	8	16	32
	Es posible y podría ocurrir en determinadas circunstancias	Previsible	3	3	6	12	24	48
	Ya ha ocurrido anteriormente y cabe la posibilidad de que vuelva a ocurrir	Muy probable	4	4	8	16	32	64
	Ya ha ocurrido anteriormente y puede volver a ocurrir	Casi seguro	5	5	10	20	40	80

**Experiencia sobre el terreno 3.3: Control de los riesgos en los lugares de consumo**

Cabe destacar que muchos PSA no señalaron a los consumidores o las organizaciones de consumidores como partes involucradas. La determinación de peligros y la evaluación de riesgos de los lugares de consumo era un aspecto poco desarrollado en la mayoría de los PSA y es cierto que la capacidad de las empresas de abastecimiento de agua no es ilimitada, si bien sí tienen competencias en materia de inspección. El almacenamiento particular de agua es común en Inglaterra y Gales y es una fuente de peligros, pero es un aspecto

sobre el que las empresas de abastecimiento de agua tienen poco control. Un buen ejemplo de cooperación en el sector del agua era un programa de educación de los consumidores que les informa de lo que pueden hacer para proteger la seguridad de su abastecimiento de agua en cuestiones como la higiene, la fontanería o la prevención del retorsifonaje. Las empresas eran conscientes de que es una cuestión que se debe tratar con cuidado, porque se corre el riesgo de asustar a los consumidores y que no se atrevan a consumir agua de grifo.



Módulo 4

Determinación y validación de medidas de control, y nueva evaluación y clasificación de los riesgos

### Introduction

Al mismo tiempo que determina los peligros y evalúa los riesgos, el equipo del PSA debe documentar las medidas de control existentes y potenciales. En este sentido, el equipo debería considerar si las medidas de control existentes son eficaces. En función del tipo de medida de control, su eficacia puede determinarse mediante la inspección de las instalaciones, las especificaciones del fabricante, o los datos de monitoreo. A continuación, deben recalcularse los riesgos en términos de probabilidad y consecuencia, teniendo en cuenta todas las medidas de control existentes. La reducción del riesgo lograda por cada medida de control será una indicación de su eficacia. Si la eficacia de la medida de control no se conoce en el momento de la evaluación de riesgos inicial, el riesgo debe calcularse como si la medida no funcionara. Todos los riesgos que queden tras haberse tenido en cuenta todas las medidas de control, y que el equipo del PSA considere inaceptables, deben investigarse con miras a la adopción de medidas correctoras adicionales.

Las medidas de control (también llamadas “barreras” o “medidas de atenuación”) son etapas en el sistema de abastecimiento de agua de consumo que afectan directamente a su calidad y garantizan que cumple en todo momento las metas de calidad establecidas. Se aplican actividades y procesos para reducir o atenuar los riesgos.

### Medidas clave

#### Determinación de las medidas de control

Deben determinarse las medidas de control existentes para cada uno de los peligros y eventos peligrosos detectados. Debe documentarse claramente qué medidas de control faltan (es decir, cuáles se necesitan para atenuar peligros pero no se aplican) y deben ponerse en práctica, según se explica a continuación.

#### Validación de la eficacia de las medidas de control

La validación es la obtención de información acerca de la eficacia de las medidas de control. Para muchas medidas de control, la validación exigirá un programa intensivo de monitoreo para demostrar su eficacia en circunstancias normales y excepcionales. Esto no debe confundirse con el monitoreo operativo, que muestra que la medida de control validada continúa funcionando eficazmente. La eficacia de cada medida de control no debe determinarse de forma aislada, sino en el punto en que se aplica en el sistema de suministro de agua, ya que la eficacia de una medida de control puede influir en la de las siguientes. Si una medida de control se ha estado aplicando durante

algún tiempo, un servicio de abastecimiento de agua puede disponer de datos operativos suficientes para confiar en que no se necesita un monitoreo de validación adicional.

Los datos técnicos de la bibliografía científica o los datos de estudios en plantas piloto de tratamiento de agua de consumo pueden ser útiles en el proceso de validación, pero se debe comprobar que las circunstancias descritas en la bibliografía o existentes en los estudios piloto sean iguales o muy similares a las de los riesgos que se ha determinado que deben ser controlados. La validación puede realizarse también introduciendo en el agua microorganismos o sustancias químicas representativos del peligro y determinando la eficacia de la medida de control en su eliminación o inactivación, aunque este procedimiento no debe usarse cuando el agua se destina al consumo. En la validación de las medidas de control se utilizan diversos métodos. Por ejemplo, la validación de las distancias de seguridad y el cercado en una cuenca de captación puede realizarse mediante estudios sanitarios de la cuenca de captación para garantizar que el riesgo de entrada de microorganismos patógenos a una toma de agua es mínimo; y una fuente de suministro eléctrico de repuesto, alimentada por un generador de emergencia *in situ*,

puede validarse demostrando que entra en funcionamiento cuando se produce un corte del suministro eléctrico y que su potencia es suficiente para que se realice el proceso necesario.

Durante las operaciones, es fundamental monitorear la eficacia de los controles validados con respecto a metas predeterminadas o “límites críticos” (véase el módulo 6 sobre monitoreo operativo). Estas metas pueden expresarse como límites superiores o inferiores, o ambos. Por ejemplo, si una medida de control es el “mantenimiento de una concentración continua de cloro residual”, un límite crítico puede expresarse como el mantenimiento en el agua de una concentración de 0,2 a 0,5 mg/l de cloro residual, pH 6,5 a 7 y turbidez <1 UNT.

#### **Reevaluación de los riesgos, teniendo en cuenta la eficacia de las medidas de control**

Los riesgos deben recalcularse, en términos de probabilidad y consecuencias, teniendo en cuenta la eficacia de cada medida de control. No sólo debe considerarse la eficacia promedio, en el largo plazo, de las medidas de control, sino también la probabilidad de que fallen o sean ineficaces durante un tiempo breve. Es importante señalar, en cada sistema de suministro de agua particular, los riesgos significativos para los que no se aplican medidas de control como riesgos significativos pendientes. La determinación de las medidas de control pertinentes para cubrir estas lagunas es fundamental y se describe en el módulo 5.

#### **Clasificación de todos los riesgos detectados en función de su prioridad**

Los riesgos deben clasificarse en función de su probable efecto en la capacidad del sistema de suministrar agua inocua. Los riesgos de prioridad alta pueden requerir la modificación o modernización del sistema para alcanzar las metas relativas a la calidad del agua. Los de prioridad menor pueden con frecuencia minimizarse mediante la aplicación sistemática de buenas prácticas.

Según se describe en el módulo 5, debe elaborarse un plan de mejora o modernización para controlar todos los riesgos no controlados y prioritarios. Los planes de modernización deben

determinar quién es responsable de las mejoras, y establecer un plazo adecuado para la implantación de estas medidas de control.

Cabe distinguir entre medidas de atenuación a corto plazo (por ejemplo, la difusión de avisos, la limitación de la producción o no utilización de una fuente determinada de agua, o la formación nueva del personal) y medidas de atenuación a medio y largo plazo (por ejemplo, la mejora de las actividades de consulta a las comunidades; medidas en la cuenca de captación, como la cobertura de los medios de almacenamiento de agua; mejoras del tratamiento, como la mejora de la coagulación y filtración; y otros proyectos de inversión en instalaciones).

#### **Dificultades típicas**

- determinación de las responsabilidades del personal, con indicación de los responsables de la detección sobre el terreno de los peligros y la determinación de las medidas de control;
- garantizar la correcta determinación de medidas de control pertinentes que sean rentables y sostenibles;
- la incertidumbre en la clasificación de los riesgos debido a la ausencia de datos, el conocimiento deficiente de actividades de la cadena de suministro de agua y su contribución relativa al tipo de peligro generado por el evento peligroso, así como la puntuación de riesgo del evento.

#### **Productos**

1. Determinación de las medidas de control
2. Validación de la eficacia de las medidas de control
3. Determinación y clasificación de los riesgos insuficientemente controlados

**Ejemplo/instrumento 4.1: Medidas típicas de control de peligros en una cuenca de captación**

Restricción del acceso a las cuencas de captación
Propiedad y control por el servicio de abastecimiento de agua de las tierras de la cuenca de captación
Cercado del ganado
Alejamiento del ganado del acceso al río durante los periodos de alumbramiento de vacas y ovejas
Códigos de prácticas sobre el uso de sustancias químicas agrícolas y el abonado con estiércol líquido
Alejamiento de las explotaciones agropecuarias de lugares sensibles
Planificación de medidas de control
Acuerdos y comunicación con organizaciones de transporte
Comunicación con, y educación de, las entidades involucradas de la cuenca de captación
Normas sobre efluentes industriales y medidas de control de los volúmenes
Almacenamiento de agua cruda
Capacidad de cerrar las tomas de agua (información sobre tiempos de recorrido)
Biología fluvial: indicadores de contaminación difusa o localizada
Cobertura y protección de manantiales
Capacidad de utilizar otras fuentes de agua de calidad cuando una fuente se ve afectada por algún peligro
Monitoreo continuo de las tomas de agua y los ríos
Inspecciones de las instalaciones
Inspecciones internas periódicas de pozos y pozos-sondeo

**Ejemplo/instrumento 4.2: Medidas típicas de control de peligros en el tratamiento**

Procesos de tratamiento validados
Alarmas indicadoras de la superación de límites operativos
Generador de reserva
Paro automático
Monitoreo continuo con alarmas
Personal capacitado (aptitud de los operarios)
Política y procedimiento de compras
Cercado, cierre del recinto, alarmas contra intrusos
Duplicación de los sistemas de comunicación

**Ejemplo/instrumento 4.3: Medidas típicas de control de peligros en una red de distribución**

Realizar inspecciones periódicas de los embalses (externas e internas)
Cubrir los embalses de servicio a cielo abierto
Mantener actualizados los mapas de la red de distribución
Conocer el estado de las válvulas
Política y procedimiento de compras
Procedimientos de reparación de tuberías
Personal capacitado (aptitud de los operarios)
Procedimientos de higiene
Seguridad de las tomas de agua
Válvulas de retención
Monitoreo y registro de presiones
Tuberías protegidas
Cercado, cierre de trampillas con llave, y alarmas contra intrusos en embalses y torres de servicio

**Ejemplo/instrumento 4.4: Medidas típicas de control de peligros en los lugares de consumo**

Inspecciones de edificios
Educación de los consumidores
Control de la capacidad del agua de disolución del plomo
Válvulas de retención
Recomendación de hervir o no consumir el agua

**Ejemplo/instrumento 4.5: Límites críticos y medidas relacionadas con peligros microbiológicos**

Peligros	Ejemplos de medidas de control	Límite crítico previsto	Límite crítico desencadenante de la adopción de medidas
Peligros microbiológicos por contaminación de un embalse de servicio	Asegurarse de que las tapaderas de inspección se mantienen en su sitio Asegurarse de que los ventiladores y conductos de cables están protegidos contra la entrada de alimañas	Tapaderas de inspección están su sitio y aseguradas, y las medidas de protección contra alimañas están intactas	Las tapaderas de inspección no están en su sitio o no están aseguradas, o están dañadas las medidas de protección contra alimañas
Peligros microbiológicos por contaminación de un embalse de agua de la fuente	Protección de la cuenca de captación de la presencia de ganado y viviendas Limitación mediante vallado del acceso del ganado a arroyos y cursos de agua de la cuenca de captación	En la cuenca de captación únicamente hay viviendas o actividades permitidas y el vallado de protección contra el ganado está intacto	Cualquier desarrollo urbanístico o actividad no permitidos en la cuenca de captación y cualquier daño del vallado de protección contra el ganado
Peligros químicos, microbiológicos y físicos que superan la capacidad del tratamiento	Cese de la extracción de agua de la fuente durante periodos de contaminación alta, como tras las tormentas	El monitoreo de la precipitación, el caudal y la turbidez muestra que están dentro del intervalo normal	El monitoreo de la precipitación, el caudal y la turbidez muestra que están fuera del intervalo especificado
Peligro de presencia de cianotoxinas por la proliferación de algas en el agua de la fuente	Mezcla de aguas almacenadas para reducir las concentraciones de cianobacterias	El sistema de mezclado funciona cuando se necesita	El sistema de mezclado falla y se produce estratificación

**Ejemplo/instrumento 4.6: Formulario para anotación de información sobre validación**

Elemento validado	Validación	Referencia
Umbrales críticos de cloro residual	Las directrices australianas para el agua de consumo ( <i>Australian Drinking Water Guidelines</i> ) especifican que se requiere una Ct de 15 para controlar bacterias patógenas que requieren las concentraciones mínimas específicas de cloro en los lugares de medición especificados con los caudales de demanda máximos diarios.	<i>Australian Drinking Water Guidelines</i> (1996 y 2004). National Health and Medical Research Council.
Umbrales críticos en efluentes filtrados	Los sistemas de filtrado deben garantizar que la turbidez no supera 1 UNT, y 0,3 UNT para la filtración convencional o directa en al menos el 95% de las muestras diarias en cualquier mes.	USEPA National Primary Drinking water regulations (2002).
Umbrales críticos de tiempo de recorrido del agua bajo tierra en la filtración ribereña	La ubicación y profundidad de los pozos debe ser tal que garantice tiempos de recorrido mínimos del agua en el terreno de 30 días (según se deduce de un programa de observación de dos años en el que se analizó una secuencia de pozos en observación) para garantizar la eliminación de las toxinas hasta una concentración < 1 µg/l incluso durante floraciones prolongadas de cianobacterias con concentraciones de toxinas > 1000 µg/l en el río.	Informe interno que documenta el análisis de los datos de un estudio de dos años de pozos en observación y en producción.
Umbral crítico de turbidez en la salida de cada unidad de filtración rápida	Un programa de investigación realizado por cinco servicios de abastecimiento de agua durante dos años mostró que si los filtros se manejan de forma que la turbidez se mantenga por debajo de este umbral crítico, las concentraciones de ooquistes de <i>criptosporidios</i> se mantienen por debajo de los límites de detección.	Informe del programa conjunto de investigación. El método analítico debía cumplir metas de eficacia establecidas para que los resultados se aceptaran.

**Ejemplo/instrumento 4.7: Validación de medidas de control antes de clasificar los riesgos para su atenuación**

Los riesgos únicamente pueden reevaluarse y clasificarse tras la validación de las medidas de control. La validación inicial de las medidas de control puede realizarse mediante un monitoreo intensivo, a no ser que las medidas de control hayan demostrado su eficacia a lo largo del tiempo. Si resulta evidente que el sistema debe mejorarse para lograr los objetivos pertinentes de calidad del agua, se debe desarrollar y aplicar un plan de mejora o modernización.

**Ejemplo/instrumento 4.8: Mantenimiento de la coherencia en la reevaluación y clasificación de los riesgos**

- ✓ adoptar de antemano un método coherente de evaluación de riesgos, como se hizo en el módulo 3;
- ✓ definir, específicamente, qué constituye un riesgo, en términos de:
  - probabilidad de que el peligro se produzca, teniendo en cuenta la eficacia de las medidas de control;
  - consecuencia del peligro en caso de producirse;
  - probabilidad de que afecte a la seguridad del sistema de abastecimiento de agua; y
  - lugar y momento en que puede producirse.

**Ejemplo/instrumento 4.9: Establecimiento de umbrales para clasificar los riesgos**

El equipo del PSA debe establecer un umbral por encima del cual los riesgos reevaluados deberán someterse a medidas adicionales y por debajo del cual se continuarán examinando. En el ejemplo/instrumento 3.6, se toma el valor 6 como umbral, pero además todo riesgo clasificado como de consecuencia catastrófica debe documentarse y continuar siendo examinado incluso si su probabilidad es muy baja. La clasificación de los riesgos, de bajo a muy alto, puede ser bastante subjetiva, pero debería ayudar a determinar para qué riesgos es prioritario aplicar medidas con mayor urgencia.

**Ejemplo/instrumento 4.10: Resultado de la evaluación y determinación de los peligros y la validación de medidas de control**

Evento peligroso	Tipo de peligro	Probabilidad	Gravedad	Riesgo	Medida de control	Eficacia de la medida de control	Fundamento
Defecación del ganado y lluvia posterior	Microbiológico (agentes patógenos)	3	5	15	Filtración del agua  Recomendación de hervir el agua si falla la filtración (medida correctora)	Control de los protozoos mediante filtración validado por los datos del fabricante sobre tamaño de poros y análisis de la presencia de oquistes	Se han detectado brotes de enfermedades transmitidas por el agua en situaciones similares.
Etcétera ↴							

**Ejemplo/instrumento 4.11: Control de la incertidumbre en la valoración de riesgos**

La incertidumbre en la valoración de los riesgos de cada uno de los peligros y eventos peligrosos puede controlarse mediante investigaciones adicionales que pueden incorporarse al PSA.

Etapa	Cuenca de captación
Evento	Infiltración de agua desde lugares como explotaciones agropecuarias abandonadas, vertederos o tierras contaminadas y contaminación del agua de la fuente con compuestos hidrosolubles (por ejemplo, plaguicidas)
Fundamento	Si bien los factores de dilución son considerables, no hay datos de monitoreo disponibles y no hay barreras que protejan de este peligro. Si hay concentraciones altas de plaguicidas, puede haber riesgo para la salud.
Posibles investigaciones para reducir la incertidumbre	1. Realizar un estudio sanitario prestando atención especial al uso de plaguicidas y a la ubicación de lugares dedicados al baño antiparasitario del ganado, sobre todo de los afectados por la fumigación de plaguicidas. 2. Monitorear la concentración de plaguicidas en la toma de agua de la fuente durante condiciones normales y de peligro.
Utilidad práctica de la investigación	1. Utilidad práctica alta con costo bajo, y podría combinarse con otros estudios que realizan otras entidades involucradas. 2. Utilidad práctica alta, pero costo alto
Resultado	El equipo del PSA recomienda cual de las opciones anteriores debe ponerse en práctica, quién debe hacerlo, en qué momento, y a qué costo.



## Ejemplo/instrumento: 4.12: Clasificación y reevaluación de riesgos

Peligro	Evento peligroso (fuente de peligro)	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo (véase el cuadro 3.6)	Ejemplo de medida de control	Validación de la medida de control	Reevaluación del riesgo tras su control
Microbiológico	Método de desinfección inadecuado	3	4	12	Alto	Mejorar el método de desinfección (a más largo plazo). Reducir al mínimo la entrada de contaminación al sistema y prolongar los tiempos de retención en el embalse (a corto plazo). Instalar alarmas que salten cuando la concentración de desinfectante sea baja.	Las alarmas funcionan y se comprueba la eliminación sistemática de microorganismos indicadores en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Químico	Formación de concentraciones de subproductos de la desinfección superiores a los valores de referencia	3	3	9	Medio	Reducir en lo posible el tiempo de permanencia del agua en los depósitos aguas abajo en periodos de escasa demanda de agua.	Reducción sistemática de la concentración de subproductos de la desinfección en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Microbiológico	Desinfección menos eficaz debido a una turbidez alta	4	4	16	Muy alto	Mejorar los procesos de clarificación y filtración (a más largo plazo). Instalar alarmas que salten cuando la concentración de desinfectante sea baja.	Las alarmas funcionan y se comprueba la eliminación sistemática de microorganismos indicadores en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Microbiológico	Gran avería o fallo de la planta de desinfección	2	5	10	Alto	Reparación de la planta de cloración para lograr que los equipos y procesos tengan una fiabilidad del 99,5%. Instalar alarmas que salten cuando la concentración de desinfectante sea baja.	Las alarmas funcionan y se comprueba la eliminación sistemática de microorganismos indicadores en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado

**Módulo 4**  
**Determinación y validación de medidas de control, y nueva evaluación y clasificación de los riesgos**

Resumen

**Ejemplos e instrumentos**

Estudios de casos prácticos

Peligro	Evento peligroso (fuente de peligro)	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo (véase el cuadro 3.6)	Ejemplo de medida de control	Validación de la medida de control	Reevaluación del riesgo tras su control
Microbiológico	La fiabilidad de la planta de desinfección es inferior que la meta del 99,5%	3	4	12	Alto	Definición de intervalo de dosificación de cloro y vinculación con alarmas.	Las alarmas funcionan y se comprueba la eliminación sistemática de microorganismos indicadores en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Microbiológico	Fallo de plantas de desinfección por luz UV	3	4	12	Alto	Hay alarmas de interrupción del suministro eléctrico.	Las alarmas saltan en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Microbiológico	Baja concentración de cloro residual en redes y sistemas de distribución	4	4	16	Muy alto	Sistema de alarma vinculado a una concentración de cloro objetivo establecida para que se cumplan las normas microbiológicas en el punto de consumo.	Las alarmas funcionan y se comprueba la eliminación sistemática de microorganismos indicadores en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Microbiológico	Interrupción del suministro eléctrico a la planta de desinfección	2	5	10	Alto	Duplicación de la fuente de energía eléctrica.	Confirmación de que el suministro eléctrico procede de fuentes diferentes. Comprobación de que al cambio automático de fuente de energía eléctrica funciona en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Físico, químico, microbiológico	Contaminación de las sustancias químicas añadidas o suministro y adición de sustancias químicas equivocadas	2	4	8	Medio	Control mediante sistemas de monitoreo en línea. Certificado de análisis de laboratorio del proveedor.	Auditoría intensiva de los proveedores. Las alarmas saltan en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado

Peligro	Evento peligroso (fuente de peligro)	Probabilidad	Gravedad	Puntuación	Clasificación del riesgo (véase el cuadro 3.6)	Ejemplo de medida de control	Validación de la medida de control	Reevaluación del riesgo tras su control
Químico	Dosificación escasa o excesiva de las plantas de fluoración	3	3	9	Medio	Las plantas cuentan con alarmas de concentraciones altas y bajas y un sistema de interrupción de la dosificación si la concentración supera un umbral máximo.	Las alarmas saltan en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Químico, físico	Concentración insuficiente o excesiva de cal para la corrección del pH	3	3	9	Medio	Las plantas cuentan con alarmas de pH alto y bajo, y sistemas de interrupción de la dosificación si el pH supera un umbral máximo.	Las alarmas saltan en diversas condiciones operativas.	Bajo, con monitoreo operativo adecuado
Físico	Avería de bombas	4	3	12	Alto	Un medidor de presión pone en marcha bombas de reserva (No instalado)	No se aplican medidas de control	Alto: atenuación prioritaria
Químico	Contenido de nitrato superior al permitido	3	2	6	Medio	Mezcla con fuente de agua de contenido bajo en nitrato procedente de otro sistema de abastecimiento de agua (La otra fuente tiene un contenido cada vez mayor de nitrato y está sujeta a otras demandas)	El control a largo plazo no es confiable	Medio: examinar periódicamente la tendencia y proponer otro método de atenuación

### **Estudio de caso práctico 1: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno 4.1: Aplicación de un método cualitativo para evaluar las medidas de control**

En la mayoría de los casos, no se definió la eficacia real de eliminación de contaminantes de las medidas de control ni las concentraciones reales de factores de peligro en el agua de la fuente, sino que para medir la adecuación de las medidas de control se utilizó un método cualitativo y subjetivo basado en la experiencia de los operarios. Se clasificaron a menudo como puntos críticos de control instalaciones de control automatizadas, dotadas de sistemas de telemetría y fiables, como plantas de tratamiento. Las medidas de control de manejo menos directo, como las estrategias de prevención del contraflujo y las medidas de ordenación de la cuenca de captación, se clasificaron a veces como puntos críticos de control, pero más habitualmente se clasificaron como programas complementarios o simplemente puntos de control. A menudo fue difícil acordar qué debería constituir un punto crítico de control en lugar de simplemente un punto de control, y algunos servicios de abastecimiento de agua ni siquiera empleaban la expresión “punto crítico de control” (conforme a los PSA de la OMS y la orientación del Ministerio de Salud de Nueva Zelanda). No obstante, hubo en general acuerdo sobre qué controles eran importantes y debían ser objeto de atención activa.

#### **Experiencia sobre el terreno 4.2: Aspectos sujetos a incertidumbre**

Al calcular la eficacia y el valor de algunas medidas de control de las cuencas de captación y los sistemas de distribución se plantearon importantes incertidumbres. Hubo con frecuencia reticencia a confiar en las medidas de control de la cuenca de captación debido a la dificultad de realizar mediciones y aplicar las medidas en la práctica. También se plantearon dudas sobre la eficacia de estas medidas de control, salvo que se excluyera completamente

la entrada de personas y toda actividad agrícola, industrial y urbanística, como se hacía en algunas cuencas de captación. En general, si se permitían actividades en las cuencas de captación, se consideraba necesario tratar el agua, con independencia del método de gestión de las actividades que se aplicara. Un buen ejemplo de ello es que en muchas fuentes de agua destinadas a sistemas de tratamiento basados únicamente en la desinfección se prohíben las actividades recreativas en las cuencas de captación y presas porque no se confía en que estas actividades se puedan gestionar de forma que se mantengan en niveles suficientemente bajos para evitar la contaminación excesiva. Otro aspecto que fue motivo de preocupación es el mantenimiento de concentraciones residuales de desinfectante en los sistemas de distribución. La mayor parte de los servicios de abastecimiento de agua centraban el control de la concentración de residuos en los depósitos de agua, que son puntos obvios de posible entrada de contaminantes, pero la mayoría no controlaban la desinfección residual en todos los grifos, sino que confiaban en el mantenimiento de los índices de fugas en niveles bajos y en una presurización fiable, así como en procedimientos de reparación de las instalaciones de saneamiento.

### **Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)**

#### **Experiencia sobre el terreno 4.1: Aplicación de un método de evaluación de riesgos basado en la experiencia y los conocimientos cualitativos de los operarios**

Tras debatir sobre los peligros, las medidas de control existentes, la eficacia de las medidas de control y las “impresiones subjetivas” sobre la importancia relativa de los peligros, el equipo llegó a un consenso sobre la clasificación de los riesgos. Dado que se reconoció que el sistema de suministro de agua estaba expuesto a riesgos considerables, no se realizó una evaluación exhaustiva

de los riesgos antes de la aplicación de medidas de control. La realización de la evaluación de riesgos después de haber examinado las medidas de control existentes y su eficacia redujo el tiempo dedicado a evaluar el riesgo correspondiente a peligros para los que se están aplicando medidas de control eficaces y permitió incluir en la evaluación variables adicionales, como la factibilidad de evitar el peligro en cuestión. Por ejemplo, el robo de depósitos de cloro que tiene como consecuencia la falta de cloración y que ha ocurrido anteriormente, se clasificó como riesgo bajo con el método semicuantitativo, mientras que la contaminación provocada por la actividad residencial e industrial a lo largo del canal de toma de agua de 20 km de longitud se consideró un riesgo alto. Al aplicar el método cualitativo se tuvo en cuenta la facilidad con la que se podía solventar el problema del robo de depósitos (guardarlos bajo llave), y por tanto se clasificó como un riesgo de prioridad mayor que la de las múltiples amenazas existentes a lo largo del canal de toma de agua. Esto demuestra que en la clasificación de los riesgos puede influir fácilmente la inmediatez con la que se puedan mitigar. En este ejemplo, aunque guardar los depósitos bajo llave era una mejora evidente, debía seguir considerándose prioritario el riesgo mucho mayor que afecta a la calidad del agua de la fuente.

#### **Experiencia sobre el terreno 4.2: Consideración de la eficacia de las medidas de control**

Cuando trabajaba en la descripción del sistema, el equipo del PSA descubrió que algunas normas y protocolos no siempre se aplicaban conforme a las indicaciones. Por ejemplo, la cloración se describía como una de las operaciones normales de la planta de tratamiento del agua; pero cuando se desarrolló el PSA aún no se había conectado un equipo de cloración. El monitoreo sistemático de la calidad del agua se realizaba según las indicaciones, pero no había ningún sistema de examen o notificación de los resultados. Por lo tanto, aunque había medidas de control previstas, se comprobó que eran poco o nada eficaces. La evaluación de las operaciones

actuales del sistema tal como se describe en la experiencia sobre el terreno 2.2 en ALC demostró ser útil para comprender la eficacia de las medidas de control y determinar en qué casos era necesario revisar las medidas de control existentes o establecer medidas de control nuevas.

#### **Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)**

##### **Experiencia sobre el terreno 4.1: Evaluación del riesgo antes y después de la aplicación de medidas de control**

Un aspecto fomentado por la autoridad reguladora, y que se ha incluido en algunos, pero no en todos los métodos de evaluación, es la evaluación de los riesgos antes y después de aplicar medidas de control. El motivo es que es importante saber cuántos riesgos podrían afectar al sistema de suministro de agua si no hubiese medidas de control. Esto, a su vez, conduce a la clara necesidad de considerar la eficacia de cada uno de los controles en condiciones normales y anómalas. Tener que demostrar los motivos por los que se reduce el riesgo antes o después de la aplicación de medidas de control es una herramienta muy útil para confirmar la validez de los criterios de evaluación de riesgos, la valoración y la eficacia de las medidas de control.

##### **Experiencia sobre el terreno 4.2: Validación de las medidas de control**

Algunas empresas consideraban la determinación y validación de las medidas de control como una etapa menos importante, para una industria desarrollada, puesto que consideraban que tenían tantos datos e información que la eficacia de las medidas de control era evidente. Sin embargo, la metodología de PSA fomenta la reevaluación del uso de esa información.

## Módulo 4

### Determinación y validación de medidas de control, y nueva evaluación y clasificación de los riesgos

Resumen

Ejemplos e instrumentos

**Estudios de casos prácticos**

La validación de medidas tomadas en la cuenca de captación, como la gestión de la presencia de animales y del uso de plaguicidas y fertilizantes es difícil porque las mediciones no siempre son claras y requieren la participación de las partes involucradas en el sistema de captación, además de la empresa suministradora de agua.

La eficacia de la metodología de PSA se considera ahora en interés del sector y la autoridad reguladora. Por ejemplo, el método validó eficazmente los equipos de desinfección por luz ultravioleta cuyo

uso se ha permitido recientemente como tratamiento para el control de *Cryptosporidium*.

Hubo cierta confusión sobre el significado de los términos “validación” y “verificación”, que en ocasiones parecían intercambiables, aunque su significado se ha ido comprendiendo mejor a medida que la aplicación de la metodología de PSA se ha ido extendiendo.

Módulo 5

Elaboración, ejecución y mantenimiento de un plan de mejora o modernización

### **Introducción**

Si en la etapa anterior se determina que hay riesgos significativos para la seguridad del agua y se demuestra que no hay medidas de control o no son eficaces, debe diseñarse un plan de mejora o modernización. Debe asignarse a cada mejora definida una fecha de ejecución y un “responsable” que se ocupe de la ejecución. La evaluación no siempre determina la necesidad de realizar inversiones nuevas, sino que, en algunos casos, puede bastar con examinar, documentar y formalizar las prácticas que no funcionan y realizar las mejoras pertinentes; en otros casos, puede ser necesario aplicar medidas de control nuevas o mejorar las existentes, o bien puede ser necesaria una gran modificación de alguna infraestructura.

Los planes de mejora o modernización pueden incluir programas a corto, medio o largo plazo. Pueden necesitarse recursos considerables y, por consiguiente, debe realizarse un análisis pormenorizado y una clasificación cuidadosa de los riesgos de conformidad con la evaluación del sistema. Puede ser oportuno establecer un orden de prioridad de las mejoras y realizarlas en varias fases.

La ejecución de los planes de mejora o modernización debe controlarse para confirmar que las mejoras se han realizado, que son eficaces y que se han realizado las actualizaciones pertinentes del PSA. Debe tenerse en cuenta que la introducción de medidas de control nuevas podría introducir riesgos nuevos en el sistema.





## Medidas clave

### Diseño de un plan de mejora o modernización

Señalar en el plan de mejora o modernización medidas de atenuación o de control a corto, medio o largo plazo para cada riesgo significativo, reconociendo que estas medidas pueden controlar también otros riesgos menos importantes.

### Ejecución del plan de mejora o modernización

Actualizar el PSA, y calcular de nuevo los riesgos teniendo en cuenta la medida o medidas de control nuevas.

## Dificultades típicas

- garantizar que el PSA se mantiene actualizado;
- obtener los recursos financieros necesarios;
- falta de recursos humanos, incluidos expertos técnicos, para planificar y ejecutar las transformaciones necesarias;
- garantizar que el programa de mejora no introduce riesgos nuevos.



## Productos

1. Desarrollo de un plan de mejora o modernización para cada uno de los riesgos significativos no controlados, clasificados en función de su prioridad
2. Ejecución del plan de mejora según el programa previsto de actividades a corto, medio o largo plazo
3. Monitoreo de la ejecución del plan de mejora o modernización

**Ejemplo/instrumento 5.1: Relación de cuestiones que deben considerarse al desarrollar un plan de mejora o modernización**

- ✓ Opciones de atenuación de riesgos
- ✓ Responsabilidad sobre el programa de mejoras (titular del proceso)
- ✓ Financiación
- ✓ Obras en instalaciones
- ✓ Formación
- ✓ Mejora de los procedimientos operativos
- ✓ Programas de consulta a las comunidades
- ✓ Investigación y desarrollo
- ✓ Elaboración de protocolos para incidentes
- ✓ Comunicación e informes

### Ejemplo/instrumento 5.2: Medidas y responsabilidades de un plan de modernización o mejora de la calidad del agua de consumo

Medida	Fundamento	Plan de mejora específico determinado	Responsabilidades	Fecha límite de ejecución	Estado
Aplicar medidas para controlar riesgos relacionados con <i>Cryptosporidium</i> .	<p>Se ha determinado que la contaminación por <i>Cryptosporidium</i> es un riesgo no controlado.</p> <p>La defecación del ganado en los alrededores de una boca de pozo no cercada es una posible fuente de entrada de agentes patógenos, incluido <i>Cryptosporidium</i>, cuando llueve.</p> <p>No se confía actualmente en que estos riesgos estén controlados adecuadamente.</p>	Instalar y validar un tratamiento con luz ultravioleta. La validación incluye la comparación de la eficacia teórica del tratamiento con la necesario para anular la capacidad infecciosa de <i>Cryptosporidium</i> .	Ingeniero/a, por ejemplo.	Fecha en que la medida deberá haberse completado, por ejemplo.	Por ejemplo: "en curso", "no comenzada", etc.
Aplicar medidas para controlar los riesgos ocasionados por la introducción de plaguicidas agrícolas al sistema de abastecimiento de agua.	El proceso de evaluación de riesgos ha detectado diversos plaguicidas de usos agrícolas. No se confía actualmente en que estos riesgos estén controlados adecuadamente.	<p>Instalar en la planta de tratamiento del agua un tratamiento con ozono y filtración con carbón activado granular.</p> <p>Estas medidas de control deben ser validadas mediante monitoreo intensivo y se debe comprobar, mediante monitoreo operativo, que continúan funcionando.</p>	Ingeniero/a, por ejemplo.	Fecha en que la medida deberá haberse completado, por ejemplo.	Por ejemplo: "en curso", "no comenzada", etc.
Examinar la necesidad de reducir los riesgos de contaminación del agua con virus y protozoos de sistemas de alcantarillado y, si la hay, las opciones para reducir los riesgos a niveles aceptables.	<p>Proceso de evaluación de riesgos correspondientes a la contaminación por agentes patógenos procedentes de sistemas de alcantarillado.</p> <p>No se confía actualmente en que estos riesgos se mantengan adecuadamente en niveles aceptables mediante las medidas de control existentes.</p>	Desarrollar medidas adicionales de desinfección de las aguas residuales y de tratamiento del agua aguas abajo, así como estrategias de evitación en caso necesario.	Responsable de la calidad del agua, por ejemplo.	Fecha en que la medida deberá haberse completado, por ejemplo.	Por ejemplo: "en curso", "no comenzada", etc.
Etcétera ↴					

### **Estudio de caso práctico 1: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno 5.1: Medidas correctoras en caso de dosificación inadecuada de cloro**

En general, en caso de superarse los límites críticos, se interrumpía el abastecimiento hasta que el problema se hubiera resuelto. La mayoría de los sistemas podían aplicar esta medida correctora porque disponían de suficiente agua tratada almacenada o acceso a otras fuentes de agua. No obstante, algunos sistemas que hubieran tenido dificultades para interrumpir el suministro instalaron múltiples equipos de servicio y de reserva con transferencia automática de unos a otros con objeto de reducir el riesgo de abastecimiento de agua no tratada. En general, si se fallaba el tratamiento y además no era posible proporcionar otro suministro o utilizar agua tratada almacenada, se establecía la recomendación preventiva de hervir el agua.

#### **Experiencia sobre el terreno 5.2: Revisión del plan de mejora de las instalaciones**

La mayoría de los PSA determinaron la necesidad de realizar obras en instalaciones para aumentar la fiabilidad de los sistemas y abordar sus vulnerabilidades detectadas. Generalmente, los sistemas de abastecimiento de agua de Australia eran capaces, en circunstancias normales, de suministrar agua inocua, por lo que el objetivo de la mayoría de las mejoras de las instalaciones era reducir los riesgos de averías del proceso y mejorar la fiabilidad del sistema en su conjunto. Una de las principales ventajas de los PSA fue que la probabilidad de que las mejoras de las instalaciones, identificadas mediante la aplicación de un PSA, recibieran fondos y fueran consideradas prioritarias era muy alta. Antes del uso de PSA, no solía ser tan evidente cuáles eran las verdaderas necesidades prioritarias de inversión para mejorar la calidad del agua. Además, el PSA proporcionaba una justificación de las mejoras de las instalaciones destinadas a aumentar

la fiabilidad teórica y reducir el riesgo. Anteriormente, solía reaccionarse únicamente cuando realmente llegaban a producirse acontecimientos adversos. En consecuencia, la metodología de PSA ha contribuido a impulsar una planificación de la calidad del agua más anticipativa y preventiva.

### **Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)**

#### **Experiencia sobre el terreno 5.1: Medidas correctoras en caso de dosificación inadecuada de cloro**

Muchos de los peligros determinados mediante la encuesta de hogares y de los datos de monitoreo ocasionaban escasez de cloro residual en el sistema de distribución. Esto conllevaba un riesgo alto y, por lo tanto, las medidas correctoras destinadas a optimizar la dosificación del cloro se clasificaron entre las de mayor prioridad. La escasez de cloro se asoció con la falta de conocimiento del operario sobre la dosificación apropiada, la ausencia de un monitoreo sistemático del cloro del sistema de distribución, la falta de comunicación de los resultados del monitoreo a los operarios y la percepción de que el agua de una fuente estaba limpia y, por lo tanto, requería únicamente un tratamiento mínimo. Se propusieron medidas correctoras para controlar cada uno de estos factores: se desarrolló un programa de formación de los operarios de las plantas (véase la experiencia sobre el terreno 9.1 en ALC); se creó un calendario de toma de muestras y se seleccionaron diversos lugares de monitoreo sistemático del sistema de distribución (experiencia sobre el terreno 7.1 en ALC); se desarrolló un protocolo para comunicar los resultados del monitoreo a los operarios de las plantas (experiencia sobre el terreno 7.1 en ALC); y se presentaron resultados de pruebas de calidad del agua para enfrentarse a la percepción que condujo a basar el tratamiento en la calidad del

agua de origen y no en la del agua tratada (experiencia sobre el terreno 2.2 en ALC). Las medidas correctoras eran muy detalladas y especificaban qué personas eran responsables de ellas (titulares del proceso), tareas específicas y fechas previstas de finalización.

### **Experiencia sobre el terreno 5.2: Desarrollo de un programa de educación de los consumidores**

Para varios peligros se determinó la necesidad de educar a los consumidores. La encuesta de hogares reveló que estaba extendida en la comunidad la creencia de que los manantiales y un arroyo suministraban agua de alta calidad y que, por lo tanto, ésta podía ser consumida directamente, pero los análisis de la calidad detectaron que las fuentes presentaban contaminación microbiológica. El estudio también reveló falta de conocimientos sobre el tratamiento eficaz del agua en el lugar de consumo y sobre métodos de almacenamiento doméstico de agua que eviten su contaminación. Las medidas correctoras para estos peligros se centraron en el diseño y desarrollo de un programa de educación de los consumidores. El servicio de abastecimiento de agua y el Ministerio de Salud desarrollaron conjuntamente medios apropiados para transmitir distintos mensajes, como carteles y anuncios de la administración pública en radio y televisión. De nuevo, se elaboraron planes de acción detallados que señalaron responsabilidades, tareas específicas y fechas previstas de terminación.

### **Experiencia sobre el terreno 5.3: Revisión del plan de mejora de las instalaciones**

Mediante el examen del sistema y de los peligros se determinaron ciertas necesidades de mejora de las instalaciones. En el momento del desarrollo del PSA, ya se había propuesto un plan de mejoras de las instalaciones desarrollado por el servicio de abastecimiento

de agua y financiado por un donante externo. El equipo del PSA determinó que las mejoras propuestas por el plan no reflejaban necesariamente las prioridades detectadas mediante la aplicación del PSA y no se basaban en una evaluación de las necesidades y análisis de los riesgos pormenorizados; por consiguiente, el plan presentaba ciertas deficiencias importantes. La determinación mediante el PSA de las necesidades prioritarias permitió al equipo proponer mejoras del plan, que el donante aceptó de buen grado dado que el equipo podía justificar los cambios propuestos. Se modificó el plan de mejoras de las instalaciones existente para atender a las prioridades señaladas por el equipo, y al convertir el desarrollo del plan en un proceso bien informado e impulsado por los receptores, se aumentó su posible impacto.

### **Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)**

#### **Experiencia sobre el terreno 5.1: Selección de programas de inversión**

El sistema vigente de gestión de las inversiones financieras por la autoridad reguladora exige la presentación de programas de inversión quinquenales que podrán ser apoyados por dicha autoridad siempre que las necesidades de inversión se hubieran determinado mediante la metodología de PSA. La aplicación de planes de seguridad del agua ofrece la oportunidad de desarrollar un programa de inversión integral con prioridades definidas y basado en el análisis de los riesgos. Inicialmente, algunas empresas eran reacias a compartir con la autoridad reguladora los resultados del análisis de riesgos, incluso de manera informal, pero esta tendencia se ha reducido debido a la necesidad de que la autoridad reguladora de la calidad del agua aprueben los programas de mejora que se presentarán para recibir financiación.

La evaluación de riesgos también destaca la necesidad de un buen mantenimiento de los activos, una actividad cuya financiación adecuada había sido difícil de justificar anteriormente. Hubo unos pocos casos de empresas que ya conocían los requisitos para recibir financiación para la inversión y que intentaron incorporarlos al proceso de evaluación de riesgos. Una auditoría externa de los programas de mejora debería poder detectar las evaluaciones de riesgos sesgadas.

#### **Experiencia sobre el terreno 5.2: Atención prioritaria a iniciativas relativas a las cuencas de captación**

Con el tiempo, el tratamiento del agua se ha hecho cada vez más avanzado y complejo, para enfrentarse a fuentes de agua contaminadas. Las empresas de abastecimiento de agua, que tenían escaso control sobre numerosas cuencas de captación, tenían pocas alternativas. No obstante, la metodología de PSA empieza ahora a dar más prioridad a las iniciativas relacionadas con las cuencas de captación mediante la colaboración entre empresas de abastecimiento de agua y entidades interesadas de las cuencas de captación. Tales iniciativas también requieren un planteamiento más flexible por parte de las autoridades reguladoras, ya que las ventajas probablemente tardan más en manifestarse que si se instalan plantas de tratamientos de agua, pero es probable que sean más sostenibles y que su huella de carbono sea menor.

Numerosas empresas han realizado un gran trabajo de relación en este ámbito y algunas tienen muy buenos vínculos y comunicación con la autoridad reguladora medioambientales que poseía mucha información sobre las cuencas de captación; en otros casos, dichos vínculos eran más débiles pero estaban mejorando, como consecuencia de la metodología de PSA. Muchas empresas también habían llevado a cabo iniciativas con otras partes interesadas de las cuencas de captación, en particular en el ámbito de la agricultura, en lo relativo al uso de plaguicidas y fertilizantes, y el pastoreo y la cría de animales. En algunos casos, estas iniciativas habían perdido impulso y la metodología de PSA permitió volver a estimularlas. Por ejemplo, debido a la reorganización de la red ferroviaria, debían reforzarse ciertos acuerdos previos sobre el uso de plaguicidas cerca de fuentes de agua. La metodología de PSA está contribuyendo a la participación de otras entidades involucradas de las cuencas de captación, como las autoridades responsables de los sectores de la industria, la explotación forestal, las carreteras, el ferrocarril y los aeropuertos; sin embargo, éste es un ámbito que, en opinión de las empresas de abastecimiento de agua, suele requerir mucho trabajo para concienciar a las entidades involucradas y lograr su interés.

Módulo 6

# Definición del monitoreo de las medidas de control

### Introducción

El monitoreo operativo incluye la definición y validación del monitoreo de las medidas de control y el establecimiento de procedimientos para demostrar que los controles continúan funcionando. Estas medidas deben documentarse en los procedimientos de gestión.

La definición del monitoreo de las medidas de control requiere también la inclusión de las medidas correctoras necesarias cuando no se alcanzan las metas operativas.

### Medidas clave

El número y tipo de medidas de control variará para cada sistema y será función del tipo y la frecuencia de los peligros y eventos peligrosos asociados al sistema. El monitoreo de los puntos de control es fundamental para apoyar la gestión de los riesgos demostrando que la medida de control es eficaz y que, si se detecta una desviación, pueden adoptarse medidas con tiempo suficiente para evitar poner en peligro las metas relativas a la calidad del agua.

Para que el monitoreo sea eficaz se debe determinar:

- Qué se va a monitorear
- Cómo va a monitorearse
- El momento y la frecuencia de monitoreo
- Dónde va a monitorearse
- Quién va a realizar el monitoreo
- Quién realizará el análisis
- Quién recibirá los resultados y deberá tomar medidas

### Ejemplos de parámetros para el monitoreo operativo

Mensurables: Concentraciones residuales de cloro; pH; turbidez

Observables: Integridad de las cercas o presencia de mallas para impedir la entrada de alimañas; densidad de cabezas de ganado en explotaciones agropecuarias en las cuencas de captación

El monitoreo sistemático habitualmente no se basa en complicados análisis microbiológicos o químicos, sino en observaciones y pruebas sencillas, tales como la medición de la turbidez o la comprobación de la integridad estructural de las instalaciones. Para algunas medidas de control, puede ser necesario definir “límites críticos” más allá de los cuales disminuye la confianza en la seguridad del agua. Si se producen desviaciones con respecto a estos límites críticos suele ser preciso adoptar medidas urgentes y puede ser necesario notificarlas de inmediato a la autoridad sanitaria local, aplicar un plan



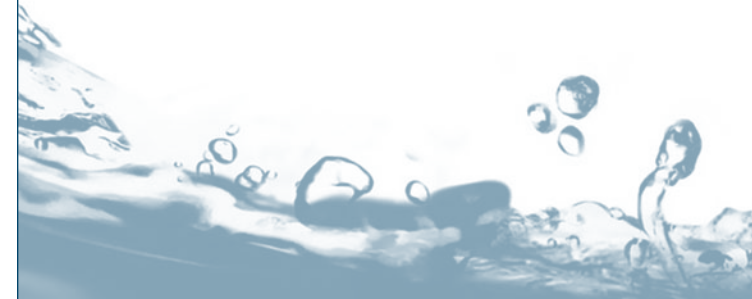


de contingencia para el suministro de agua de otra fuente, o ambas cosas. El monitoreo constituye, junto con las medidas correctoras, el sistema de control para garantizar que no se consume agua no potable. Las medidas correctoras deben ser específicas y, cuando sea posible, deberán haberse determinado previamente para permitir su aplicación rápida. Los datos de monitoreo proporcionan información importante sobre el funcionamiento del sistema de suministro de agua y deben evaluarse frecuentemente.

La evaluación periódica de los datos de monitoreo es un componente necesario del PSA, ya que su examen, mediante auditoría externa e interna, permite determinar si los controles son adecuados y también demostrar que el sistema de suministro de agua cumple las metas relativas a la calidad del agua.

### Dificultades típicas

- carencia de recursos humanos suficientes para realizar el monitoreo y los análisis;
- consecuencias económicas del aumento del monitoreo, sobre todo del monitoreo en línea;
- evaluación de los datos inadecuada o inexistente;
- cambiar la actitud de miembros del personal que están acostumbrados a realizar el monitoreo de una forma determinada;
- aportación al departamento de operaciones de los recursos necesarios para aplicar las medidas correctoras.



### Productos

1. Una evaluación de la eficacia de las medidas de control con la frecuencia pertinente
2. El establecimiento de medidas correctoras cuando el monitoreo muestra que se han superado los límites críticos o que se han producido desviaciones

**Ejemplo/instrumento 6.1: Relación de factores que deben considerarse al establecer un programa de monitoreo de las medidas de control**

- ¿Quién realizará el monitoreo?
- ¿Con qué frecuencia va a realizarse?
- ¿Quién va a analizar las muestras?
- ¿Quién va a interpretar los resultados?
- ¿Pueden los resultados interpretarse fácilmente en el momento del monitoreo u observación?
- ¿Pueden aplicarse medidas correctoras en respuesta a las desviaciones detectadas?
- ¿Se ha comprobado la relación de eventos peligrosos y peligros teniendo en cuenta el monitoreo u otros criterios pertinentes para asegurarse de que todos los riesgos significativos pueden controlarse?

\* Nota: Con frecuencia, el monitoreo de verificación (véase el módulo 7) será el monitoreo del cumplimiento que exigen los organismos reguladores o de la administración pública, en cuyo caso los parámetros y frecuencias de monitoreo se especificarán como parte de los requisitos de cumplimiento.

**Ejemplo/instrumento 6.2: Medidas correctoras**

Debe determinarse para cada control una o más medidas correctoras que impedirán el suministro de agua contaminada si el monitoreo muestra que se ha superado el límite crítico. Como ejemplos de tales eventos cabe citar: el incumplimiento de los criterios de monitoreo operativo, la eficacia deficiente de una planta de tratamiento de aguas residuales que descarga a la fuente de agua, la pluviosidad extrema en una cuenca de captación, o el derrame de una sustancia peligrosa. Son ejemplos de medidas correctoras el uso de alarmas y mecanismos de paro automático, o el cambio a otra fuente de agua durante un periodo de incumplimiento (dando al operario tiempo para corregir la desviación respecto de la situación de cumplimiento). Deben determinarse los riesgos que conlleva el uso de la otra fuente de agua y abordarse en el marco del PSA general.

**Ejemplo/instrumento 6.3: Relación de cuestiones que se deben tener en cuenta para el desarrollo de medidas correctoras**

- ¿Se han documentado adecuadamente las medidas correctoras, incluida la asignación de responsabilidades para su ejecución?
- ¿Están estas personas adecuadamente formadas y cuentan con la autorización pertinente para ejecutar las medidas correctoras?
- ¿Cuán eficaces son las medidas correctoras?
- ¿Existe un proceso de examen para analizar medidas que eviten que vuelvan a ser necesario aplicar una medida correctora?

**Ejemplo/instrumento 6.4: Requisitos de monitoreo a largo y corto plazo y medidas correctoras**

Etapa del proceso / Medida de control	Límite crítico	Qué	Dónde	Cuándo	Cómo	Quién	Medida correctora
<b>Fuente/ Control del desarrollo urbanístico en la cuenca de captación (ejemplo de monitoreo a largo plazo)</b>	<1 fosa séptica por 40 ha y ninguna a menos de 30 m del curso de agua	Aprobaciones de planes urbanísticos por el ayuntamiento	Oficinas de los ayuntamientos Inspección sobre el terreno	Cada año	En el ayuntamiento	Oficial de enlace de la cuenca de captación o cuenca hidrográfica	Solicitud a un tribunal de planificación de eliminación del sistema séptico
	Cercado para mantener a todo el ganado joven alejado de prados ribereños o no cercados	Auditorías de las prácticas de explotaciones agropecuarias	Min. de Agricultura Inspección sobre el terreno	Cada año	En el Min. de Agricultura	Oficial de enlace de la cuenca de captación o cuenca hidrográfica	Reunión con terrateniente incumplidor y negociación de programa de incentivos
<b>Tratamiento / Cloración en planta de tratamiento de agua (ejemplo de monitoreo a corto plazo)</b>	La concentración de cloro del agua al salir de la planta debe ser >0,5 y <1,5 mg/l	Residuo de desinfectante	En el lugar de entrada al sistema de distribución	En línea	Analizador de cloro	Responsable de calidad del agua	Activación del protocolo de incumplimiento de los umbrales de concentración de cloro
<b>Etcétera</b> ↓							

### **Estudio de caso práctico 1: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno 6.1: Determinación y monitoreo de medidas de control críticas**

La mayoría de las medidas de control designadas como “críticas” se asignaron a “puntos críticos de control” y se monitorearon con respecto a criterios de “límites críticos”. En la mayoría de los casos, los límites críticos se monitoreaban en línea con un sistema de control automático en respuesta a resultados adversos, o se aplicaban sistemas de telemetría que enviaban alarmas a operarios de guardia y a centros de llamadas que funcionaban las 24 horas. En la mayoría de los casos, estos sistemas eran anteriores a la aplicación del PSA, pero el PSA sirvió de foro para examinarlos y modernizarlos. Los límites críticos establecidos habituales eran la turbidez del agua filtrada, el contenido de cloro residual, la desinfección posterior a la primaria y el mantenimiento de la presión del agua en la distribución según la medida indirecta de los niveles de depósitos y las presiones de bombeo. Además, muchas entidades de abastecimiento de agua formalizaron procedimientos de monitoreo e inspección programados de aguas de alimentación y activos, como depósitos de agua. Se señalaron con frecuencia como medidas de control clave procedimientos sanitarios para prácticas de reparación e instalación de conductos de agua, y en ocasiones se clasificaron como puntos críticos de control. La aplicación de PSA solía renovar la prioridad asignada a los sistemas de prevención de contraflujo, y la mayoría de las entidades de abastecimiento que contaban con PSA tenían programas activos de prevención de contraflujo con normas diversas en función del riesgo de contraflujo existente en el lugar al que se suministraba agua.

#### **Experiencia sobre el terreno 6.2: Monitoreo operativo de los procesos de tratamiento**

Para el monitoreo operativo de los procesos de tratamiento se utilizaban habitualmente instrumentos calibrados en línea conectados con sistemas SCADA (un sistema informáticos

utilizado para monitorear y controlar un proceso). Normalmente, se establecían niveles de alarma de advertencia temprana, además de los desencadenantes de situaciones de emergencia. Las alarmas habitualmente avisaban a operarios del sistema para que atendieran la planta y con frecuencia ponían en marcha procesos automáticos que interrumpían el suministro de agua al depósito de agua tratada. En la práctica, los sistemas automáticos de monitoreo daban mucho trabajo, por las dificultades que ocasionaba la selección de instrumentos y sistemas de control confiables. No obstante, la mayoría de las empresas de abastecimiento continuaron trabajando en la instalación de estos sistemas hasta que fueron suficientemente confiables, y continúan mejorándolos en previsión de las necesidades futuras, conforme maduran sus PSA. La mayoría de los sistemas se diseñaron con múltiples niveles de advertencia para evitar toda posibilidad de suministro de agua no tratada. Por ejemplo, los sistemas frecuentemente desencadenaban mecanismos de paro automático o derivación a sistemas de reserva, y habitualmente había alarmas de advertencia temprana que proporcionaban tiempo para solucionar los problemas antes de que afectaran a los clientes.

#### **Experiencia sobre el terreno 6.3: Monitoreo operativo en la red de distribución**

El mantenimiento de una presión continua y bastante alta en todo el sistema de distribución y en todo momento es una práctica común en los centros urbanos de Australia. Aunque se da por sentado, el mantenimiento de una presión positiva, monitoreada mediante sensores del nivel de agua en depósitos y mediante transductores de presión en puntos clave de la red de distribución, proporciona un control muy eficaz de la calidad del agua. La mayoría de los sistemas cuentan con una presurización excepcionalmente fiable en toda la red, con sistemas telemétricos de alarma conectados a sistemas SCADA para alertar a los operarios del sistema si la presión de cualquier estación de bombeo o el nivel del agua de cualquier embalse de servicio sobrepasa determinados umbrales mínimos críticos. Si se detectan zonas de presión baja gracias a

los avisos de los usuarios, se toman las medidas pertinentes en las operaciones o las infraestructuras y no se toleran presiones bajas o nulas en los lugares de consumo. En algunas zonas aisladas, las restricciones de agua por efecto de la sequía ocasionaron episodios sin precedentes de caudales máximos y presiones bajas en zonas altas cuando todos los usuarios regaban sus jardines simultáneamente durante el horario restringido de riego. Para aliviar este efecto, se han aplicado sistemas de riego alternativo en fincas según tuvieran número par o impar. El mantenimiento de una presión suficiente en todo momento es un requisito de servicio normal que están obligados a ofrecer todos los proveedores de agua de las grandes urbes australianas. Los depósitos de agua y las estaciones de bombeo suelen monitorearse periódicamente y suelen estar completamente vallados, techados, y protegidos contra la entrada de personas no autorizadas y alimañas. Cada vez está más extendido el monitoreo automático de la concentración residual de desinfectante en la red, pero su mantenimiento y gestión no son tan fiables como los del monitoreo de la presión. Una proporción considerable de la mayoría de los sistemas de distribución carece sistemáticamente de una concentración residual de desinfectante eficaz. No obstante, gracias a la fiabilidad de la presurización, en la mayoría de los casos esto no se considera un peligro para la salud y la situación se tolera generalmente. Algunos sistemas que aplican PSA ni siquiera aportan una concentración residual de desinfectante y utilizan únicamente desinfección mediante luz UV. En climas muy cálidos con tuberías largas, las concentraciones residuales de desinfectante se monitorean y mantienen de forma sistemática para evitar la proliferación de bacterias en los sistemas de distribución. Los dispositivos de prevención del contraflujo verificables que protegen a los sistemas de abastecimiento de agua de conexiones con peligro alto y medio suelen comprobarse anualmente y la entidad suministradora de agua suele mantener registros de estas pruebas y examina activamente los casos en que no se notifican resultados positivos.

## Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)

### Experiencia sobre el terreno 6.1: Determinación y monitoreo de medidas de control críticas

Para las medidas de control clave correspondientes a los peligros señalados en el módulo 3, se estableció un plan de monitoreo en el que se indicó un intervalo operativo aceptable para cada parámetro, se determinaron los lugares de monitoreo oportunos, se estableció un calendario de monitoreo, y se designaron responsabilidades. También se establecieron medidas correctoras que debían tomarse si el monitoreo revelase que un parámetro estaba fuera del intervalo aceptable. El monitoreo de medidas de control críticas (monitoreo operativo) facilitó el reconocimiento por los operarios y administradores de las plantas de causas probables de incumplimiento que podrían determinarse mediante el monitoreo del cumplimiento.

### Experiencia sobre el terreno 6.2: Monitoreo operativo de los procesos de tratamiento

El equipo del PSA determinó que las medidas de control críticas que debían monitorearse eran la coagulación/floculación/sedimentación, la filtración y la cloración. Para juzgar la eficacia de la coagulación, se determinó la medición periódica de la turbidez a la salida del tanque de sedimentación; para monitorear la eficacia de la filtración, también se midió la turbidez tras la filtración; y para juzgar la eficacia de la dosificación de cloro, se midió la concentración residual de cloro en la entrada al sistema de distribución. Los operarios de la planta realizaban el monitoreo y notificaban los resultados cada mes —o inmediatamente, si el resultado estaba fuera del intervalo establecido— a la dirección de la entidad de abastecimiento de agua. Antes de desarrollarse el PSA, estos parámetros críticos de control rara vez se medían ni registraban. Como los registros de datos no se examinaban y no se informaba a los operarios de la planta sobre los resultados, éstos no veían la utilidad de conservar

ni notificar los datos del monitoreo. Se estableció un calendario de distribución de informes sobre las operaciones de cada una de las plantas de tratamiento del servicio de abastecimiento de agua. Al informar a los operarios de las plantas, se aumentaba su grado de responsabilidad y adherencia al protocolo y se les daba a conocer los posibles cambios o preocupaciones relativos a la calidad del agua.

### **Experiencia sobre el terreno 6.3: Monitoreo operativo en la red de distribución**

La insuficiente presión del agua en el sistema de distribución, ocasionada por fugas en tuberías y conexiones no autorizadas, hacía que el suministro de agua no fuera uniforme y permitía la entrada de contaminantes microbiológicos y químicos. Por consiguiente, se determinó que el mantenimiento de la presión de agua era una medida de control crítica. Se instalaron manómetros en puntos estratégicos a lo largo de la red de distribución, se estableció un plan de monitoreo y registro de datos por los operadores, y la información de monitoreo era examinada mensualmente por la dirección de la entidad de abastecimiento. Este sistema, que aumentaba la concienciación de los operarios y la supervisión

por sus superiores, mejoró la asunción de responsabilidades y el cumplimiento del protocolo y garantizó que los operarios estuvieran mejor informados sobre incidencias relativas a la presión del agua que exigieran la adopción inmediata de medidas correctoras.

### **Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)**

#### **Experiencia sobre el terreno 6.1: Elaboración de una estrategia clara de monitoreo operativo**

El monitoreo operativo era una parte normal y extensa de los procedimientos de las empresas de abastecimiento de agua y generalmente se había incluido y examinado como parte de la aplicación de los PSA. Una ventaja de los PSA es que la metodología exige una estrategia clara de monitoreo operativo con responsabilidades definidas para valorar su importancia para la seguridad de la producción y la distribución de agua potable y para determinar el modo en que se programa y evalúa. Esto permite superar la tendencia a realizar pruebas irrelevantes.

Módulo 7

# Verificación de la eficacia del PSA

### **Introducción**

La aplicación de un procedimiento formal de verificación y auditoría del PSA garantiza su funcionamiento correcto. La verificación comprende tres actividades que se realizan simultáneamente para demostrar que el PSA funciona eficazmente. Son las siguientes:

- monitoreo del cumplimiento;
- auditoría interna y externa de las actividades operativas;
- satisfacción de los consumidores.

La verificación debe demostrar que el diseño y la operación del sistema son tales que es capaz de suministrar sistemáticamente agua de la calidad especificada para alcanzar las metas de protección de la salud. En caso contrario, deberá revisarse y aplicarse el plan de mejora o modernización.

### **Medidas clave**

#### **Monitoreo del cumplimiento**

Todas las medidas de control deben contar con un régimen de monitoreo definido claramente que valide su eficacia y la compare con límites establecidos. El organismo de suministro de agua debería esperar que los resultados del monitoreo de verificación fueran coherentes con las metas relativas a la calidad del agua. En caso de obtenerse resultados inesperados, es preciso diseñar planes de aplicación de medidas correctoras para corregir la situación y comprender qué la ha motivado. Las frecuencias del monitoreo de verificación serán función del nivel de confianza que exija el organismo de suministro de agua y las autoridades reguladoras pertinentes. El régimen de monitoreo debe incluir un examen cada cierto tiempo y cuando se realicen cambios, planificados o no, en el sistema de suministro.

#### **Auditoría interna y externa de las actividades operativas**

La realización de auditorías rigurosas ayuda a mantener la ejecución práctica de un PSA, garantizando que se controlan la calidad del agua y sus riesgos. Las auditorías pueden comprender exámenes internos y exámenes externos por autoridades reguladoras o por auditores independientes calificados. Su función puede ser tanto de evaluación como de comprobación del cumplimiento. La frecuencia de las auditorías para la verificación serán función del nivel de confianza que exija el organismo de suministro de agua y las autoridades reguladoras pertinentes, pero deben realizarse auditorías periódicamente.





**Satisfacción de los consumidores**

La verificación incluye la comprobación de que los consumidores están satisfechos con el agua suministrada. Si no lo están, hay riesgo de que utilicen otras fuentes menos seguras.

**Dificultades típicas**

- carencia de auditores externos capacitados calificados en materia de PSA;
- carencia de laboratorios calificados para tratar y analizar las muestras;
- carencia de recursos humanos y financieros;
- desconocimiento del grado de satisfacción de los consumidores o de sus reclamaciones.

**Productos**

1. Confirmación de que el propio PSA es correcto y pertinente
2. Pruebas de que el PSA se aplica en la práctica según lo previsto, y de que funciona eficazmente
3. Confirmación de que la calidad del agua se ajusta a las metas definidas

**Ejemplo/instrumento 7.1: Parámetros que pueden incluirse en programas sistemáticos de monitoreo de verificación**

Para la verificación de la calidad microbiológica del agua, se monitorea generalmente la presencia de microorganismos indicadores. El sistema de verificación más ampliamente utilizado es el análisis de la presencia de la bacteria indicadora fecal *E. coli* o de coliformes termotolerantes en puntos representativos del sistema de suministro de agua. Otros indicadores pueden ser más adecuados para verificar que el agua no contenga virus o protozoos patógenos fecales. Para el monitoreo operativo e investigativo pueden utilizarse otros instrumentos, como los recuentos de heterótrofos en placa, o el análisis de *Clostridium perfringens*, para comprender mejor el sistema de suministro de agua.

La verificación de los parámetros químicos se realiza preferiblemente mediante su medición directa y no mediante el uso de indicadores. La mayoría de los peligros de tipo químico no es probable que estén presentes en concentraciones peligrosas a corto plazo, de modo que las frecuencias de verificación (que suelen ser trimestrales o, en ocasiones, semestrales) pueden ser menores que las aplicadas para microorganismos.

Se pueden monitorear medidas cuantitativas y cualitativas del sabor y el olor para garantizar el buen estado de la red de distribución y de las instalaciones de los consumidores.

**Ejemplo/instrumento 7.2: Relación de factores que deben considerarse al establecer un programa sistemático de monitoreo de verificación (Un programa de verificación dirigido por el servicio de abastecimiento de agua puede proporcionar un nivel de confianza adicional, complementando los parámetros y frecuencias de monitoreo establecidos en la reglamentación.)**

- ✓ diseño, en caso pertinente, de un programa de monitoreo de verificación conforme con los requisitos establecidos en la reglamentación;
- ✓ designación del personal adecuado para realizar funciones de monitoreo;
- ✓ establecimiento de un sistema de comunicación entre miembros del personal de monitoreo;
- ✓ designación de los analistas adecuados;
- ✓ comprobación de que se eligen los puntos de monitoreo adecuados;
- ✓ comprobación de que la frecuencia de monitoreo es adecuada;
- ✓ comprobación de que los resultados se interpretan, y de que si son deficientes o inusuales se investigan;
- ✓ establecimiento de un sistema para garantizar la notificación periódica de los resultados a la entidad reguladora pertinente.

**Ejemplo/instrumento 7.3: Auditoría del propio PSA y de su aplicación**

Además del análisis de la calidad del agua, la verificación debería incluir una auditoría del PSA y de la práctica operativa para demostrar el cumplimiento y buenas prácticas. Los auditores señalarán posibilidades de mejora, como aspectos de los procedimientos que no se aplican correctamente, o bien que los recursos son insuficientes, que las mejoras previstas son poco prácticas, o que se precisa formación o motivación del personal.

La forma en que se realiza la auditoría es importante para la eficacia del PSA y muestra su importancia. Es fundamental que el auditor conozca pormenorizadamente el suministro de agua de consumo y que sea testigo, en persona, de los propios procedimientos, no sólo de registros de los mismos. Los registros pueden contener en ocasiones información incorrecta y, en algunos casos, indicar el funcionamiento correcto de equipos que, en la práctica, no funcionan, lo que puede hacer peligrar la inocuidad del agua y ocasionar brotes de enfermedades transmitidas por el agua.

#### Ejemplo/instrumento 7.4: Relación de factores que deben tenerse en cuenta para garantizar que se obtiene toda la información pertinente durante una auditoría

- ✓ se tienen en cuenta todos los peligros y eventos factibles;
- ✓ se han señalado medidas de control adecuadas para cada evento;
- ✓ se han establecido procedimientos de monitoreo adecuados;
- ✓ se han establecido límites críticos para cada medida de control;
- ✓ se han determinado medidas correctoras;
- ✓ se ha establecido un sistema de verificación.

#### Ejemplo/instrumento 7.5: Plan de monitoreo operativo y de verificación (de Jinga, en Uganda)

Proceso	Monitoreo operativo (véase el módulo 6)			Monitoreo de verificación		
	Qué	Cuándo	Quién	Qué	Cuándo	Quién
Instalaciones de tratamiento	Medición en línea: – pH – Cloro	Cada día	Operarios del tratamiento del agua / analista	<i>E. coli</i>	Cada semana	Analista
				Enterococos	Cada semana	
				Auditoría de los registros	Cada semana	
	Registros de pruebas de jarras ( <i>jar test</i> )	Cada semana				
	Turbidez	Cada día				
	Registros de dosificación	Cada mes				
Sistema de distribución	pH	Cada semana		<i>E. coli</i>	Cada semana	
	Turbidez	Cada semana		Turbidez	Cada semana	
	Cloro	Cada semana		Enterococos	Cada semana	
	Inspección sanitaria	Cada semana				
Etcétera ↴						

### **Estudio de caso práctico 1: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno 7.1: Monitoreo del cumplimiento**

Por lo general, los servicios de abastecimiento de agua no habían hecho cambios significativos en su sistema de monitoreo de verificación como resultado de la introducción de los PSA. En general, éste era un aspecto al que se prestó mucha atención en la reglamentación del suministro de agua durante muchas décadas antes de que aparecieran los PSA. Tanto el monitoreo de la satisfacción de los usuarios como los análisis de la calidad del agua eran prácticas bien establecidas y sus resultados se hacían públicos. Los PSA han puesto el acento en la prevención y en la mejora del monitoreo operativo, pero no han alterado significativamente el monitoreo de verificación. La principal modificación ha sido rebautizar el monitoreo de las reclamaciones de consumidores y los análisis de la calidad del agua como “monitoreo de verificación”. Otra consecuencia de los PSA ha sido asignar a los análisis de verificación la función de confirmación, mientras que anteriormente las actividades de verificación se centraban en la gestión de la calidad del agua.

#### **Experiencia sobre el terreno 7.2: Creación de sistemas para realizar auditorías internas y externas**

Uno de los cambios principales que han introducido los PSA ha sido la auditoría de la gestión de la calidad del agua. La realización de auditorías internas, y cada vez más, externas, se está generalizando en la mayoría de los servicios de abastecimiento de agua de Australia, que actualmente se someten al escrutinio de auditores externos con periodicidad aproximadamente anual. Durante el año anterior, se había implantado un nuevo sistema de auditoría de la gestión de la calidad del agua, y se contaba con un grupo cada vez numeroso de auditores especializados. Algunos servicios de abastecimiento de agua se han mostrado reticentes a la auditoría externa, pero las autoridades reguladoras las están imponiendo cada vez más como parte de sus funciones de supervisión.

#### **Experiencia sobre el terreno 7.3: Selección de normas reglamentarias adecuadas**

Todas las jurisdicciones (estados y territorios) han introducido, o lo están haciendo, la aplicación de PSA como requisito en los principales servicios públicos de abastecimiento de agua. El estado de Victoria fue el primero en hacerlo, por medio de la ley sobre la seguridad del agua de consumo (*Safe Drinking Water Act*) de 2003, y otros estados han establecido los mismos requisitos (o los están tramitando) mediante leyes, reglamentos o licencias. Es probable que en 2015 todos los servicios públicos de abastecimiento de agua a las zonas urbanas de todos los estados y territorios de Australia hayan aplicado PSA sujetos a auditoría por las autoridades reguladoras. Las primeras auditorías se realizaron en Victoria en 2008, tras haberse cumplido el plazo previsto para la plena entrada en vigor de la ley. Otros estados y territorios están siguiendo el mismo camino.

### **Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)**

#### **Experiencia sobre el terreno 7.1: Desarrollo de un plan de monitoreo del cumplimiento**

Tras reunir y examinar los datos de monitoreo de la calidad del agua para evaluar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua entubada (véase la experiencia sobre el terreno 2.2 en ALC), resultó evidente que los operarios no estaban aplicando de forma sistemática el protocolo del servicio de abastecimiento de agua para analizar, registrar y notificar información sobre la calidad del agua tratada.

Había abundantes lagunas en los datos y los datos que sí estaban disponibles nunca se habían resumido ni examinado sistemáticamente para comprobar el cumplimiento de las normas sobre calidad del agua y conformar decisiones sobre las operaciones. Además, la mayoría de las muestras se habían analizado en un laboratorio remoto y nunca se informó a los operarios sobre los resultados,

privándoles de información importante sobre las operaciones de la planta. Estas desviaciones del protocolo se atribuyeron a la disponibilidad limitada de personal que pudiera realizar las pruebas y analizar los resultados, al coste del transporte de las muestras al laboratorio remoto, a la escasez de reactivos necesarios para las pruebas y a la carencia de un sistema de rendición de cuentas (tanto internas como externas). El equipo del PSA acordó que debía darse la máxima prioridad a la eliminación de estos obstáculos, dado que el conocimiento de la calidad del agua que se produce es fundamental para el abastecimiento de agua inocua. Se enmendó el plan de monitoreo del cumplimiento para incluir instrucciones detalladas sobre la obtención, anotación, ordenación y análisis de datos, así como para la notificación de los resultados a los operarios. La nueva versión del plan de monitoreo también describe las medidas internas que se han de tomar cuando los resultados indican el incumplimiento de las normas sobre calidad del agua.

### **Experiencia sobre el terreno 7.2: Creación de sistemas para realizar auditorías internas y externas**

Cuando se inició el proceso de desarrollo de los PSA, no había un sistema formal para realizar auditorías internas y externas de la calidad del agua o de las operaciones y prácticas de gestión de la entidad de abastecimiento. Por consiguiente, la entidad de abastecimiento carecía de un sistema de rendición de cuentas y los procedimientos establecidos no se tenían habitualmente en cuenta. Para abordar estos problemas, la entidad de abastecimiento elaboró un plan para la presentación de informes mensuales sobre la calidad del agua (creado como parte del plan de monitoreo del cumplimiento descrito en la experiencia sobre el terreno 7.1 en ALC) a altos responsables de la entidad de abastecimiento y al Ministerio de Salud. Se espera que este sistema de presentación de informes internos y externos sobre los datos de calidad del agua fomente el monitoreo permanente del cumplimiento y facilite la supervisión por las autoridades reguladoras. Para garantizar que

también se cumplen de forma sistemática los demás procedimientos clave descritos en el PSA, la entidad de abastecimiento de agua elaboró, en colaboración con el Ministerio de Salud, otro plan, más completo, de auditoría interna y externa del PSA. Este plan conlleva la realización de exámenes internos semestrales por altos directivos de la entidad de abastecimiento y exámenes externos anuales por el Ministerio de Salud. Aunque estas auditorías examinan todo el PSA, se centran en particular en los procedimientos operativos normalizados (incluidos los planes de monitoreo operativo y de monitoreo del cumplimiento), los programas de formación de operarios y los planes de actuación para controlar los peligros de prioridad alta. Además de mejorar el cumplimiento de los planes y procedimientos establecidos, se prevé que estas auditorías mejoren la comunicación en el seno de la entidad de abastecimiento y entre ésta y el organismo regulador.


### **Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)**

#### **Experiencia sobre el terreno 7.1: Verificación por medio del cumplimiento y auditorías**

Generalmente, la verificación de la eficacia de la metodología de PSA se realiza mediante el cumplimiento de los requisitos reglamentarios relativos a la calidad del agua de consumo, el tratamiento y el uso de materiales y sustancias químicas.

La autoridad reguladora de la calidad del agua de consumo actuaran como auditor externo del PSA. No prevé, normalmente, auditar los PSA de una empresa en su totalidad, pero determinados componentes se analizarán en otras de sus demás auditorías, incluidos la evaluación del cumplimiento, rastros de auditoría de muestras de agua, investigaciones de incidentes, inspecciones de las instalaciones, reclamaciones de los consumidores y relación con entidades interesadas.



A high-speed photograph of water splashing, creating a dynamic, blue-toned scene with numerous droplets and ripples. The water is captured in mid-air, creating a sense of movement and freshness. The background is a soft, out-of-focus white and light blue.

Módulo 8

# Elaboración de procedimientos de gestión

### **Introducción**

Un PSA debe incorporar, como componente integral, procedimientos de gestión claros que documenten las medidas que deben tomarse cuando el sistema funciona en condiciones normales (procedimientos operativos normalizados, o PON), y cuando se ha producido un “incidente” (medidas correctoras). Los procedimientos deben estar redactados por empleados experimentados y deben actualizarse cuando sea necesario, sobre todo cuando se aplique el plan de mejora o modernización y como resultado del examen de incidentes, situaciones de emergencia y cuasi emergencias. Es preferible entrevistar a los empleados y asegurarse de que sus actividades están recogidas en la documentación. Esto ayuda también a fomentar la responsabilidad y, en último término, la ejecución de los procedimientos.

### **Medidas clave**

Es fundamental documentar todos los aspectos del PSA. Los procedimientos de gestión son las medidas que deben tomarse durante condiciones de funcionamiento normales, y explican detalladamente las etapas que deben seguirse en caso de producirse “incidentes” específicos que pudieran ocasionar una pérdida de control del sistema. El personal directivo tiene la responsabilidad de asegurarse de que los procedimientos se mantienen actualizados y en su sitio, de mantener a los operarios y el personal directivo conectados e involucrados, de ayudar a las personas a tomar “la decisión correcta”, de proporcionar recursos suficientes y de asegurarse de que las personas están dispuestas a informar en lugar de ocultar la información por miedo a represalias. También es importante que haya un ciclo de examen y actualización eficiente y periódico.

Si el monitoreo detecta que un parámetro de un proceso está fuera de los límites críticos u operativos especificados, es preciso tomar medidas para corregir la desviación y restaurar el funcionamiento normal de la operación. Una parte importante del PSA es el desarrollo de medidas correctoras que determinan la respuesta operativa específica requerida tras producirse desviaciones con respecto a los límites establecidos.

Si se producen eventos, incidentes o desviaciones imprevistos para los que no se hayan dispuesto medidas correctoras deberá aplicarse un plan de emergencia genérico. Este plan contará con un protocolo para la evaluación de la situación y la determinación del tipo de situaciones para las que es preciso activar el plan de respuesta de emergencia. Es también importante evaluar las cuasi emergencias, ya que podrían indicar que es probable una emergencia futura.





Tras una emergencia, debe realizarse una investigación en la que participe todo el personal para debatir el desempeño, evaluar si los procedimientos actuales son adecuados, y abordar los posibles problemas o preocupaciones. También deberán elaborarse los documentos e informes pertinentes acerca de la situación de emergencia. El examen de la causa de la emergencia o cuasi emergencia y la respuesta a la misma puede indicar la necesidad de enmendar los protocolos, evaluaciones de riesgos y PSA existentes (véase el módulo II).

### Dificultades típicas

- mantener los procedimientos actualizados;
- asegurarse de que el personal conoce los cambios realizados;
- obtener información sobre cuasi emergencias.

El ejemplo/instrumento 8.1 muestra un esquema general que puede utilizarse para comenzar el desarrollo de una lista de los PON que serían típicos de un servicio de abastecimiento de agua. Es imposible enumerar todos los PON que se necesitarían en una instalación, dada la diversidad de procesos que puede haber en diferentes instalaciones, pero es posible enumerar los PON prioritarios y, una vez documentados, elaborar los PON adicionales necesarios y añadirlos a la documentación. Los PON deben elaborarse de forma que puedan revisarse en caso necesario.



### Productos

Procedimientos de gestión para condiciones normales y de incidentes o emergencias que comprenden:

- medidas de respuesta;
- monitoreo operativo;
- responsabilidades del servicio de abastecimiento de agua y de otras entidades involucradas;
- protocolos y estrategias de comunicación, incluidos los procedimientos de notificación y la información de contacto del personal;
- responsabilidades sobre las medidas de coordinación que deben tomarse en una emergencia;
- un plan de comunicación para alertar e informar a los usuarios del agua y a otras entidades involucradas (por ejemplo, a los servicios de emergencia);
- un programa para examinar y enmendar la documentación cuando sea oportuno;
- planes para proporcionar y distribuir agua en situaciones de emergencia.

**Ejemplo/instrumento 8.1: Procedimientos operativos normalizados típicos de un servicio de abastecimiento de agua**

Categoría	Subcategoría	Procedimiento operativo normalizado
Examen general de las operaciones de la instalación	Tareas e información generales	Rondas diarias Seguridad en el recinto de la instalación Mantenimiento de registros Procedimientos de presentación de informes Procedimientos sobre prevención de la contaminación cruzada, para operarios
	Toma de muestras	Procedimiento de toma de muestras
	Respuesta en situaciones de emergencia	Cortes del suministro eléctrico
Toma de agua y pretratamiento	Agua cruda	Operación de válvulas Tamizado
	Medición del caudal	Calibrado de instrumentos de medición
	Operación de bombas	Operación de cambio de bomba de servicio Operación de aumento o disminución de la potencia de bombeo
Procedimiento de dosificación		
Procedimiento de desinfección		
Etcétera ↴		

Si el monitoreo detecta una desviación con respecto a un límite operativo o crítico, deberán aplicarse medidas correctoras.

**Ejemplo/instrumento 8.2: Relación de procedimientos de gestión (o medidas correctoras) para enfrentarse a incidentes**

- ✓ responsabilidades e información de contacto de miembros clave del personal y otros involucrados;
- ✓ descripción clara de las medidas pertinentes en caso de producirse una desviación;
- ✓ ubicación e identidad de los PON y equipos necesarios;
- ✓ ubicación de los equipos de reserva;
- ✓ información logística y técnica de interés.

También es preciso documentar los procedimientos de control de la calidad para cuantos aspectos del PSA sea posible. Por ejemplo, todas las mediciones relativas a medidas de control deben someterse a los procedimientos pertinentes de control de la calidad, como control analítico interno y externo de los laboratorios. (Esto también puede formar parte de un “programa complementario”.)

#### **Ejemplo/instrumento 8.3: Relación de características y sistemas relacionados con la gestión de personas que facilitarán el éxito continuado del PSA**

- ✓ elegir parámetros significativos sobre los que informar;
- ✓ contar con un sistema de notificación de fallos bien definido y eficiente;
- ✓ informar sobre los eventos a responsables directivos de nivel superior para que se mantengan involucrados;
- ✓ diseñar auditorías “respetadas” centradas en aspectos en los que es probable que haya autocomplacencia y que producen consecuencias adversas;
- ✓ observar el modelo de “no culpabilización” en el que la responsabilidad del fallo se comparte entre los participantes en el sistema;
- ✓ contar con un mecanismo accesible a todos de presentación de sugerencias de mejora, análisis e interpretación del riesgo y cuestionamiento de las prácticas en vigor;
- ✓ asegurarse de que todos los procedimientos están firmados por responsables superiores. Este es un componente importante del mecanismo de mejora continua.

#### **Ejemplo/instrumento 8.4: Procedimientos de gestión en situaciones de emergencia**

Durante una emergencia puede ser necesario modificar el tratamiento del agua de las fuentes habituales o bien recurrir temporalmente a otra fuente de agua. Puede ser necesario aumentar la desinfección en la fuente o contar con un tratamiento de desinfección adicional (por ejemplo, la recloración) durante la distribución. Los procedimientos para una situación de emergencia como esta deben estar documentados.

#### **Ejemplo/instrumento 8.5: Relación de aspectos clave que deben abordar los procedimientos de gestión en situaciones de emergencia**

- ✓ medidas de respuesta, incluido un aumento del monitoreo;
- ✓ definición de responsabilidades y autoridades, tanto las internas de la organización como las externas a la misma;
- ✓ planes para el suministro de agua en situaciones de emergencia;
- ✓ protocolos y estrategias de comunicación, incluidos procedimientos de notificación (interna, al organismo regulador, a los medios de comunicación y a la población);
- ✓ mecanismos para aumentar la vigilancia de la salud pública;
- ✓ ensayo periódico del procedimiento de emergencia.

### **Estudio de caso práctico 1: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno 8.1: Desarrollo de procedimientos operativos normalizados (PON)**

En general, el sector australiano de abastecimiento de agua era bastante informal y contaba con escasos procedimientos y documentación formales. Por consiguiente, la mayoría de los PSA incluyen algunos documentos adicionales asociados. No obstante, la falta de formalidad era en parte reflejo de la amplia y prolongada experiencia de la mayoría de los operarios de los sistemas de abastecimiento de agua, lo que hacía que los procedimientos escritos fueran menos importantes que la experiencia acumulada y la formación sobre el terreno. En general, los procedimientos que han sido desarrollados para los PSA australianos son descripciones concisas de lo que debe lograrse más que procedimientos detallados sobre cómo lograr tales objetivos. Por lo general, se confía en la formación, experiencia y criterio de los operarios, en lugar de en la aplicación de procedimientos documentados. No obstante, en los casos en que grandes partes de las operaciones de abastecimiento de agua se subcontratan, la mayoría de las autoridades han elaborado procedimientos detallados que pueden utilizarse para medir y evaluar las actividades de los contratistas.

### **Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)**

#### **Experiencia sobre el terreno 8.1: Desarrollo de procedimientos operativos normalizados (PON)**

El equipo del PSA acordó que los PON fueran un aspecto al que se prestaría atención crítica durante el desarrollo del PSA. Los operarios de las plantas de tratamiento y el personal de mantenimiento de los sistemas de distribución no disponían de ningún documento de referencia que les informara y guiara en sus actividades cotidianas. La orientación sobre las operaciones se proporcionaba mediante instrucciones verbales de los supervisores y con frecuencia era

incompleta y no bien comprendida. Se determinó que la inexistencia de procedimientos operativos detallados y claramente definidos era una gran obstáculo para el suministro de agua inocua y se consideró también que afectaba adversamente a la participación y la moral del personal del sistema de abastecimiento. Por consiguiente, se invirtió bastante tiempo y energía en el desarrollo de los PON. Se elaboraron PON específicos para el sistema adaptando los de otro sistema de la región a la infraestructura, marco institucional, prioridades y limitaciones de la entidad de abastecimiento. Los PON contienen información sobre contaminantes físicos, químicos y microbiológicos clave preocupantes y sobre la función de cada proceso de tratamiento en su eliminación o inactivación. Los PON contienen también orientación sobre la optimización de las operaciones de la planta de tratamiento, como el modo de determinar la dosis de sulfato de aluminio y el pH más eficaces para la coagulación, de reconocer indicadores de la necesidad de descolmar los filtros y sustituir los medios de filtración, y de asegurarse de que la dosis y tiempo de contacto de cloro son suficientes para destruir los microorganismos patógenos. El plan de monitoreo de las medidas de control y el de monitoreo del cumplimiento (véanse las experiencias sobre el terreno 6.1 y 7.1 en ALC) son también componentes importantes de los PON.

#### **Experiencia sobre el terreno 8.2: Retraso de la elaboración de planes de respuesta de emergencia debido a limitaciones de recursos**

El equipo del PSA tomó la decisión de no elaborar un plan formal de respuesta a los incidentes y emergencias durante la primera iteración del desarrollo del PSA, para centrar sus esfuerzos en otros aspectos. Los miembros del equipo simplemente no disponían de tiempo suficiente para realizar de forma adecuada cada una de las tareas recomendadas en el Manual, de modo que fue necesario establecer prioridades. Dado que las operaciones de la entidad de abastecimiento eran tales que el incumplimiento de la mayoría de los objetivos de calidad del agua era la norma más que la excepción, el sistema de suministro de agua estaba, de hecho,

en una situación permanente de emergencia. La recomendación a los consumidores de hervir el agua estaba permanentemente en vigor y existía un sistema para reforzar la recomendación permanente con anuncios públicos adicionales del Ministerio de Salud siempre que el muestreo revelaba una calidad del agua particularmente deficiente. Si bien los miembros del equipo del PSA reconocieron posibles formas de mejorar el plan de respuesta básico, determinaron que la mejor forma de apoyar al sistema de suministro de agua sería centrandose en los recursos limitados en la mejora de la calidad del agua. Conforme vaya mejorando la calidad del agua mediante medidas establecidas por el PSA y la experiencia adicional, la entidad de abastecimiento abordará las lagunas del plan de respuesta en revisiones subsiguientes del PSA (véase la experiencia sobre el terreno 10.1 en ALC).

### **Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)**

#### **Experiencia sobre el terreno 8.1: Revisión de los procedimientos para incorporar los productos del PSA**

Las empresas suministradoras de agua ya disponían de procedimientos de gestión y PON de calidad. El reto era modificarlos en consonancia con los productos del PSA y considerar estos procedimientos como parte de dicho plan.





Módulo 9

# Elaboración de programas complementarios

### **Introducción**

Los programas complementarios son actividades que fomentan el desarrollo de las capacidades y conocimientos de las personas, su compromiso con la metodología de PSA, y su capacidad de gestionar los sistemas para suministrar agua potable. Estos programas suelen estar relacionados con la formación, y la investigación y desarrollo. Pueden comprender también actividades que apoyan indirectamente la seguridad del agua; por ejemplo, las que conducen a la optimización de procesos, como la mejora del control de la calidad en un laboratorio. Es posible que este tipo de programas ya existan, pero a menudo se olvida incluirlos como componentes del PSA o no se tiene en cuenta su importancia. Otros ejemplos de actividades son los cursos de actualización de conocimientos; actividades como el calibrado de equipos, el mantenimiento preventivo, y actividades relativas a la higiene y saneamiento; y aspectos jurídicos como un programa para comprender las obligaciones de la organización en materia de cumplimiento. Es fundamental que las organizaciones comprendan sus obligaciones y responsabilidades y que apliquen programas para abordar estas cuestiones.

### **Medidas clave**

- determinar qué programas complementarios se necesitan para aplicar la metodología de PSA;
- examinar y, en caso necesario, modificar los programas complementarios existentes;
- elaborar otros programas complementarios para salvar las lagunas de conocimientos o de capacidades del personal que pudieran obstaculizar la ejecución del PSA en tiempo oportuno.

### **Dificultades típicas**

- recursos humanos;
- equipos;
- recursos financieros;
- apoyo de la dirección;
- no reconocer determinados procedimientos y procesos como parte del PSA.



### **Productos**

Programas y actividades que garantizan la integración de la metodología de PSA en las operaciones del servicio de abastecimiento de agua.



Los programas complementarios incluyen: formación del personal pertinente en todos los aspectos de la elaboración y ejecución del PSA; procedimientos de control de la calidad, como el control interno y externo de la calidad analítica de los laboratorios, y programas de investigación y desarrollo para apoyar soluciones a largo plazo.

### Ejemplo/instrumento 9.1: Examen de los programas existentes

Puede no ser siempre necesario desarrollar programas complementarios nuevos, sino que las organizaciones deberían evaluar los programas existentes y señalar posibles lagunas que necesiten corregirse, incluidas actualizaciones de los programas existentes. Todos los procedimientos deben documentarse y fecharse para garantizar que el personal utiliza la versión más reciente.

### Ejemplo/instrumento 9.2: Tipos de programas complementarios que podrían incluirse en el PSA

Programa	Finalidad	Ejemplos
Formación y concienciación	Asegurarse de que el personal de la organización (y de los contratistas) comprende la importancia de la seguridad del agua y la influencia en la misma de sus acciones.	Formación en materia de PSA Requisitos de aptitud Formación introductoria Procedimientos relativos a la higiene
Investigación y desarrollo	Apoyar decisiones relativas a la mejora o el mantenimiento de la calidad del agua.	Comprender los posibles peligros Investigación sobre mejores indicadores de contaminación
Calibrado	Garantizar que el monitoreo de límites críticos es fiable y su exactitud aceptable	Calendarios de calibrado Instrumentos autocalibrados
Protocolo de gestión de reclamaciones de los consumidores	Asegurarse de que se ofrece una respuesta a los consumidores si plantean dudas sobre la calidad del agua.	Centro de llamadas Formación sobre gestión de reclamaciones
Etcétera ↴		

### **Estudio de caso práctico 1: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno 9.1: Programas de formación de operarios**

En el pasado, se han exigido escasos requisitos formales de formación a los operarios y gestores de los sistemas de suministro de agua y también han sido escasas las oportunidades de formación formal, habiendo estos recibido la mayoría de la formación en el trabajo. No obstante, las autoridades reguladoras están impulsando actualmente actividades más formales de formación, evaluación de las aptitudes y titulación, y están elaborando programas de formación y evaluación para el sector del agua de Australia. Los PSA invariablemente otorgan gran importancia a la formación y experiencia como programa complementario, pero hasta la fecha ha sido por lo general relativamente informal.

#### **Experiencia sobre el terreno 9.2: Calibrado y mantenimiento**

Los servicios de abastecimiento de agua urbanos australianos contaban habitualmente con programas bien establecidos de gestión de activos. En general, los activos públicos clave estaban bien mantenidos y evaluados. Un aspecto que ha mejorado con la introducción de los PSA es el mantenimiento de los activos de proceso y el calibrado de los equipos de monitoreo. Los PSA han impulsado el examen más detallado y, con frecuencia, han dado lugar a mejoras del modo en que se mantienen los activos de proceso y en que se calibran y mantienen los instrumentos de monitoreo.

### **Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)**

#### **Experiencia sobre el terreno 9.1: Elaboración de un programa de formación de operarios**

La entidad de abastecimiento no contaba con un programa formal de formación de operarios y se consideró que la escasa formación de los operarios era una de las principales amenazas para la calidad del agua. No se había ofrecido formación desde hacía muchos años y la plantilla de operarios se había renovado considerablemente desde entonces. Además, las actividades de formación anteriores habían sido realizadas por expertos externos y no se había desarrollado la capacidad interna para atender las necesidades de formación futuras. Por lo tanto, el equipo del PSA elaboró un programa de formación de operarios diseñado para perdurar. Se asignó la dirección del programa de formación a un gestor de alto nivel de la entidad de abastecimiento y se seleccionaron algunos empleados de la entidad como capacitadores. El director del programa de formación diseñó y realizó un curso de "capacitación de capacitadores", basado en gran medida en la documentación de los PON (véase la experiencia sobre el terreno 8.1 en ALC). Un consultor externo aportó conocimientos adicionales sobre la optimización de las operaciones del sistema y técnicas de detección eficaz de problemas. Se espera que la aportación del consultor y la subsiguiente experiencia práctica adquirida por la entidad generen capacidad suficiente para evitar la necesidad de recibir apoyo externo en el futuro. Tras completar el curso de "capacitación de capacitadores", los capacitadores y el director del programa de formación diseñaron un curso de formación de operarios que se impartirá en su totalidad cada tres años y cada vez que se incorporen operarios nuevos a la plantilla. Se impartirá un curso de recuerdo simplificado cada año.

**Experiencia sobre el terreno 9.2: Mejora del monitoreo de la vigilancia**

El equipo del PSA señaló el monitoreo de la vigilancia como un factor importante en el abastecimiento de agua potable, ya que da seguridad a la población y demuestra que se actúa con la diligencia debida. Un examen de los registros de múltiples años de monitoreo de la vigilancia (realizado como parte de la evaluación de las condiciones existentes descrito en la experiencia sobre el terreno 2.2 en ALC) reveló que el Ministerio de Salud no había realizado de forma sistemática el muestreo mensual de la calidad del agua del sistema de distribución que establece el protocolo. En ocasiones, aunque se había realizado el monitoreo de la vigilancia, no habían comunicado los resultados a ésta, sino que el personal de ésta había conocido resultados de vigilancia inaceptables al mismo tiempo que sus consumidores, por medio de anuncios públicos. El equipo del PSA también averiguó que los funcionarios responsables de la vigilancia nunca habían recibido formación formal sobre técnicas correctas de toma de muestras microbiológicas, de modo que la entidad de abastecimiento ponía en duda de forma sistemática la validez de los resultados de la vigilancia, lo que contribuía a empeorar las malas relaciones entre la entidad y los funcionarios encargados de la vigilancia. Para enfrentarse a estos problemas, se mejoró el plan de monitoreo de la vigilancia mediante la inclusión de un sistema de comunicación oportuna de los resultados a la entidad de abastecimiento, así como mediante la formación de los funcionarios de vigilancia en técnicas de muestreo, elección adecuada de lugares de muestreo y parámetros clave de interés. Participaron en el proceso de mejora del plan de vigilancia altos funcionarios del Ministerio de Salud, para garantizar su continuación y la rendición de cuentas.

**Experiencia sobre el terreno 9.3: Aumento de la recuperación de costos**

La recuperación de costos se consideró un aspecto crítico del PSA debido a que la operación eficaz de una entidad de abastecimiento depende de la existencia de un flujo de ingresos suficiente. Los ingresos percibidos eran mucho menores que la plena recuperación de costos e incluso con subsidios de la administración pública la entidad de abastecimiento no disponía de fondos suficientes para cubrir necesidades operativas básicas como la dotación de personal, la compra de sustancias químicas para el tratamiento y reactivos de análisis, la sustitución de medios de filtración y el mantenimiento de los equipos. La entidad de abastecimiento tampoco podía permitirse el alto costo de bombear las 24 horas del día, una limitación que tenía graves consecuencias para la calidad del agua y la salud de los consumidores. Las interrupciones diarias del servicio durante ocho horas o más hacían al sistema de abastecimiento de agua vulnerable a la recontaminación ya que se generaban de forma sistemática condiciones de presión baja en la red de distribución y los consumidores se veían obligados a almacenar agua en los hogares. La deficiente recuperación de costos se atribuía en parte al uso de un sistema ineficaz de facturación y recaudación. Además, la deficiente calidad del agua y la intermitencia del servicio afectaba a la disposición de los consumidores a pagar por el agua (según ponían de manifiesto los resultados de la encuesta de hogares descrita en la experiencia sobre el terreno 2.3 en ALC). El equipo del PSA desarrolló un plan para acelerar los esfuerzos que estaba realizando la entidad de abastecimiento por mejorar el sistema de facturación y creó una estrategia de relaciones públicas para mejorar las relaciones entre la entidad y los consumidores y su disposición a pagar por el agua.

### **Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)**

#### **Experiencia sobre el terreno 9.1: Revisión de los programas complementarios para incorporar los productos del PSA**

Este aspecto no era un problema significativo para las empresas suministradoras de agua, puesto que ya contaban con buenos programas complementarios, como programas de formación, procedimientos de higiene, sistemas de calidad basados en las normas ISO, laboratorios acreditados con programas de control interno y externo de la calidad y actividades de investigación y desarrollo, tanto de cada empresa como en colaboración con otras entidades. El reto era considerar e incluir estos programas complementarios como parte del PSA.





Módulo 10

# Planificación y realización de exámenes periódicos del PSA

### Introducción

El equipo del PSA debería reunirse periódicamente para examinar el plan en su conjunto y aprender de las experiencias y procedimientos nuevos (además de examinar periódicamente el PSA mediante análisis de los datos obtenidos en el monitoreo). El proceso de examen es crítico para la aplicación general del PSA y sirve de base para evaluaciones futuras. Tras una emergencia, incidente o cuasi emergencia debe reevaluarse el riesgo, lo que puede conllevar la necesidad de modificar el plan de mejora o modernización.

### Medidas clave

#### Mantener el PSA actualizado

La revisión periódica del PSA garantiza que se evaluarán y controlarán periódicamente riesgos nuevos que hacen peligrar la producción y distribución de agua potable. Un PSA que se mantiene actualizado y pertinente permitirá conservar la confianza y el apoyo del personal y de las entidades interesadas en la metodología de PSA.

Un PSA puede quedar obsoleto rápidamente debido a:

- cambios en la cuenca de captación, el tratamiento y la distribución, y programas de mejora que pueden afectar a los diagramas de proceso y a las evaluaciones de riesgos;
- cambios en los procedimientos;
- renovación de personal;
- cambios en la información de contacto de las entidades involucradas.

#### Convocatoria de reuniones periódicas para examinar el PSA

El equipo del PSA debe comprometerse a reunirse periódicamente para examinar todos los aspectos del PSA y asegurarse de que continúan siendo correctos. Puede ser también preciso recabar información de los operarios locales o realizar visitas a las instalaciones como parte del examen. Deben evaluarse los resultados y tendencias del monitoreo operativo. Además de los exámenes periódicos planificados, el PSA debe examinarse también cuando, por ejemplo, se comienza a explotar una fuente nueva de agua, se planifican y ponen en práctica importantes mejoras del

tratamiento, o tras un incidente importante relativo a la calidad del agua (véase también el módulo 11). En la reunión de examen periódica debe acordarse la fecha del siguiente examen.

#### Dificultades típicas

- volver a reunir al equipo del PSA;
- asegurarse de que se continuará apoyando el proceso del PSA;
- asegurarse de que cuando empleados con experiencia dejen la entidad de abastecimiento de agua otros mantengan sus funciones;
- mantener registros de los cambios;
- mantenerse en contacto con las entidades interesadas.



#### Productos

Un PSA actualizado y que continúa siendo adecuado para las necesidades del servicio de abastecimiento de agua y las entidades involucradas.

**Ejemplo/instrumento 10.1: Cuándo examinar el PSA**

Un PSA debe examinarse inmediatamente después de producirse un cambio significativo de circunstancias o un problema en la cadena de suministro de agua, y además de vez en cuando, particularmente teniendo en cuenta los resultados de su aplicación. Todo cambio realizado en el PSA como resultado de un examen debe documentarse.

**Ejemplo/instrumento 10.2: Ejemplo de relación de aspectos que deben comprobarse en el examen de un PSA**

- ✓ notas de la anterior reunión de examen;
- ✓ notas de reuniones intermedias, en su caso;
- ✓ cambios en la composición del equipo del PSA;
- ✓ cambios en la cuenca de captación, el tratamiento o la distribución;
- ✓ examen de tendencias de los datos de las operaciones;
- ✓ validación de medidas de control nuevas;
- ✓ examen de la verificación;
- ✓ informes de auditorías internas y externas;
- ✓ comunicación con entidades involucradas;
- ✓ fecha de la siguiente reunión de examen.

**Ejemplo/instrumento 10.3: Cambios que pueden afectar al PSA**

El desarrollo residencial aumentó la demanda de agua en el sistema de suministro de agua de Hawthorne. Se propuso, en consecuencia, llevar a la zona agua del sistema de suministro de agua de Dahlia. Pero los materiales del sistema de distribución por tuberías del sistema de Hawthorne no podían resistir las condiciones químicas, más agresivas, del agua del sistema de Dahlia, lo que ocasionó corrosión y disolución de metales. Esta situación podía haberse evitado si el equipo del PSA hubiera evaluado anticipadamente los riesgos derivados de tal cambio. El equipo debería haberse asegurado de que se había actualizado el diagrama del proceso del sistema de suministro de agua conjunto, y de que la evaluación de riesgos del otro proveedor de agua era correcta, teniendo en cuenta los datos de monitoreo operativo y las reclamaciones de los consumidores.

### **Estudio de caso práctico 1: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno 10.1: Examen ejecutivo del PSA**

La mayoría de los servicios de abastecimiento de agua urbanos australianos cuentan con al menos un defensor de la calidad del agua con capacidad ejecutiva e informan sobre la aplicación y los productos del PSA a nivel ejecutivo. Se informa normalmente sobre las auditorías de los PSA a la dirección de la entidad de abastecimiento. El PSA es un marco útil para organizar y presentar medidas de gestión de la calidad del agua en una forma que ayuda a la dirección a tomar decisiones estratégicas en este ámbito.

#### **Experiencia sobre el terreno 10.2: Actualización del PSA**

Las entidades de abastecimiento de agua australianas mantienen sus PSA como “documentos vivos” que se actualizan permanentemente para incorporar mejoras. De hecho, en la mayoría de los casos las diversas versiones de los PSA están controladas y la versión actual se publica en formato electrónico en una intranet en lugar de en papel. Los PSA suelen someterse a una revisión profunda cada dos años y suelen realizarse revisiones adicionales coincidiendo con auditorías u otros hitos o grandes cambios de los activos.

### **Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)**

#### **Experiencia sobre el terreno 10.1: Formación de un comité de examen del PSA**

El equipo del PSA consideró que debía establecerse un procedimiento formal de examen y revisión del PSA para garantizar que se mantiene actualizado y eficaz. Dada la ajetreada agenda de los miembros del grupo de trabajo y el comité director, se consideró que no era realista plantear el mantenimiento a largo plazo del PSA a no ser que se dispusiera de un plan claro en el que se describieran las principales actividades de examen del plan y se asignaran responsabilidades. Se formó un comité de examen que convino en reunirse cada dos años tras el desarrollo del PSA para actualizarlo de modo que reflejara

los avances en las medidas correctoras prescritas y para corregir las posibles deficiencias que se detectaran. Además de los exámenes programados cada dos años, el comité de examen acordó reunirse tras producirse cualquier incidente relativo al agua de consumo para realizar las modificaciones del PSA que fueran necesarias para evitar que el incidente se repitiera.

#### **Experiencia sobre el terreno 10.2: Modificación del PSA tras la realización de mejoras de las instalaciones**

Como consecuencia del PSA se propusieron varias mejoras de las instalaciones. Los cambios estructurales u operativos en el sistema pueden introducir riesgos adicionales, como el desconocimiento sobre el funcionamiento de los equipos nuevos o el cambio de las concentraciones de desinfectantes en un sistema modificado. El comité de examen reexaminará el PSA tras la realización de mejoras estructurales para evaluar y controlar los posibles peligros no previstos y actualizar el PSA en consecuencia tras la ejecución de cualquier cambio. De forma similar, conforme se hagan realidad las mejoras de las instalaciones y las operaciones que mejoran la calidad del agua, se reevaluarán los objetivos de calidad y puede ser necesario modificarlos, como en el caso de los objetivos incrementales establecidos para la turbidez descritos en la experiencia sobre el terreno 7.3 (en ALC).

### **Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)**

#### **Experiencia sobre el terreno 10.1: Fidelidad al compromiso con la metodología de PSA**

Las empresas que tenían muchos PSA en papel debían dedicar mucho trabajo a mantenerlos actualizados, sobre todo si se habían señalado y realizado muchas mejoras. El mantenimiento de la iniciativa de PSA integrada en las operaciones de las empresas sería probablemente difícil antes de que el método de evaluación y gestión de los riesgos del PSA fuera un requisito reglamentario.





Módulo 11

# Revisión del PSA tras un incidente

### **Introducción**

Según se ha explicado previamente, para asegurarse de que un PSA tiene en cuenta peligros y problemas nuevos, el equipo del PSA debe revisarlo periódicamente. Una ventaja particular de la aplicación de la metodología de PSA es una probable reducción del número y la gravedad de los incidentes, situaciones de emergencia o cuasi emergencias que afectan o que pudieran afectar a la calidad del agua de consumo. No obstante, este tipo de eventos pueden seguir ocurriendo. Además del examen periódico, es importante que el PSA sea examinado tras cada emergencia, incidente o evento imprevisto, con independencia de si se detectaron peligros nuevos, para garantizar que, si es posible, la situación no se repita, y determinar si la respuesta fue suficiente o si se podía haber respondido mejor. Un examen posterior a un incidente siempre detectará probablemente aspectos susceptibles de mejora, ya sea un peligro nuevo o la modificación del grado de riesgo en la evaluación de riesgos, una modificación de un procedimiento operativo, algún aspecto relativo a la formación, o una cuestión de comunicación. El PSA deberá enmendarse para reflejar los cambios. En muchos casos, será necesario incluir en el examen a otras entidades involucradas. Es importante que los proveedores de agua cuenten, en su PSA, con procedimientos para garantizar que se informa al equipo del PSA de las circunstancias y pormenores de todos los incidentes, situaciones de emergencia y cuasi emergencias.

### **Medidas clave**

- Examinar el PSA tras un incidente, emergencia o cuasi emergencia;
- Determinar la causa del incidente, emergencia o cuasi emergencia y si la respuesta fue suficiente;
- Modificar el PSA en lo necesario, incluidas actualizaciones de los programas complementarios.

### **Dificultades típicas**

- una evaluación abierta y franca de las causas, la cadena de acontecimientos y los factores que influyeron en la situación de emergencia, incidente o cuasi emergencia;
- centrarse en las enseñanzas positivas adquiridas y tomar las medidas pertinentes, en lugar de atribuir culpas.



### **Productos**

1. Examen completo y transparente de los motivos que ocasionaron el incidente y de la pertinencia de la respuesta de la entidad de abastecimiento
2. Incorporación de las enseñanzas adquiridas a los procedimientos y la documentación del PSA

### Ejemplo/instrumento 11.1: Relación de preguntas que deben hacerse tras una emergencia, incidente o cuasi emergencia:

- ✓ ¿Qué ocasionó el problema?
- ✓ ¿La causa fue un peligro ya contemplado en la evaluación de riesgos del PSA?
- ✓ ¿Cómo se detectó o reconoció el problema originalmente?
- ✓ ¿Qué medidas eran más necesarias? ¿Se aplicaron?
- ✓ En caso pertinente, ¿se tomaron las medidas adecuadas y oportunas para advertir a los consumidores y proteger su salud?
- ✓ ¿Qué problemas de comunicación surgieron, y cómo se resolvieron?
- ✓ ¿Qué consecuencias tuvo la emergencia, inmediatas y a largo plazo?
- ✓ ¿Cómo pueden mejorarse la evaluación de riesgos, los procedimientos, la formación o la comunicación?
- ✓ ¿Cómo funcionó el plan de respuesta a la situación de emergencia?

### Ejemplo/instrumento 11.2: Relación de aspectos del PSA que conviene revisar tras un incidente, emergencia o cuasi emergencia

- ✓ Se indican claramente las responsabilidades e información de contacto del personal clave, incluidos habitualmente otras personas y entidades involucradas.
- ✓ Se definen claramente los niveles desencadenantes de incidentes, incluida una escala de niveles de alerta (que indique, por ejemplo, cuándo un incidente se eleva a la categoría de aviso de la necesidad de hervir el agua).
- ✓ Se ha comprobado si los procedimientos de gestión eran adecuados para el incidente y, si no lo eran, se han realizado las modificaciones pertinentes.
- ✓ Los procedimientos operativos normalizados son fácilmente accesibles y pertinentes, así como los equipos de reserva necesarios.
- ✓ Se tiene a mano la información logística y técnica necesaria y está actualizada.
- ✓ Se han elaborado, y están actualizadas, listas de comprobación y guías de referencia rápida.
- ✓ ¿Es necesario revisar la evaluación de riesgos?
- ✓ ¿Es necesario mejorar los procedimientos, la formación, o la comunicación?
- ✓ ¿El incidente ha puesto de manifiesto la necesidad de un programa de mejoras?

### **Estudio de caso práctico I: Australia**

#### **Experiencia sobre el terreno II.1: Definición de “incidente” y planificación del examen y revisión**

Incluso antes de desarrollar planes de seguridad del agua, los servicios de abastecimiento de agua australianos solían contar con planes de respuesta ante incidentes y emergencias. Se consideraban “incidentes”, el término utilizado para describir eventos importantes, los problemas importantes que afectaban a la calidad del agua o la ponían en peligro. Se aplicaban criterios acordados para señalar el comienzo de un incidente; a continuación, se formaba un equipo de gestión del incidente que actuaba para reducir al mínimo los daños ocasionados durante el mismo y para restablecer la normalidad de las operaciones lo antes posible. En la mayoría de los incidentes que afectaban a la calidad del agua era preciso responder con urgencia a un aviso temprano y movilizar recursos suficientes para garantizar que los usuarios no se vieran afectados. Estos incidentes solía gestionarlos la entidad de abastecimiento internamente. En unos pocos casos, puede llegar a los usuarios agua contaminada o tratada inadecuadamente. En tal caso, suele intervenir en el incidente el Ministerio de Salud y se aconseja a los usuarios que no beban el agua, o que la hiervan. El abastecimiento de agua no suele interrumpirse aunque pueda estar contaminada, ya que se necesita agua para el saneamiento y la higiene, y la mayoría de los incidentes de contaminación no son suficientemente graves para que deba interrumpirse el suministro de agua, sino que continúa suministrándose agua y se indica a los usuarios que eviten consumirla o la hiervan antes de hacerlo, como precaución. Tras un incidente, se inicia, de forma rutinaria, un procedimiento de información en el que se determina la causa última del problema y se modifica el PSA para evitar que vuelva a producirse, si es posible.

#### **Experiencia sobre el terreno II.2: Evaluación posterior**

#### **a un incidente**

Como ejemplo, en las etapas tempranas de la aplicación de muchos PSA se desencadenaban incidentes debidos a fallos del sistema de desinfección. Antes de la aplicación de los PSA no existía necesariamente un límite crítico concreto por debajo del cual se sospechara de la eficacia de la desinfección. Sin embargo, al aplicarse los PSA se establecieron umbrales críticos de desinfección, los cuales se superaban de vez en cuando. Como consecuencia del análisis de las causas últimas tras los incidentes, muchas entidades de abastecimiento modificaron sus prácticas de desinfección. Instalaron equipos de reserva para algunos o todos los equipos de los sistemas de servicio (centrándose en los componentes vulnerables) para permitir el cambio al equipo de reserva en caso de que fallara el de servicio. Algunos proveedores que desean contar con una fiabilidad alta cuentan con dos sistemas de reserva independientes para proporcionar seguridad adicional con un sistema de reserva instalado en un lugar independiente aguas abajo. En muchos sistemas se instalaron mecanismos automáticos de entrada en funcionamiento de los equipos de reserva y aviso a los operarios. En muchos casos se aumentó el volumen de agua tratada almacenada para permitir interrumpir el funcionamiento de los sistemas y disponer de un plazo de un día o más para repararlos sin afectar a los usuarios. Gracias a este proceso de mejora, las entidades de abastecimiento que experimentaban múltiples incidentes en los primeros años de la aplicación de un PSA reducían gradualmente la tasa de incidentes hasta menos de uno al año.

## Estudio de caso práctico 2: América Latina y el Caribe (ALC)

### Experiencia sobre el terreno II.1: Definición de “incidente” y planificación del examen y revisión

El equipo del PSA definió un “incidente” como un incumplimiento en materia de calidad del agua que ocasiona una amenaza a corto plazo o inmediata para la salud pública. Cuando se estaba desarrollando el PSA, eran frecuentes los problemas que podían encajar en esta definición, como la contaminación microbiológica del sistema de distribución, y eran, en gran medida, los factores que motivaron inicialmente la decisión de desarrollar el PSA. Los peligros de este tipo se determinaban en la aplicación de los módulos 3 y 4. Se prevé que la aplicación de medidas correctoras, como el aumento de la dosis de cloro y la mejora de las prácticas de monitoreo, corregirá estos problemas. Si el monitoreo posterior a la aplicación del plan revela que continúa produciéndose contaminación microbiológica, el comité de examen se reunirá para corregir las deficiencias del plan.

### Experiencia sobre el terreno II.2: Evaluación posterior a un incidente

Durante el desarrollo del PSA se produjo un incidente: la liberación de gas cloro a una zona residencial. Se detectaron varios fallos de los procedimientos de respuesta y atenuación de la situación

de emergencia, como que no se monitoreara la transferencia de gas cloro; la existencia de una estación de servicio sin presencia de personal, lo que permitió que la entidad de abastecimiento no se percatara de la fuga; la falta de una notificación rápida a los niveles pertinentes de la entidad de abastecimiento, a la EPA y a los residentes; que no se realizara una evacuación correcta; y que el incidente no fuera evaluado por funcionarios de la autoridad de salud. La entidad de abastecimiento y la EPA realizaron a continuación una evaluación del incidente a posteriori que analizó cada uno de los fallos e introdujo en el PSA un protocolo y procedimientos de cumplimiento para evitar que volvieran a producirse incidentes de este tipo.

## Estudio de caso práctico 3: Reino Unido (Inglaterra y Gales)

### Experiencia sobre el terreno II.1: Mantenimiento de los planes de emergencia actualizados

Las empresas de suministro de agua ya contaban con planes de emergencia correctos que se ponen a prueba y mantienen actualizados como parte de los procedimientos normales. De nuevo, dado que tales procedimientos ya estaban bien establecidos, el reto era su integración en el marco del PSA.

# Nota de agradecimiento

El presente manual se concibió como apoyo de una serie de talleres sobre fortalecimiento de la capacidad en materia de PSA organizados por la OMS, en los cuales fue refinado progresivamente. Sufrió modificaciones significativas tras un proceso posterior de examen por expertos y abierto al público, que tuvo en cuenta las observaciones formuladas durante una conferencia internacional sobre los PSA organizada por la International Water Association (IWA) y la Associação Portuguesa de Engenharia Sanitária e Ambiental (APESB), y cofinanciada por la OMS.

Ayudaron generosamente la elaboración del Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua el Drinking Water Inspectorate (Cuerpo de inspectores del agua de consumo del Reino Unido), la Australian Agency for International Development (Agencia australiana para el desarrollo internacional), el Instituto Regulador de Águas e Resíduos de Portugal, el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar del Japón, la Environmental Protection Agency (US-EPA, Agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos), la Swedish International Development Cooperation Agency (Agencia sueca de cooperación para el desarrollo internacional), y el Ministerio de Salud de Alemania.

El presente Manual no habría podido realizarse sin las contribuciones de los autores siguientes: Annette Davison y Dan Deere (Water Futures, Australia), David Drury, (Drinking Water Inspectorate, Reino Unido), Bruce Gordon y Jamie Bartram (Organización Mundial de la Salud, Suiza), Melita Stevens (Melbourne Water, Australia), Guy Howard (DFID, Reino Unido), y Lana Corrales y Angella Rinehold (CDC, Estados Unidos de América).

Bruce Gordon y Jamie Bartram coordinaron la elaboración del Manual.

Un grupo internacional de expertos aportó documentación y participó en el desarrollo y examen del Manual, ya sea directamente o mediante actividades relacionadas. En este sentido, quisiéramos reconocer el trabajo de:

Charmian Abbot, de United Utilities, Reino Unido

Stephanie Adrian, de la Environmental Protection Agency (Agencia de protección del medio ambiente), Estados Unidos de América

Roger Aertgeerts, del Centro Europeo de la OMS para el Medio Ambiente y la Salud (European Centre for Environment and Health), Italia

Márcio Amazonas, de The Coca-Cola Company, Estados Unidos de América

Rafael Bastos, de la Universidade de Viçosa, Brasil

Robert Bos, de la Organización Mundial de la Salud, Suiza

Matthew Bowman, de Water Corporation, Estados Unidos de América

Paul Byleveld, del NSW Department of Health (Departamento de la Salud de Nueva Gales del Sur), Australia

Claudia Castell-Exner, del Departamento de Agua de la DVGW, Alemania

Ingrid Chorus, de la Umweltbundesamt (Agencia Federal para el Medio Ambiente), Alemania

David Cunliffe, del SA Department of Health (Departamento de la Salud de Australia Meridional), Australia

Jennifer De France, de la Organización Mundial de la Salud, Suiza

Peter Donlon, de la Water Services Association de Australia

John Fawell, Reino Unido

Rick Gelting, del CDC (Centros para el control y prevención de enfermedades) de los Estados Unidos de América

Sam Godfrey, de UNICEF, la India

Henry Hernández, de la Organización Panamericana de la Salud, Bolivia

Steve Hruday, de la University of Alberta, Canadá

Darryl Jackson, Australia

Hamanth Kasan, de Rand Water, Sudáfrica

Shoichi Kunikane, Japón

Bonifacio Magtibay, del Ministerio de Salud, Filipinas

SG Mahmud, Bangladesh

Annabelle May, del Drinking Water Inspectorate (Cuerpo de inspectores del agua de consumo), Reino Unido

Gertjan Medema, de Kiwa Water Research, Países Bajos

Jennifer Mercer, de la Organización Mundial de la Salud, Suiza

Colin Nicholson, de Sydney Water, Australia

Chris Nokes, de Environmental Science and Research Ltd, Nueva Zelanda

Sam Perry, del Washington State Department of Health (Departamento de la Salud del estado de Washington), Estados Unidos de América

Kathy Pond, de la University of Surrey, Reino Unido

Maria del Carmen Portillo, de la International Water Association, Perú  
Héctor Quiñones Tapia, España  
Will Robertson, Canadá

Ken Rotert, de la Environmental Protection Agency (Agencia de protección del medio ambiente), Estados Unidos de América

Oliver Schmoll, de la Umweltbundesamt (Agencia Federal para el Medio Ambiente), Alemania

David, Sheehan, del Department of Human Services (Departamento de Servicios Humanos), Australia

Homero Silva, de la Organización Panamericana de la Salud, Jamaica

David Smith, de Melbourne Water, Australia

Steve Smith, de Wessex Water, Reino Unido

Michael Taylor, Nueva Zelandia

Sarah Tibatemwa, de National Water and Sewerage Corporation, Uganda

Ricardo Torres Ruiz, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Perú

José Manuel Pereira Vieira, de la Universidade do Minho, Portugal

Chris Viljoen, de Rand Water, Sudáfrica

Tom Williams, de la International Water Association, Países Bajos

También quisiéramos agradecer la colaboración de numerosos profesionales de los sectores del agua de Australia, la región de América Latina y el Caribe, y el Reino Unido por sus valiosas aportaciones durante el desarrollo de los PSA, que quedaron reflejadas en el Manual, particularmente en los estudios de casos prácticos.

Debe agradecerse asimismo a Kathy Pond, de la University of Surrey, su significativa contribución a la corrección de este Manual.

Penny Ward y Beth Woolnough prestaron apoyo administrativo durante el desarrollo del Manual.

# Referencias e información adicional

- AS/NZS. *Risk Management Standard AS/NZS 4360*, 3rd ed. Standards Australia and Standards New Zealand, 2004 (ISBN: 0- 7337-5904-1).
- Bartram J, Fewtrell L, Stenström T-A. Harmonised assessment of risk and risk management for water-related infectious disease: an overview. En: Fewtrell L, Bartram J, eds. *Water quality: guidelines, standards and health – assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. Londres, Organización Mundial de la Salud, IWA Publishing, 2001:1-16.
- Bethmann D, Baus C (2005). Comparison of decisive elements of the water safety plan with the DVGW system of technical standards. *DVGW Report*, Project No.:WI 1/02/04.
- Davison A, Deere D (2005). Risk management and due diligence in the water industry. *Water*, May:23-26.
- Davison A, Howard G, Stevens M, Callan P, Fewtrell L, Deere D, Bartram J. *Water safety plans: managing drinking-water quality from catchment to consumer*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2005 (WHO/SDE/WSH/05.06).
- Davison A, Howard G, Stevens M, Callan P, Kirby R, Deere D, Bartram J. *Water safety plans. Protection of the human environment*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2003 (WHO/SDE/WSH/02.09).
- Davison AD, Pryor EL, Howard G, Deere DA. Duly diligent utilities. En: *IWA World Water Congress & Exhibition*, Marrakech, 19-24 de septiembre de 2004.
- Deere DA, Davison AD (2005). The Ps and Qs of risk assessment. *Water*, March:38-43.
- Deere D, Stevens M, Davison A, Helm G, Dufour A. Management Strategies. En: Fewtrell L, Bartram J, eds. *Water quality: guidelines, standards and health – assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. Londres, Organización Mundial de la Salud, IWA Publishing, 2001:257-288.
- Godfrey S, Howard G. *Water Safety Plans – Planning water safety management for urban piped water supplies in developing countries (Book 1)*. Reino Unido, Loughborough University – Water, Engineering and Development Centre/Department for International Development, 2005.
- Godfrey S, Howard G. *Water Safety Plans – Supporting water safety management for urban piped water supplies in developing countries (Book 2)*. Reino Unido, Loughborough University – Water, Engineering and Development Centre/Department for International Development, 2005.
- Howard G. *Urban water supply surveillance – a reference manual*. Reino Unido, Loughborough University – Water, Engineering and Development Centre/ Department for International Development, 2002.
- ICPS. *Principles for the assessment of risks to human health from exposure to chemicals*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (IPCS), 1999. (Environmental Health Criteria 210).
- Mahmud SG, Shamsuddin AJ, Ahmed, MF, Davison A, Deere D, Howard G (2007). Development and implementation of water safety plans in Bangladesh. *Journal of Water and Health*, 5(4):585-597.
- NHMRC/NRMMC. *Australian Drinking Water Guidelines (ADWG) national water quality management strategy*. National Health and Medical Research Council/ Natural Resource Management Ministerial Council, (ISBN: 1864961244).
- NZ MoH. *Small drinking-water supplies. Preparing a public health risk management plan. Drinking-water supplies*. Wellington (Nueva Zelanda), New Zealand Ministry of Health, 2005 (ISBN: 0-478-29618-5).
- O'Connor DR. *Report of the Walkerton enquiry: the events of May 2000 and related issues. Part One. A Summary*. Ontario (Canadá), Ontario Ministry of the Attorney General, 2002 (ISBN: 0-7794-2558-8).
- OMS/FAO *Hazard characterization for pathogens in food and water: guidelines*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2003.
- OMS. *Guidelines for drinking-water quality*, 3rd ed. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2004.
- Stevens M, Howard G, Davison A, Bartram J, Deere D. Risk management for distribution systems. In: Ainsworth R ed. *Safe piped water: managing microbial water quality in piped distribution systems*. Londres, IWA Publishing, 2004 (ISBN: 1-84339-039-6).
- Teunis PFM, Davison AD, Deere DA. (en prensa). Short term fluctuations in pathogen removal.
- OMS.WHO Water Safety Plan portal (portal sobre seguridad del agua de la OMS): incluye estudios de casos, instrumentos y otra información sobre el desarrollo de planes de seguridad del agua: <http://www.who.int/wspportal/en/>, <http://www.wspportal.org>.



# Glosario

Los siguientes términos y expresiones se utilizan en las Guías para la calidad del agua potable, en y otros documentos como el Codex Alimentarius y otros documentos de orientación utilizados en este manual.

Término o expresión	Definición
Análisis de peligros:	El proceso de reunir y evaluar información sobre peligros y condiciones que dan lugar a su presencia, para decidir cuáles son significativos para la seguridad del agua y deben, por consiguiente, abordarse en el PSA.
APPCC:	Análisis de peligros y de puntos críticos de control (APPCC, o HACCP en inglés).
Control (sustantivo) (por ejemplo: control de la seguridad del agua):	El estado en que se aplican procedimientos correctos y se cumplen los criterios.
Control (verbo) (por ejemplo: control de un peligro):	Tomar todas las medidas necesarias para garantizar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos en el PSA.
Desviación:	El incumplimiento de un límite crítico.
Diagrama de flujo:	Una representación sistemática de la secuencia de etapas u operaciones de la producción o elaboración de un determinado producto de agua.
Etapas:	Un punto, procedimiento, operación o fase en la cadena de suministro de agua, incluido el de las materias primas, de la producción primaria a la exposición final.
Evaluación de riesgos:	Para los fines del presente manual, "evaluación de riesgos" significa lo mismo que "análisis de peligros".
Límite crítico:	Un criterio que permite distinguir entre una situación considerada aceptable y una inaceptable.
Medida correctora:	Cualquier medida que deba tomarse cuando los resultados del monitoreo en el punto de control indican una pérdida de control.
Medida de control:	Cualquier medida o actividad que pueda usarse para evitar o eliminar un peligro para la seguridad del agua o para reducirlo hasta un nivel aceptable.
Evento peligroso:	Un evento que ocasiona introducción de un peligro o contaminante a un sistema de abastecimiento de agua.
Monitorear:	La realización de una secuencia planificada de observaciones o mediciones de parámetros de control para evaluar si un punto de control está bajo control o si el agua cumple los criterios de calidad.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
Peligro:	La presencia en el agua de un agente biológico, químico, físico o radiológico, o un estado del agua, con capacidad de ocasionar un efecto adverso sobre la salud.
Programas complementarios/requisitos complementarios:	Las actividades básicas necesarias para garantizar la potabilidad del agua, incluidas las de formación, las especificaciones sobre materias primas y las buenas prácticas generales de gestión del agua. Estos programas pueden ser tan importantes como los puntos de control para controlar los riesgos relativos a la calidad del agua, pero su ámbito de aplicación abarca normalmente periodos largos, zonas geográficas más extensas o ámbitos de organización más amplios. Incluye programas generales complementarios de tipo organizativo, así como programas específicos diseñados para riesgos determinados.
PSA:	Plan(es) de seguridad del agua.
Punto de control:	Etapas en las que puede aplicarse una medida de control para prevenir o eliminar un peligro para la seguridad del agua, o reducirlo a un nivel aceptable. Algunos planes contienen puntos de control en los que puede ser fundamental aplicar medidas de control para prevenir o eliminar un peligro para la seguridad del agua.
Puntuación del riesgo:	La puntuación asignada a un peligro basándose en el proceso de análisis de riesgos.
Validación:	Obtención de pruebas de que los componentes del PSA permiten cumplir eficazmente las metas relativas a la calidad del agua.
Verificación:	La aplicación de métodos, procedimientos, pruebas y otras evaluaciones para determinar el cumplimiento del PSA; es decir, la comprobación de si el sistema suministra agua de la calidad deseada y si el PSA se aplica en la práctica.







La forma más eficaz de garantizar sistemáticamente la seguridad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo es aplicando un planteamiento integral de evaluación de los riesgos y gestión de los riesgos que abarque todas las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor. Este tipo de planteamientos se denominan, en el presente documento, planes de seguridad del agua (PSA).

Guías de la OMS para la calidad del agua potable, tercera edición, 2004

