

Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas 2017

# RESUMEN EJECUTIVO

# Las Aguas residuales

## El recurso desaprovechado



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



Programa  
Mundial de  
Evaluación de los  
Recursos Hídricos



**En todos los países, salvo en los más desarrollados, la gran mayoría de las aguas residuales se vierte directamente en el medio ambiente sin tratamiento adecuado**

La mayoría de las actividades humanas que emplean agua producen aguas residuales. A medida que aumenta la demanda total de agua, la cantidad de aguas residuales producidas y la carga contaminante total de las mismas aumentan continuamente en el mundo entero.

En todos los países, salvo en los más desarrollados, la gran mayoría de las aguas residuales se vierte directamente en el medio ambiente sin tratamiento adecuado, con consecuencias perjudiciales para la salud humana, la productividad económica, la calidad de los recursos ambientales de agua dulce y los ecosistemas.

Aunque las aguas residuales son un componente crucial del ciclo de la gestión del agua, el agua después de haber sido utilizada es vista con demasiada frecuencia como una carga de la que desprenderse o una molestia que debe ignorarse. Ahora los resultados de esta negligencia son evidentes. Las consecuencias inmediatas, incluyendo el deterioro de los ecosistemas acuáticos y las enfermedades transmitidas por el agua a través del suministro de agua dulce contaminada, tienen implicaciones de gran envergadura en el bienestar de las comunidades y en los medios de sustento de las personas. El fracaso continuo a la hora de abordar las aguas residuales como un problema importante desde el punto de vista social y ambiental, comprometería otros esfuerzos dirigidos a alcanzar los objetivos contenidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Frente a la siempre creciente demanda, las aguas residuales están cobrando importancia como fuente de agua alternativa fiable, cambiando el paradigma de la gestión de aguas residuales de “tratamiento y eliminación” a “reutilización, reciclado y recuperación del recurso”. En este sentido, las aguas residuales ya no se consideran como un problema que necesite solución, sino como parte de la solución a los retos a los que se enfrentan las sociedades hoy en día.

Las aguas residuales también pueden ser una fuente rentable y sostenible de energía, nutrientes y otros subproductos útiles. Los beneficios potenciales de extraer dichos recursos de las aguas residuales van mucho más allá de la salud humana y ambiental, con consecuencias a nivel de la seguridad alimentaria y energética, así como de mitigación del cambio climático. En el contexto de una economía circular, en que el desarrollo económico se equilibra con la protección de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental, las aguas residuales representan un recurso abundante y valioso.

Las perspectivas son innegablemente optimistas, siempre y cuando se tomen medidas ahora.

---

## EL AGUA EN EL MUNDO: DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE LA MISMA

Se prevé que la demanda de agua aumente de manera significativa en todo el mundo en las próximas décadas. Además del sector agrícola, que es responsable del 70% de las extracciones de agua del mundo entero, se prevén grandes aumentos de la demanda de agua en la industria y en la producción de energía. La urbanización acelerada y la ampliación de los sistemas municipales de suministro de agua y saneamiento también contribuyen al aumento de la demanda.

Los escenarios de cambio climático proyectan una exasperación de las variaciones espaciales y temporales de las dinámicas del ciclo del agua, de manera que las discrepancias entre la oferta y la demanda de agua se agravan cada vez más. La frecuencia y gravedad de las inundaciones y sequías probablemente cambiará en muchas cuencas fluviales del mundo entero. Las sequías pueden tener consecuencias socioeconómicas y ambientales muy significativas. La crisis de Siria fue desencadenada, entre otros factores, por una sequía histórica (2007–2010).

En la actualidad, dos terceras partes de la población mundial viven en áreas que padecen escasez de agua durante un mes al año por lo menos. Cerca

de 500 millones de personas viven en áreas en que el consumo de agua supera dos veces los recursos de agua renovables en el lugar. Las áreas altamente vulnerables, en que los recursos no renovables (es decir, las aguas subterráneas fósiles) siguen disminuyendo, se han vuelto altamente dependientes del transporte de agua desde zonas en las que esta abunda, y están buscando afanosamente fuentes alternativas asequibles.

La disponibilidad de recursos hídricos también está intrínsecamente ligada a la calidad del agua, ya que la contaminación de las fuentes de agua puede impedir diferentes tipos de usos. El aumento de los vertidos de aguas negras sin tratar, combinados con las escorrentías agrícolas y las aguas residuales tratadas de forma inadecuada procedentes de la industria, han dado como resultado el deterioro de la calidad del agua en todo el mundo. Si la tendencia actual persiste, la calidad del agua seguirá deteriorándose en las próximas décadas, en particular en los países pobres en recursos de las zonas áridas, poniendo aún más en peligro la salud humana y los ecosistemas, contribuyendo a la escasez de agua y limitando el desarrollo económico sostenible.



## AGUAS RESIDUALES: TENDENCIAS MUNDIALES

Por término medio, los países ricos tratan aproximadamente el 70% de las aguas residuales urbanas e industriales que generan. Dicha proporción se reduce al 38% en los países de rentas medio-altas y al 28% en los de rentas medio-bajas. En los países pobres, solo el 8% recibe algún tipo de tratamiento. Estas estimaciones apoyan la aproximación frecuentemente citada según la cual, a nivel mundial, más del 80% del total de las aguas residuales se vierten sin tratar.

En los países de rentas altas, la motivación para el tratamiento avanzado de las aguas residuales consiste, bien en mantener la calidad del medio ambiente, o en proporcionar una fuente de agua alternativa para hacer frente a la escasez de agua. Sin embargo, el vertido de aguas residuales no tratadas sigue siendo una práctica habitual, especialmente en los países en desarrollo, debido a la carencia de infraestructuras, capacidad técnica e institucional, y financiación.

## AGUAS RESIDUALES, SANEAMIENTO, LA SALUD HUMANA Y LA AGENDA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El acceso a servicios de saneamiento mejorados puede contribuir de forma significativa a reducir los peligros para la salud. Además, pueden obtenerse mayores beneficios para la salud mediante el tratamiento seguro de las aguas residuales. Aunque desde 1990, 2.100 millones de personas han logrado tener acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas, hay 2.400 millones que todavía no tienen acceso al saneamiento mejorado y cerca de 1.000 millones de personas en todo el mundo que aún practican la defecación al aire libre. Se calcula que en 2012 en los países de rentas medias y bajas se produjeron 842.000 muertes debidas al agua potable contaminada, instalaciones higiénicas inadecuadas y servicios de saneamiento inapropiados o inadecuados.

Sin embargo, la cobertura de saneamiento mejorado no equivale forzosamente a una gestión mejorada de las aguas residuales o a seguridad pública. Solo el 26% de los servicios de saneamiento y de las aguas residuales urbanas y el 34% de los rurales previene efectivamente el contacto humano con los excrementos a lo largo de toda la cadena de saneamiento y pueden, por tanto, considerarse manejados de forma segura.



Basándose en la experiencia de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible tiene un objetivo más amplio para el agua, que va más allá de las cuestiones de

abastecimiento de agua y saneamiento. La Meta 6.3 de la Agenda 2030 establece lo siguiente: "De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando los vertidos y minimizando la emisión de sustancias químicas y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad la proporción de aguas residuales no tratadas y aumentando sustancialmente el reciclaje y la reutilización segura a nivel mundial". El nivel extremadamente bajo de tratamiento de las aguas residuales en los países de rentas bajas y medio-bajas indica la urgente necesidad de poner en práctica soluciones de bajo coste y opciones de reutilización segura para ayudar a alcanzar la Meta 6.3, que es crucial para cumplir con toda la Agenda.

---

## PROBLEMAS DE GOBERNANZA



Los beneficios que supone la gestión de los residuos humanos para la sociedad son considerables, tanto para la salud pública como para el medio ambiente. Por cada dólar USA gastado en saneamiento, se estima que el retorno para la sociedad es de 5,5 de US\$.

Superar las dificultades prácticas de aplicación de los reglamentos sobre la calidad del agua puede resultar especialmente complejo. Con el fin de alcanzar los objetivos de mejora de la calidad del agua y la protección de los recursos hídricos, los individuos y organizaciones responsables de los distintos aspectos de la gestión de las aguas residuales deben respetar y actuar en el interés común. Los beneficios solo se obtienen si todos cumplen las normas para proteger los recursos hídricos de la contaminación.

Involucrar a los ciudadanos en la toma de decisiones a todos los niveles fomenta la participación y la apropiación. Esto incluye las decisiones sobre qué tipos de instalaciones de saneamiento son adecuadas y aceptables y cómo pueden financiarse y mantenerse a largo plazo. Es especialmente importante llegar a los grupos marginados, las minorías étnicas y las personas que viven en condiciones de pobreza extrema, en áreas rurales remotas o en asentamientos urbanos informales. También es esencial comprometerse con las mujeres, ya que ellas sufren las consecuencias sanitarias derivadas de una gestión insalubre de los residuos humanos.

---

## ASPECTOS TÉCNICOS DEL CICLO DE GESTIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES



Las aguas residuales se componen aproximadamente de un 99% de agua y un 1% de sólidos disueltos, coloidales y en suspensión.

Las consecuencias del vertido de aguas residuales no tratadas o tratadas de forma inadecuada podrían clasificarse en tres grupos: i) efectos nocivos para la salud humana; ii) impactos ambientales negativos; y iii) repercusiones negativas en las actividades económicas.

Un enfoque circular del control y regulación de diversos flujos de aguas residuales es el propósito último de la gestión mejorada de las aguas residuales. El ciclo de gestión puede desglosarse en cuatro fases:

### **1** Prevención o reducción de la contaminación en la fuente

Siempre que sea posible, los enfoques para controlar la contaminación del agua centrados en la prevención y minimización de las aguas residuales deberían tener prioridad frente al tradicional tratamiento aplicado al final de la tubería. Entre ellos se cuentan la prohibición o el control del uso de ciertos contaminantes para eliminar o limitar su irrupción en las

corrientes de aguas residuales, empleando medios normativos, técnicos y/o de otro tipo. Por lo general, las medidas correctivas para limpiar sitios contaminados y cuerpos de agua son mucho más caras que las medidas para prevenir la contaminación.

Es necesario monitorizar y producir relatorios sobre los vertidos de contaminantes en el medio ambiente y de la calidad del agua ambiental para lograr progresar. Si una cosa no se mide, el problema no puede definirse y no puede evaluarse la eficiencia de las políticas.

### **2** Recogida y tratamiento de aguas residuales

La eliminación de residuos contenidos en el agua sigue siendo el método predominante para el saneamiento y para evacuar las aguas residuales de las fuentes domésticas, comerciales e industriales. Aproximadamente el 60% de la población mundial está conectada a un sistema de alcantarillado (aunque en realidad solo se trata una pequeña proporción de las aguas negras que se recogen). Otras opciones de saneamiento, como los sistemas in situ, se adaptan bien a las

áreas rurales y a los asentamientos con escasa densidad de población, pero pueden resultar caros y de difícil gestión en entornos urbanos densamente poblados.

Los sistemas centralizados de tratamiento de aguas residuales a gran escala podrían no ser ya la opción más viable para la gestión de las aguas urbanas en muchos países. Los sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales al servicio de propiedades individuales o pequeños grupos de propiedades han experimentado una tendencia al aumento en todo el mundo. También permiten recuperar nutrientes y energía, ahorran agua dulce y ayudan a garantizar el acceso al agua en tiempos de escasez. Se ha estimado que los costes de inversión para estos equipos de tratamiento solo representa entre el 20 y el 50% del de las plantas de tratamiento convencionales, con unos costes operativos y de explotación incluso inferiores (del orden del 5–25% de las plantas convencionales de tratamiento de lodos activados).

Los sistemas de alcantarillado de bajo coste se han convertido en un método de elección para los barrios de todos los niveles de rentas, ya que poseen todas las características necesarias para ser la norma de facto para todo el alcantarillado. Se diferencian de los utilizados en el diseño del alcantarillado convencional y se centran en el concepto de que las aguas residuales libres de sólidos se hacen confluír en el sistema. Estos sistemas pueden utilizarse para conectar comunidades satélite con sistemas centralizados, y también se han empleado en asentamientos de refugiados.

Los ecosistemas pueden ser efectivos en cuanto a proveer sistemas económicos de tratamiento de aguas residuales, siempre que dichos ecosistemas sean sanos, la carga contaminante (y los tipos de contaminantes) en el efluente esté regulada y no se supere la capacidad de absorber la contaminación del ecosistema. Existen unos límites naturales a la capacidad de asimilación de los ecosistemas, más allá de los cuales estos se ven amenazados y ya no pueden desempeñar un papel depurador.

### **3 El uso de aguas residuales como fuente alternativa de agua**

Las aguas residuales no tratadas o diluidas se han utilizado durante siglos para el riego. El agua recuperada también ofrece oportunidades para un suministro de agua sostenible y fiable para las industrias y los municipios, especialmente con un número cada vez mayor de ciudades que dependen de fuentes de agua más distantes y/o alternativas para satisfacer la creciente demanda.

En general, la reutilización del agua se hace económicamente más factible si el punto de reutilización está cerca del punto de producción. Tratar las aguas residuales hasta alcanzar un nivel de calidad aceptable para el usuario (es decir, un tratamiento específico para un fin) aumenta el potencial de recuperar los costes.

El uso de las aguas residuales es aún más competitivo cuando los precios del agua dulce reflejan también el coste de oportunidad de utilizar el agua dulce y cuando los cargos de contaminación reflejan el coste de eliminar los contaminantes de los flujos de aguas residuales.

El uso previsto de las aguas residuales tratadas y parcialmente tratadas para los servicios de los ecosistemas puede aumentar la eficiencia del recurso y aportar beneficios a los ecosistemas mediante la reducción de las extracciones de agua dulce, el reciclaje y reutilización de nutrientes, permitiendo que las pesquerías y otros ecosistemas acuáticos prosperen al minimizar la contaminación del agua y recargando los acuíferos empobrecidos.

### **4 La recuperación de subproductos útiles**

El amplio potencial de las aguas residuales como fuente de recursos, tales como energía y nutrientes, sigue estando poco explotado. Puede recuperarse energía en forma de biogás, calefacción/refrigeración y generación de electricidad. Existen tecnologías para la recuperación de energía in situ mediante procesos de tratamiento de lodos/biosólidos integrados en plantas de tratamiento de aguas residuales que hacen posible que pasen de ser los principales consumidores de energía a una condición de neutralidad energética, o incluso a ser productores netos de energía. La recuperación de energía también puede ayudar a las instalaciones a reducir los costes de funcionamiento y la huella de carbono, permitiendo aumentar los flujos de ingresos a través de los créditos de carbono y los programas de comercio de carbono. También hay oportunidades para las energías combinadas y la recuperación de nutrientes. La recuperación de energía externa prevé la incineración de lodos en plantas centralizadas mediante procesos de tratamiento térmico.

Se está avanzando en el desarrollo de tecnologías para recuperar nitrógeno y fósforo de las aguas o lodos del alcantarillado. La recuperación de fósforo de las plantas de tratamiento in situ, como fosas sépticas y letrinas, puede ser técnica y económicamente viable si se transforman los residuos sépticos en fertilizantes orgánicos u orgánico-minerales. Además, los lodos fecales presentan un riesgo de contaminación química relativamente menor que el de los biosólidos de alcantarillado.

Es probable que la recogida y el uso de orina se convierta en un componente cada vez más importante de la gestión ecológica de las aguas residuales, ya que contiene el 88% del nitrógeno y el 66% del fósforo que se encuentra en los residuos humanos, componentes esenciales para el crecimiento de las plantas. Dado que se prevé que los recursos extraíbles de fósforo van a escasear o agotarse en las próximas décadas, la recuperación del mismo de las aguas residuales supone una alternativa realista y viable.



## LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES Y URBANAS

**En el contexto de una economía circular, en la que el desarrollo económico se equilibra con la protección de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental, las aguas residuales representan un recurso valioso y abundantemente disponible**

La composición de las aguas residuales municipales puede variar considerablemente, reflejando la gama de contaminantes liberados por varias fuentes domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Las aguas residuales de fuentes domésticas suelen estar relativamente libres de sustancias peligrosas, pero existen preocupaciones crecientes acerca de nuevos contaminantes, incluyendo los medicamentos de uso común que, incluso a bajas concentraciones, pueden tener efectos a largo plazo.

El crecimiento urbano acelerado plantea varios desafíos, entre ellos aumentos espectaculares en la generación de aguas residuales municipales. Sin embargo, dicho crecimiento también brinda oportunidades para romper con prácticas de gestión de aguas residuales del pasado (inadecuadas) y adoptar enfoques innovadores que incluyen el uso de aguas residuales tratadas y subproductos.

La generación de aguas residuales es uno de los mayores desafíos asociados al crecimiento de los asentamientos informales (barrios de chabolas) en los países en desarrollo. Había más habitantes en las chabolas en 2012 que en 2000, una tendencia que probablemente continuará en el futuro. Los habitantes de las chabolas tienen que depender frecuentemente de inodoros comunitarios sin alcantarillado, hacer sus necesidades al aire libre o deshacerse de sus excrementos en bolsas de polietileno (por ejemplo, en los llamados inodoros volantes). Los baños comunitarios no se utilizan mucho debido a la falta de agua, al mantenimiento deficiente y al coste para el usuario. Encontrar un sitio adecuado para ir al baño es especialmente problemático para las mujeres, lo que acarrea riesgos para su seguridad personal, situaciones embarazosas y problemas higiénicos.



El uso de las aguas residuales puede añadir nuevos flujos de ingresos al tratamiento de las aguas residuales, en particular en condiciones de escasez de agua recurrente o crónica [...] La recuperación de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno) y energía puede añadir nuevos e importantes valores para mejorar la propuesta de recuperación de costes

## INDUSTRIA

La toxicidad, la movilidad y la carga de contaminantes industriales tienen impactos potencialmente más significativos sobre los recursos hídricos, la salud humana y el medio ambiente que los volúmenes reales de aguas residuales. El primer paso consiste en mantener los volúmenes y la toxicidad de la contaminación en un nivel mínimo en el punto de origen, desde la concepción hasta el diseño y en la explotación y mantenimiento. Esto incluye la sustitución por materias primas más ecológicas y productos químicos de proceso biodegradables, así como la formación y capacitación del personal para abordar las cuestiones relacionadas con la contaminación. El segundo paso consiste en reciclar toda el agua que sea posible en una planta, minimizando así los vertidos.

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y las industrias informales suelen verter sus aguas residuales en las redes municipales o directamente en el medio ambiente. Las industrias que vierten en las redes municipales o en las aguas superficiales tienen que cumplir los reglamentos de vertido para evitar multas, por lo que en muchos casos se requiere tratamiento previo en la planta antes del vertido. En algunas situaciones, sin embargo, a las industrias puede resultarles más barato pagar las multas que invertir en tratamiento para cumplir los reglamentos.

Una oportunidad destacada para el uso y reciclaje de las aguas residuales industriales consiste en la cooperación entre plantas a través de la simbiosis industrial. Esto se observa mejor en los parques ecoindustriales, que ubican las industrias adyacentes entre sí de manera que puedan aprovechar varios flujos de aguas residuales, así como del reciclaje del agua y sus subproductos. Para las PYMES esta puede ser una forma significativa de ahorrar costes en el tratamiento de las aguas residuales.



Además de mejorar la seguridad alimentaria, la reutilización del agua para la agricultura puede tener beneficios significativos, incluyendo una mejor nutrición

## AGRICULTURA

En los últimos cincuenta años, la superficie equipada para el riego se ha más que duplicado, el número de cabezas de ganado se ha más que triplicado y la acuicultura continental ha multiplicado su crecimiento por veinte. La contaminación de las aguas debida a la agricultura se produce cuando los fertilizantes (nutrientes) y otros agroquímicos se administran en cantidades mayores de las que los cultivos pueden absorber o cuando las aguas los arrastran. Unos esquemas de riego eficientes pueden reducir en gran medida las pérdidas tanto de agua como de fertilizante. Los nutrientes también pueden ser liberados por la producción ganadera y la acuicultura.

La agricultura puede ser fuente de varios otros tipos de contaminantes, incluyendo materia orgánica, patógenos, metales y contaminantes emergentes. En los últimos 20 años han aparecido nuevos contaminantes agrícolas, como antibióticos, vacunas, activadores del

crecimiento y hormonas, que pueden liberar las granjas de ganado y acuicultura.

Si se tratan de manera adecuada y se utilizan de forma segura, las aguas residuales domésticas constituyen una valiosa fuente tanto de agua como de nutrientes. Además de aumentar la seguridad alimentaria, la reutilización del agua para la agricultura puede tener beneficios importantes para la salud humana y del medio ambiente, incluyendo una mejor alimentación. El uso de las aguas residuales municipales es un patrón común en países de Oriente Medio y el norte de África, Australia y el Mediterráneo, así como en China, México y Estados Unidos. Donde ha tenido más éxito esta práctica ha sido en las áreas urbanas y periurbanas, donde existe gran disponibilidad de aguas residuales, por lo general de forma gratuita, y donde hay un mercado próximo para los productos agrícolas.

---

## PERSPECTIVAS REGIONALES

Uno de los principales desafíos relacionados con las aguas residuales en África es la carencia generalizada de infraestructuras para la recogida y tratamiento de las mismas, que se traduce en la contaminación de los recursos superficiales y subterráneos, a menudo limitados. Las ciudades africanas están creciendo rápidamente, y sus sistemas actuales de gestión del agua no pueden responder a la creciente demanda. Sin embargo, esta situación brinda oportunidades gracias a que la gestión mejorada de las aguas residuales urbanas, emplea tecnologías multiuso para la reutilización del agua y la recuperación de subproductos útiles. Es necesaria una defensa enérgica para convencer a los responsables políticos del fenomenal “coste de la inactividad” en términos de desarrollo socioeconómico, calidad ambiental y salud humana.

El uso de aguas residuales tratadas de forma segura se ha convertido en un medio para aumentar la cantidad de agua disponible en varios estados árabes, y ha sido incluido entre los componentes básicos de los planes de gestión de los recursos hídricos. En 2013, el 71% de las aguas residuales recogidas en los estados árabes se trataron para convertirlas en salubres, y el 21% de las mismas se están utilizando, en su mayor parte para el riego y la recarga de las aguas subterráneas. La gestión integrada de los recursos hídricos y los enfoques de nexos que tienen en cuenta los vínculos entre agua, energía, alimentación y cambio climático, proporcionan un marco para considerar las vías para apoyar la recogida, traslado, tratamiento y uso mejorado de las aguas residuales en la región árabe desde la perspectiva de la seguridad hídrica.

Los subproductos de las aguas residuales domésticas, como sal, nitrógeno y fósforo, tienen un valor económico potencial que puede utilizarse para mejorar los medios de vida en la región del Asia y el Pacífico. Estudios de casos en el Sureste asiático han puesto de manifiesto que los ingresos procedentes de los subproductos de aguas residuales, como los fertilizantes, son significativamente más altos que los costes operativos de los sistemas de recuperación de subproductos de alcantarillado, lo que demuestra que

la recuperación de recursos de las aguas residuales es un modelo de negocio viable y capaz de generar beneficios. Queda mucho por hacer todavía en la región para apoyar a los gobiernos municipales y locales en la gestión de las aguas residuales urbanas y en la captación de los beneficios de sus recursos.

El nivel de acceso al saneamiento mejorado en toda la región de Europa y América del Norte es relativamente alto (95%) y los niveles de tratamiento de las aguas residuales han aumentado en los últimos 15–20 años. Aunque el tratamiento terciario ha ido aumentando gradualmente, aún hay un volumen importante de aguas residuales que se recoge y se vierte sin tratar, en particular en Europa del Este. Los cambios económicos y demográficos han hecho que disminuya la eficacia de algunos sistemas centralizados, tal y como ponen de manifiesto varios sistemas sobredimensionados e inadaptados en ciertas partes de la antigua Unión Soviética. Las ciudades de toda la región se enfrentan al esfuerzo económico que supone reparar o sustituir una infraestructura vieja.

La cobertura del tratamiento de aguas residuales en América Latina y el Caribe casi se ha duplicado desde finales de los años noventa, y se estima que alcanza ahora entre el 20 y el 30% de las aguas residuales que se recogen en los sistemas de alcantarillado urbano. Esta mejora se atribuye principalmente a los niveles crecientes de agua y de cobertura de saneamiento, a la mejor situación económica de muchos proveedores del servicio (que en los últimos años han hecho progresos importantes hacia la recuperación de costes) y al fuerte crecimiento socioeconómico de la región en la última década. Otro factor que ha contribuido ha sido la integración de las economías regionales en los mercados globales. Las aguas residuales tratadas podrían constituir una fuente importante de abastecimiento de agua en algunas ciudades, en particular las que se hallan emplazadas en zonas áridas (como por ejemplo Lima) o en las que se necesitan transportes a larga distancia para satisfacer la demanda creciente, en particular durante las sequías (como por ejemplo São Paulo).



## CREAR UN ENTORNO PROPICIO PARA EL CAMBIO

La mejora del tratamiento de aguas residuales, el aumento del agua reutilizada y la recuperación de subproductos útiles apoyan la transición hacia una economía circular al ayudar a reducir las extracciones de agua y la pérdida de recursos en los sistemas productivos y en las actividades económicas.

### Marco jurídico y normativo adecuados

Un marco normativo eficaz requiere que la autoridad ejecutiva posea la capacidad técnica y de gestión necesaria y que actúe de forma independiente, con los poderes suficientes para hacer cumplir las normas y directrices. La transparencia y el acceso a la información motivan el cumplimiento fomentando la confianza entre los usuarios con respecto a los procesos de implementación y ejecución. Avanzar requerirá un enfoque flexible e incremental.

Las políticas y los instrumentos normativos se aplican a nivel local y tienen que adaptarse a circunstancias muy variadas. Por tanto, es importante que se les brinde apoyo político, institucional y financiero a las iniciativas “de abajo a arriba” y a la prestación de servicios de gestión de aguas residuales locales a pequeña escala (es decir, descentralizados).

También se necesitan nuevos reglamentos sobre la reutilización del agua y la recuperación de los subproductos de las aguas residuales. A menudo hay poca o ninguna legislación sobre los estándares de calidad para estos productos, lo que da lugar a incertidumbres en el mercado que pueden desalentar la inversión. Los mercados para dichos productos podrían estimularse mediante incentivos financieros o jurídicos (como por ejemplo la obligación de mezclar fosfatos recuperados en los fertilizantes artificiales).

### Recuperación de costes y mecanismos de financiación apropiados

Por regla general, se considera que la gestión de las aguas residuales y el saneamiento son caros y que requieren de mucho capital. Este es el caso especialmente de los grandes sistemas centralizados, que requieren unos gastos

de capital iniciales elevados y unos costes de explotación y mantenimiento relativamente altos a medio y largo plazo para evitar un rápido deterioro. El problema se agrava aún más, debido a la falta crónica de inversión en el desarrollo de capacidades institucionales y humanas. Sin embargo, los costes de las inversiones inadecuadas en la gestión de las aguas residuales son mucho mayores, en particular si se tienen en cuenta los daños directos e indirectos a la salud, el desarrollo socioeconómico y el medio ambiente.

Los sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales pueden utilizarse para compensar algunos problemas financieros generados por los sistemas centralizados. Cuando se diseñan y aplican correctamente, estas tecnologías de bajo coste pueden dar resultados satisfactorios en términos de calidad de los efluentes, aunque también requieren un nivel de explotación y mantenimiento apropiado para evitar fallos en el sistema.

El uso de las aguas residuales puede añadir nuevos flujos de ingresos al tratamiento de las mismas, en particular en condiciones de escasez de agua recurrente o crónica. Se han puesto en práctica varios modelos diferentes de negocio en los que la recuperación de costes y valor ofrece ventajas significativas desde una perspectiva financiera. Sin embargo, los ingresos procedentes de la venta de aguas residuales tratadas por sí solos no suelen ser adecuados para cubrir los costes operativos y de mantenimiento de la instalación de tratamiento de aguas residuales. La recuperación de nutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno) y energía puede añadir nuevos flujos de valor importantes para mejorar la propuesta de recuperación de costes.

Aunque los ingresos procedentes de la utilización de aguas residuales y la recuperación de recursos no siempre cubren sus costes adicionales, los beneficios procedentes de las inversiones en la reutilización del agua pueden compararse con el coste de las presas, la desalinización, las transferencias entre cuencas y otras opciones para aumentar la disponibilidad de agua.

Incluso cuando llega al grifo, el agua potable suele seguir estando infravalorada y subestimada en comparación con el coste total del servicio. Las propias aguas residuales tratadas deben tener un precio inferior al del agua potable para que el público las acepte. Darle al agua de todas las



fuentes un precio que refleje mejor su coste real permite hacer inversiones que puedan traducirse en servicios asequibles para todos los miembros de la sociedad, incluidos los pobres.

### Reducir al mínimo los riesgos para las personas y el medio ambiente

Los vertidos de aguas residuales pueden tener graves repercusiones en la salud de las personas y el medio ambiente, incluyendo brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, agua y vectores, así como la contaminación y la pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos. La exposición de grupos vulnerables, especialmente mujeres y niños, a aguas residuales parcialmente tratadas o no tratadas, requiere una atención específica. El conocimiento limitado de los riesgos para la salud que conlleva el uso de aguas residuales, debido a la pobreza y al escaso nivel de educación, contribuye aún más a dichos riesgos, en particular en los países en desarrollo. Siempre que se considere que es probable la exposición humana (a través de la alimentación o el contacto directo), se requieren medidas de gestión del riesgo más rigurosas.

### Creación de conocimientos y capacidades

Los datos y la información sobre la generación, tratamiento y uso de aguas residuales son esenciales para los responsables políticos, investigadores, profesionales e instituciones públicas, a fin de elaborar planes de acción nacionales y locales destinados a la protección del medio ambiente y al uso seguro y productivo de las aguas residuales. El conocimiento de los volúmenes, y lo que es acaso más importante, los componentes de las aguas residuales, son herramientas importantes para proteger la salud y seguridad de las personas y el medio ambiente. Sin embargo, hay una carencia difusa de datos relacionados con prácticamente todos los aspectos de la calidad del agua y la gestión de las aguas residuales, en particular en los países en desarrollo.

Las tecnologías apropiadas y asequibles, tanto nuevas como ya afianzadas, tienen que transferirse de los países desarrollados a los países en desarrollo para ayudarles a alcanzar la Meta 6.3 de los ODS. Se necesita investigar

para entender mejor las dinámicas de los contaminantes emergentes y mejorar los métodos para eliminar dichos contaminantes de las aguas residuales. También es esencial entender qué impacto van a tener los factores externos como el cambio climático en la gestión de las aguas residuales.

Con el fin de mejorar la gestión de las aguas residuales, es esencial garantizar que se dispone de los niveles adecuados de capacidad humana. La capacidad organizativa e institucional en el sector de la gestión de las aguas residuales es a menudo deficitaria y, por lo tanto, está en juego cualquier inversión, tanto en los sistemas de gestión de aguas residuales centralizados a gran escala como en los sistemas más pequeños in situ.

### Conciencia pública y aceptación social

Aunque los proyectos de reutilización de aguas residuales estén bien diseñados desde el punto de vista técnico, parezcan factibles desde el punto de vista financiero e incorporen medidas de seguridad apropiadas, los esquemas de reutilización del agua pueden fallar si los proyectistas no dan cuenta adecuadamente de las dinámicas de aceptación social. El uso de aguas residuales se enfrenta a menudo a una fuerte reticencia por parte del público debido a la falta de conciencia y confianza en lo tocante a los riesgos para la salud humana. La sensibilización y la educación son las principales herramientas para superar las barreras sociales, culturales y de los consumidores. Estas campañas de sensibilización deben adaptarse a los consumidores con diferentes bagajes culturales y religiosos.

Los riesgos para la salud asociados a la reutilización del agua tienen que ser evaluados, monitoreados y reportados con regularidad con el fin de cosechar la aceptación del público y maximizar los beneficios del uso de aguas residuales, minimizando a la vez las consecuencias negativas. En el caso del agua potable (es decir, la reutilización del agua potable), se requieren vastas campañas de información para crear confianza en el sistema y superar el llamado "factor del asco".

---

## CODA

En un mundo en que la demanda de agua dulce aumenta incesantemente, y donde los limitados recursos hídricos están cada vez más alterados por la sobreexplotación, la contaminación y el cambio climático, resulta a decir poco impensable menospreciar las oportunidades derivadas de la gestión mejorada de las aguas residuales en el contexto de una economía circular.

Preparado por el WWAP | Richard Connor, Stefan Uhlenbrook, Engin Koncagül and Angela Renata Cordeiro Ortigara. Relectura del texto final: Ismael Madrigal

Esta publicación ha sido producida por WWAP en nombre de ONU-Agua.

### Créditos fotográficos

**Portada:** Drenaje de sedimentos — Depuración de agua empleando organismos biológicos, © Kekyalaynen/Shutterstock.com; **página 3:** Tanque de sedimentación primaria, aguas residuales que fluyen a través de grandes tanques, © Kekyalaynen/Shutterstock.com; **página 4 (foto de arriba):** Reunión regional sobre desarrollo sostenible en Uganda, © FAO/Matthias Mugisha flickr.com CC BY-NC 2.0; **página 4 (foto de abajo):** Tratamiento de aguas residuales en una planta, © FotoBug11/Shutterstock.com; **página 6:** Aguas residuales en el canal de Klong Ong Ang (Tailandia), © John Kasawa/Shutterstock.com; **página 7:** Optimización de la reutilización y eficiencia del agua, © Nestlé flickr.com CC BY-NC-ND 2.0; **página 8:** Sistema de riego en Tailandia, © Kosin Sukhum/Shutterstock.com; **página 10:** Puente de Ellerntors en Hamburgo (Alemania), © Boris Stroujko/Shutterstock.com

### Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas

Oficina del Programa sobre la Evaluación Mundial de los Recursos Hídricos  
División de Ciencias del Agua, UNESCO  
06134 Colombella, Perugia, Italia  
Email: [wwap@unesco.org](mailto:wwap@unesco.org)  
[www.unesco.org/water/wwap](http://www.unesco.org/water/wwap)

Agradecemos la ayuda económica recibida del  
Gobierno de Italia y de la Regione Umbria



Regione Umbria

