

# Un decálogo para obtener AGUA SEGURA

Por

FRANCISCO RIVERA DÍAZ<sup>(1)</sup>

Y GUILLERMO RODRÍGUEZ MEDINA<sup>(2)</sup>

GRUPO EMPRESARIAL DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO<sup>(1)</sup>,

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO VILLA CLARA<sup>(2)</sup>

## Un proceso difícil

Proporcionar agua inocua, libre de componentes dañinos u objetables, es parte de las responsabilidades que contraen las empresas de acueducto con sus clientes. Esta misión se ha ido conformando, en un lento proceso, durante casi dos siglos, y ha estado encaminada a proteger la salud y el bienestar de las poblaciones.

Cuando a principios del siglo XX se establecieron los primeros límites en la presencia de componentes en el agua de consumo, parecía que era un objetivo relativamente sencillo de alcanzar el fijar las condiciones a cumplir en el agua de beber, el agua potable. El desarrollo de tecnologías y productos, que permitían obtener aguas cada vez de mayor limpieza, transmitían esta visión optimista de la tarea. Cuando, paralelamente, se dispuso de mejores procedimientos para detectar la presencia de más elementos en las aguas naturales, las normativas iniciales comenzaron a hacerse cada vez más extensas, y ya a mediados del pasado siglo se relacionaban límites para medio centenar de componentes; con la aparición de los materiales sintéticos, las regulaciones y observaciones excedieron el centenar.

La posibilidad real de aplicar un sistema de monitoreo efectivo para certificar la potabilidad del agua se ha ido tornando cada vez más remota. Actualmente, se reconoce que no es posible establecer un sistema de control para evaluar sistemáticamente

un número tan elevado (y en continuo crecimiento) de componentes en el agua de cada abastecimiento para consumo humano. Al no ser factible un procedimiento para la certificación de la potabilidad, se ha ido estableciendo un consenso al referirse al agua segura, o sea, se certifica la probabilidad de que el agua suministrada es inocua, no la verificación de su potabilidad.

El proceso de urbanización y tecnificación crecientes de las sociedades humanas aportan dos elementos contradictorios adicionales. Por una parte, una intensificación en la contaminación de los recursos naturales, el agua incluida, y por otra, el suministro de herramientas tecnológicas más avanzadas para remover compuestos indeseables en el agua. De lo anterior también se ha desprendido un corolario impulsado por las fabulosas ganancias del mercado del agua embotellada: abandonar definitivamente esta batalla.

## Agua segura en Cuba

El sector de abastecimiento de agua en Cuba se fue conformando mediante una cultura del agua donde la protección de su seguridad fue promovida desde las Juntas de Sanidad de principios del siglo XIX, la Secretaría de Salud de la primera parte del siglo pasado, hasta el Ministerio de Salud Pública y las instituciones del agua en su segunda mitad: Comisión Nacional de Acueducto y Alcantarillado, de corta pero efec-

tiva actividad, y la sólida y prolongada presencia del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

Esta herencia ha permitido consolidar un enfoque nacional bastante uniforme, que reconoce como principio la obligatoriedad del tratamiento del agua y el monitoreo de fuentes, conducciones y almacenamientos; donde en un sector de población urbana universalmente abastecido y más de un millar de asentamientos rurales con cobertura, se puede reconocer que el concepto de agua segura se encuentra extendido y consolidado nacionalmente, siendo evidente que la remoción de compuestos biológicos vivos, y de algunos físicos y químicos, es sorprendentemente confiable y universal.

Además, la elevación de los niveles de exigencia en la seguridad del agua de consumo y la presencia de un mercado de nuevos materiales y de tecnologías, proporcionan nuevas herramientas, y también retos, para alcanzar mayor confiabilidad en el agua suministrada para el consumo humano.

### Las 10 Reglas

La experiencia de 90 años en la búsqueda de tecnologías confiables han ido estructurando una “regla de pulgar” de prácticas que se proponen como un decálogo, útiles para lograr la seguridad en el agua suministrada por un sistema de acueducto. Este decálogo está estructurado como un pesquisaje a seguir, que comprende siempre los elementos siguientes:

- Ubique adecuadamente la captación de agua.
- Diseñe y construya bien esta captación.
- Rectifique los componentes del agua.
- Aplique productos químicos.
- Almacene el agua.
- Realice una distribución racional.
- Utilice materiales y tecnologías sensatamente.
- Controle la seguridad del agua.
- Promueva manipulación domiciliaria segura.
- Considere las tendencias.

A continuación se exponen algunas consideraciones sobre la aplicación de estas reglas.

#### Primera Regla: Ubique adecuadamente la captación de agua.

La selección del lugar donde se captará el agua para un acueducto es, aparentemente, una de las indicaciones mejor reglamentadas. Sin embargo, parece que es también una de las más violentadas. Las contravenciones más frecuentes son:

- Localización dentro del área de la población o muy cercana, solución muy frecuente en poblados rurales buscando disminuir gastos de conducción. Estas captaciones resultan muy propensas a contaminación fecal.
- Ubicación aguas abajo del asentamiento a abastecer, tratando de obtener fuentes productivas y reducir obras de acceso. Son captaciones susceptibles de escorrentías contaminantes y hasta inundaciones.
- Captaciones en puntos muy alejados, cuando no se dispone de fuentes productivas cercanas. Ello encarece las obras de acceso, la logística y la integración con los demás componentes del sistema.

La práctica aconseja un balance económico entre la productividad de las captaciones y la seguridad de su protección. Una fuente de mayores rendimientos disminuye los gastos de la obra de captación en cuanto a infraestructura de acceso, alimentación eléctrica y equipamiento. Pero las fuentes de mayor rendimiento ya están prácticamente utilizadas y, por otra parte, puede ser aconsejable disponer de varias captaciones para hacer más confiable el suministro al disponer de abastos alternativos, lo que mejora la probabilidad de entrega (uno de los requisitos más inseguros en muchas de nuestras captaciones de acueducto). También las obras de captación más pequeñas, aunque numerosas, permiten reducir los costos de amortización y escalonarlas durante su vida útil.

#### Segunda Regla: Diseñe y construya bien la obra de captación.

Es importante asegurar la vida útil de una captación de agua. Estas obras se aconsejan para períodos no menores de 30 años,

con desviaciones máximas de 10 años en pequeños suministros. Cuando se prevean varias obras de captación estos plazos pueden también ser reducidos.

El diseño de las obras de captación depende del tipo de agua y, en menor medida, de la productividad y sus variaciones. En las captaciones de agua subterránea se dispone de tipificación en cuanto a perforación y encamisado, así como a su dispersión, pero con frecuencia no se prevé el mantenimiento adecuado de los pozos, sobre todo su limpieza.

Cuando con frecuencia se deben realizar varias obras de captación, los costos se hacen complicados por necesidades de más vías de acceso, construcciones civiles, de alimentación de energía, protecciones y equipos suplementarios, incluidos los generadores. Todo esto formará parte de la evaluación económica, donde un escalonamiento en la construcción y uso puede permitir plazos de amortización más sensatos.

Cuando se deben realizar las captaciones en aguas embalsadas, ya se dispone de una experiencia útil en cuanto a captaciones superficiales-tomas flotantes principalmente, que enriquece el surtido limitado hasta entonces a tomas de niveles y sifones. Sin embargo, no se ha avanzado tanto en tomas de aguas no reguladas y en su protección contra las escorrentías máximas, tanto como en el empleo de dispositivos de pretratamiento, mallas múltiples móviles, cajas desarenadoras, ataguías y lechos horizontales de piedra.

Debido a que el crecimiento en el número de captaciones es cada vez mayor en pequeños sistemas, la utilización de captaciones mejoradas resulta un requisito más frecuente a considerar. Curiosamente, las captaciones de aguas freáticas, manantiales incluidos, no han sido convenientemente pensadas, por lo que continúan siendo captaciones con problemas en su mantenimiento y operación.

#### Tercera Regla: Rectifique los componentes del agua.

Esta regla es una heredera directa de las dos anteriores.

Cuando se han efectuado, de la forma más adecuada posible, la ubicación, dise-

ño y construcción de las captaciones de agua, debe esperarse que los componentes indeseables en el agua estén ausentes o en los niveles más bajos. Esto implica procedimientos de remoción más sencillos y confiables.

Todavía, los elementos más frecuentes a eliminar o reducir en el agua son los organismos biológicos, patógenos o no, los sólidos suspendidos, las coloraciones y, algo menos frecuente, los olores y sabores desagradables. Como la precolación del terreno elimina varios de estos componentes, en las captaciones de agua subterránea con frecuencia la inactivación de organismos puede ser el tratamiento más empleado.

En las aguas de origen superficial, y en ocasiones las freáticas, la disminución de sólidos y coloraciones puede demandar de clarificación y filtración, y esto sí implica un crecimiento en los gastos de remoción, donde se debe disponer de suficiente información sobre los niveles de aparición de estos elementos y su frecuencia. Esta es una herramienta que frecuentemente no está a mano, lo que induce a una mala selección de los tratamientos de remoción.

Si bien la atenuación de componentes no deseados en el agua mediante una buena obra de captación ya es un progreso significativo, existe aún rigidez en el esquema de la tecnología para la remoción. Esto comprende, entre otros, la limitada utilización en la desinfección del tiempo de contacto y del factor Ct (concentración del producto por el tiempo de contacto), la difícil separación de la clarificación de la filtración, así como, el dilatado tiempo en la transferencia de tecnologías (o su conocimiento insuficiente) y materiales ya disponibles desde hace décadas para remociones alternativas o más efectivas.

#### Cuarta Regla: Aplique productos químicos.

Esta regla es una de las más extendidas. Se reconoce una asimilación de tercera generación en el uso de productos químicos para lograr aguas más seguras. La aplicación sistemática de gas cloro en el acueducto de Albear (ciudad de La Habana) desde 1916, y la existencia actual de casi dos millares de instalaciones para la desin-

fección en los acueductos ha sido el resultado de una fuerte formación nacional en el empleo de desinfectantes clorados, cuyas consecuencias más evidentes son el bajo número de brotes de enfermedades digestivas transmitidas por el agua y del número de casos en cada brote, tanto como la baja endemicidad de estas enfermedades. Otro elemento que ha fortalecido esta cultura es la existencia de una industria nacional para la producción de productos químicos establecida desde 1945.

Más que en el empleo, es en la combinación de estos productos con otras operaciones donde se pueda requerir el fomentarse una pericia más efectiva. Esto incluye, entre otros, los puntos de aplicación más efectivos y el mejor uso del citado tiempo de contacto y, sobre todo, su relación con los niveles del producto, en lo que queda todavía una etapa que encarar.

**Quinta Regla:  
Almacene  
el agua.**

Si bien se reconoce que el diseño de depósitos para agua tratada en los siste-

mas de acueducto mantiene incógnitas relacionadas con el significado y valores de los coeficientes de irregularidad, así como, con el riesgo de deterioro de la seguridad del agua cuando se prolonga demasiado el tiempo de residencia, o con la no adecuada protección y operación de los depósitos; el agua almacenada puede servir para obtener protecciones adicionales en su seguridad y para atenuar impactos de variaciones en cantidad y calidad de agua por averías.

Pero se debe siempre tener en cuenta que un depósito de acueducto es un dispositivo para la operación. Con frecuencia, estos fines desatienden la protección y limpieza de éstos, convirtiéndose así en causas del deterioro del agua durante su distribución. Por esta razón es que las normas de monitoreo los incluyen entre los lugares a vigilar en los acueductos.

**Sexta Regla:  
Realice una distribución  
racional.**

El estado y la manipulación del sistema de distribución durante su operación, y las



prácticas insuficientes o inadecuadas de mantenimiento, se señalan como la causa principal del deterioro de la seguridad del agua en los acueductos.

Sin que esto sea completamente así, ya que durante la distribución concurren factores naturales de riesgo, la operación bajo premisas de discontinuidad es un alto elemento de vulnerabilidad de la seguridad del agua de los acueductos, y con alguna frecuencia puede desarmar todo el sistema de protección tan cuidadosamente montado.

Desde hace medio siglo, las regulaciones en la distribución establecidas por las comisiones pitométricas intuían procedimientos prácticos a seguir para proteger el agua en las redes. Recordemos, entre ellas, la indicación de mantener las maestras de distribución siempre llenas, esto es, bajo presión, para evitar el sifonaje invertido; reducir las conexiones cruzadas, y realizar la limpieza semestral de circuitos de distribución, así como, la desinfección anual de depósitos y maestras.

También resulta oportuno, aún en los sistemas con mayor grado de deterioro, el establecimiento de horarios racionales de

distribución. La distribución diaria es mejor que la entrega en días alternos, y durante el mayor número de horas posible, buscando su elevación paulatina. Ya esto es una vía para elevar consistentemente la protección del agua.

Actualmente, se dispone también de herramientas y soportes cada vez más asequibles para alcanzar una distribución racional del agua. Éstas abarcan un surtido en crecimiento que incluye la digitalización de bases de datos, sistemas de representación como el GIS (sistemas de información geográfica), la simulación de la operación, el empleo de medidores en red y de válvulas autorreguladoras de presiones.

#### Séptima Regla:

Utilice materiales  
y tecnologías sensatamente.

Muy relacionado con la operación están los procedimientos y materiales empleados para la construcción y el mantenimiento de sistemas de suministro. Debido a que se reconoce bastante extensamente que ambas intervenciones presentan un atraso tecnológico significativo, esto puede con-



dicionar dos riesgos importantes: considerarlo inevitable y/o no prepararse para las transferencias tecnológicas.

La incorporación de materiales no convencionales para la producción de tuberías y accesorios, el empleo de técnicas de acceso mínimo, de nuevos sellantes y hermetizadores, la presencia de materiales más resistentes y duraderos, está produciendo una fuerte reconsideración de las técnicas constructivas y de mantenimiento. En menos de cinco años se ha extendido el empleo de tuberías más herméticas, lo que significa reducciones en las actuales pérdidas de agua durante su distribución. Se han incorporado además mecanismos automáticos y reguladores, que reducen el tiempo de respuesta de las acciones para suprimir averías o reducir pérdidas.

Los nuevos materiales y tecnologías dejan también una puerta abierta a preguntas no respondidas aún. No se han evaluado los efectos que ellos tendrán sobre la seguridad del agua, en cuanto a la incorporación de elementos objetables o potencialmente dañinos que, por otra parte, también parece haber ocurrido con la incorporación de tecnologías en otros tiempos.

**Octava Regla:  
Controle la seguridad  
del agua.**

Conociendo las características de un sistema de suministro de agua, esto es, bajo qué condiciones se realiza la captación, conducción, rectificación y distribución del agua, se puede anticipar mejor cuáles serán los componentes que puedan alcanzar valores críticos en el agua.

La práctica ya ha establecido a los organismos presentes en el agua y al residual de desinfectantes como patrones sensibles del deterioro de la seguridad. Pero el mismo progreso en la evaluación de estos indicadores representa una complejidad creciente. La diversidad de organismos posibles puede constituir una pantalla más que una identificación de riesgos, y los mismos subproductos desinfectantes colocan a las valoraciones en frecuentes incertidumbres. Ante esto, la regla de Bailey de evaluar cada sistema según sus particularidades (y éstas se comprenden cuando se dispone de



suficientes datos acumulados) hace insustituible la experiencia humana como mejor intérprete de la seguridad del agua.

Sin dejar de considerar toda la gama de componentes bajo observación en las reglamentaciones de “potabilidad”, es conveniente saber determinar cuáles se deben tener en cuenta al valorar la seguridad del agua que se suministra, e incluso, en qué partes del sistema son más representativos. Mientras el control del cloro residual es crítico en puntos extremos del sistema, su valor no es tan relevante en la conducción; el manganeso tiene sólo significado en la captación y en la planta potabilizadora, su presencia en la red sólo es significativa para ordenar acortar los ciclos de limpieza. Y así, cada componente tiene implicaciones más o menos específicas.

Un buen sistema de control es aquél que permite tomar medidas correctivas. Cuando se vuelve demasiado extenso y lento, puede perder su efectividad y ser más un sistema para sí que para el control. La simplificación de los sistemas de vigilancia es un proceso de aproximaciones y limitaciones. Un sistema inicialmente simple puede ser un buen soporte para una progresión segura siempre y cuando sea actualizado y enriquecido en el momento oportuno, lo que permitirá su siguiente paso de avance. Esta experiencia es de importancia clave para lograr más seguridad en el agua.

#### **Novena Regla: Promueva una manipulación domiciliaria segura.**

Si todos los esfuerzos y resultados alcanzados en la aplicación de las ocho reglas anteriores no se completa con una buena manipulación dentro de los dispositivos propios del usuario, se perderán todas las acciones emprendidas. No debemos olvidar que el destino del agua es ser consumida, es decir, empleada para la ingestión, preparación de alimentos, higiene y confort de los clientes.

Esto ha sido comprendido durante las evaluaciones, al comparar las valoraciones de la seguridad del agua desde el punto de

entrega al usuario (punto de entrada) hasta el dispositivo por el cual éste accede realmente al agua, ya sea la pila o un dispositivo de descarga (punto de toma).

La calidad de los materiales empleados, la instalación de los dispositivos de plomería y sanitarios, su interrelación y posibles riesgos, se han quedado algo rezagados cuando se busca la seguridad en el agua que se consume.

Aunque se está revaluando esta intervención y el acercamiento a los intereses expresados por los usuarios, existe todavía un espacio que no está suficientemente atendido y en el que se necesita incorporar al mismo usuario para su protección efectiva.

#### **Décima Regla: Considere las tendencias.**

No se puede limitar un sistema de protección del agua de consumo a un estado estacionario. La presencia de nuevos materiales, tecnologías y productos han colocado a los proyectos de seguridad en situaciones desestabilizadoras.

Recordemos el choque, ya superado, de la presencia de los trihalometanos cuando la desinfección por halógenos se encontraba universalmente extendida, lo que obligó a condicionar los procedimientos de desinfección a estos “villanos”. Esto propició avanzar en la clarificación del agua e incorporar otros productos desinfectantes alternativos. Lo mismo puede decirse del empleo de materiales novedosos, que expanden la filtración, y de las racionalizaciones de los consumos de agua a través de dispositivos ahorradores.

Y así, el mercado del agua actúa como un sistema abierto, continuamente susceptible a recibir modificaciones para mejorar sus ofertas. Lo que hoy es agua segura, puede ser considerada de menor calidad en un futuro cercano.

Y con estas nuevas disponibilidades tecnológicas que se reciban se deben concebir las nuevas acciones para ofrecer mayor seguridad en el agua, como un componente más del sector que evoluciona en su conjunto, y que puede y es sistemáticamente enriquecido y mejorado. **VH**