

# La segunda vida del agua: el arte de reciclar el recurso más esencial

## *The Second Life of Water: The Art of Recycling the Most Essential Resource*

*Erick Manuel García Garduño, Ivonne Linares-Hernández, Luis Antonio Castillo-Suárez y Rocío Girón-Navarro*

---

### Resumen

Aunque el agua no desaparece del planeta, cada vez es más difícil acceder a ella. El crecimiento de la población, la contaminación y el cambio climático han puesto bajo presión las fuentes de agua dulce, mientras la industria consume millones de litros en sus procesos productivos. Frente a este panorama, reciclar el agua residual surge como una alternativa capaz de reducir el estrés hídrico y disminuir la contaminación ambiental. Este artículo explora cómo funcionan algunos métodos de tratamiento y reciclaje del agua, con especial atención en la industria textil, una de las que más agua utiliza y contamina. A través de ejemplos recientes desarrollados en distintos países y en México, se muestran tecnologías que permiten limpiar y reutilizar el agua en los mismos procesos industriales. Más que una solución lejana, el reciclaje del agua podría convertirse en una herramienta decisiva para garantizar el acceso al agua en el futuro.

**Palabras clave:** reciclaje de agua, tratamiento de aguas residuales, escasez de agua, industria textil, contaminación del agua.

### CÓMO CITAR ESTE TRABAJO

García Garduño, E. M., Linares-Hernández, I., Castillo-Suárez, L. A., y Girón-Navarro, R. (2026, mayo-julio). La segunda vida del agua: el arte de reciclar el recurso más esencial. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 27(2). <http://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2026.27.2.8>

---

### Abstract

Although water does not disappear from the planet, access to it is becoming increasingly difficult. Population growth, pollution, and climate change have placed freshwater sources under pressure, while industry consumes millions of liters in its production processes. In this context, wastewater recycling has emerged as an alternative capable of reducing water stress and decreasing environmental pollution. This article explores how different water treatment and recycling methods work, with special attention to the textile industry, one of the sectors that consumes and pollutes the most water. Through recent examples developed in different countries and in Mexico, technologies that allow water to be cleaned and reused within the same industrial processes are presented. Rather than a distant solution, water recycling could become a decisive tool for ensuring access to water in the future.

**Keywords:** water recycling, wastewater treatment, water scarcity, textile industry, water pollution.

**Erick Manuel García Garduño**

*Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco, División de Ingeniería Industrial, Tianguistenco, Estado de México*

Egresado de la licenciatura en Ingeniería Industrial por el Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco. Cuenta con cinco años de experiencia en las áreas de seguridad, higiene y medio ambiente en industrias de lubricantes, fabricación de envases y lámina plástica, así como en recepción y comercialización de aditivos químicos. Se ha desempeñado como auditor interno de la norma ISO 14001 y en proyectos de mejora productiva con enfoque en seguridad industrial y medio ambiente. Actualmente cursa la maestría en Ingeniería y desarrolla un proyecto sobre tratamiento de agua residual textil mediante procesos de coagulación-floculación.

 [erick\\_24201010@test.edu.mx](mailto:erick_24201010@test.edu.mx)

 <https://orcid.org/0009-0006-0126-8932>

**Ivonne Linares-Hernández**

*Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Toluca, Estado de México*

Profesora investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de México desde 2010 e investigadora nacional nivel II del Sistema Nacional de Investigadores. Es licenciada en Química y realizó estudios de posgrado en Ciencias Ambientales en la Facultad de Química de la misma universidad. Desde 2004, sus investigaciones se centran en el tratamiento electroquímico y los procesos avanzados de oxidación aplicados a aguas residuales municipales e industriales. Ha contribuido al desarrollo de sistemas Galvano-Fenton y Solar Galvano-Fenton para eliminar compuestos refractarios y de baja biodegradabilidad presentes en lixiviados, herbicidas, fármacos y aguas residuales industriales. Sus investigaciones destacan por el uso de procesos activados mediante energía solar sin requerir corriente eléctrica externa.

 <https://orcid.org/0000-0001-7302-8491>

 <https://www.researchgate.net/Ivonne-Linares-Hernandez>

**Luis Antonio Castillo-Suárez**

*Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco, Tianguistenco, Estado de México*

Doctor en Ciencias del Agua por la Universidad Autónoma del Estado de México; maestro en Ciencias en Ingeniería Bioquímica e ingeniero bioquímico por el Tecnológico Nacional de México. Es investigador nacional nivel I del Sistema Nacional de Investigadores y ha sido distinguido por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) mediante becas nacionales. Su trabajo científico se enfoca en la contaminación del agua y el desarrollo de tecnologías avanzadas para el tratamiento de efluentes complejos, particularmente procesos Fenton, Galvano-Fenton, electrocoagulación y sistemas híbridos solares. Ha publicado más de 40 artículos científicos y participado en capítulos de libro, consultorías y proyectos de normatividad ambiental. Actualmente es profesor del Tecnológico Nacional de México en el Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco.

 <https://orcid.org/0000-0002-9755-7117>

 <https://www.researchgate.net/Luis-Castillo-Suarez>

**Rocío Girón-Navarro**

*Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Toluca, Estado de México*

Ingeniera química industrial por el Instituto Politécnico Nacional y doctora en Ciencias Ambientales por la Universidad Autónoma del Estado de México. Cuenta con experiencia en análisis fisicoquímicos del agua y estudios ambientales a escala de laboratorio. En los últimos cinco años ha participado en proyectos nacionales e internacionales relacionados con tratamiento de aguas y control de la contaminación. Actualmente imparte la asignatura Diseño de Experimentos en la Universidad Politécnica del Valle de Toluca y realiza una estancia posdoctoral de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) en el Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua de la Universidad Autónoma del Estado de México. Desde 2024 cuenta con la distinción de investigadora nacional nivel I y en 2025 recibió un reconocimiento por su participación científica en el Estado de México.



<https://orcid.org/0000-0002-4452-3802>



<https://www.researchgate.net/Rocio-Giron-Navarro-2>

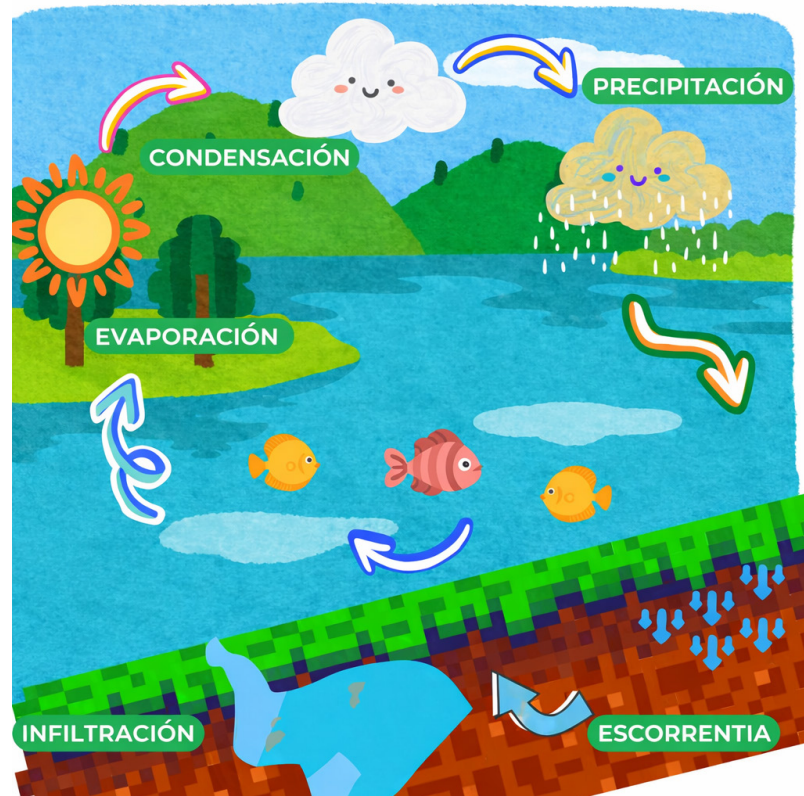


**S**eguramente has escuchado sobre reciclar el cartón, las botellas de PET, el vidrio y otros desechos; sin embargo, ¿se puede reciclar el agua? Muchos somos conscientes y hemos sido víctimas de la escasez de agua. Hemos sido constantemente informados de que “el agua se agota”, pero ¿qué pasaría si recicláramos el agua? Realmente, ¿es posible limpiar el agua a tal grado de volverla a usar? ¿Representa un riesgo hacerlo?

La escasez de agua puede tener diferentes causas y algunas pueden ser muy particulares; sin embargo, podríamos suponer que el alto consumo por la elevada demanda, la contaminación y el cambio climático, que causa sequías, podrían ser las más importantes. La crisis de escasez no es sólo un fenómeno físico, sino que genera desigualdad y refleja la negligencia institucional y modelos productivos de consumo insostenibles. Es posible que una buena alternativa sea reciclar el agua. En este artículo exploraremos si realmente “se está acabando el agua” y lo que hay detrás de esta idea. Describiremos las principales causas y cómo diferentes métodos permiten su reciclaje y darle nueva vida. Pondremos especial atención en el agua de la industria textil, donde ya se describen experiencias con resultados atractivos en la aplicación del reciclaje del agua. La intención es que, al finalizar, tengas una visión clara y esperanzadora sobre el futuro del reciclaje del agua.

## ¿Por qué se acaba el agua?

Sin duda, el agua es un recurso renovable que no se acaba. Esto se describe claramente en el ciclo del agua, el cual es como un viaje sin fin que inicia en las nubes; después baja en forma de lluvia, se escurre hasta llegar a ríos, lagos y mares; otra parte se infiltra, es decir, se introduce en el suelo; luego se evapora al calentarse por el sol y forma nuevamente nubes (figura 1). El 71 % de la superficie de nuestro planeta es agua (Chawre, 2020). Entonces, ¿por qué nos han insistido tanto en cuidarla si no se acaba? A lo largo de muchos años se nos ha repetido que debemos cuidarla: “gota a gota el agua se agota”, decía la publicidad hace algunos años. Debemos ahorrar agua, como si se tratara de un recurso que desaparece; entonces, ¿de alguna forma fuimos engañados? Pues el agua no se acaba; algunos científicos señalan que el agua que hoy tenemos en nuestra casa es la misma que existía hace millones de años.



**Figura 1.** El ciclo hidrológico funciona como un sistema cerrado donde la materia se transforma, pero su cantidad total permanece constante en el planeta.

*Créditos:* elaboración propia.

Es cierto que la mayor parte de nuestro planeta es agua, pero desafortunadamente es agua salada; eso hace que no podamos usarla para bañarnos, lavarnos o beberla y disponemos de menos del 1 % del agua dulce del planeta (Musie y Gonfa, 2023). Las principales fuentes de agua potable que llegan a nuestros hogares provienen de los ríos, lagos, lagunas y el agua subterránea. Esta agua debe pasar por un acondicionamiento, que consiste en retirarle los contaminantes que contiene; si la tomamos directamente puede ser peligroso. El agua subterránea es generalmente muy limpia; sin embargo, extraerla y llevarla a casa representa una gran labor. El acondicionamiento, o tratamiento, como también suele llamarse, permite remover contaminantes como bacterias, virus, tierra, lodo o pequeñísimas moléculas, para que el agua sea segura (Lahrach et al., 2021).

Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) han indicado que para 2030 más de mil millones de personas no tendrán acceso al agua (OMS, 2021). Pero, si ya definimos que el agua no se acaba, ¿cómo es que no tendrán agua? La diferencia, y lo preocupante, es básicamente el acceso al agua. La escasez se ha relacionado con: 1) la gran demanda; cada día somos más personas en el pueblo, la ciudad y el mundo. El consumo de agua suele ser de 177 a 525 L/habitante/día, mientras que existen comunidades donde apenas tienen 32 L/habitante/día (Aguilar-Benítez, 2023), lo cual evidencia una brecha entre las oportunidades de crecimiento de una comunidad; 2) no sólo necesitamos agua

para vivir, también para producir alimentos. De hecho, gran parte del agua es usada en el cultivo y en la industria; se requieren 1,222 L de agua por kg de maíz o 15,415 L por kg de carne de res (CONAGUA, 2022), y 3) el cambio climático (Huang et al., 2023). Los científicos han observado que, en algunas zonas del planeta, la temperatura ambiente ha incrementado a lo largo de los años y se dice que esto ha causado sequías, es decir, deja de llover por mucho tiempo, por lo que el ciclo del agua se altera (figura 1) (Nadeau et al., 2022; Overland et al., 2019).

Entonces, el agua no se está acabando; más bien, se ha vuelto complicado tener acceso a ella. Además, esta escasez no ocurre en todo el mundo al mismo tiempo ni de la misma forma. Por ejemplo, en el sur de México llueve mucho, tanto que se producen inundaciones, mientras que en el norte han pasado años sin lluvia, con periodos de sequía entre 1999-2001, 2005-2006, 2011-2013 y 2019-2022 (Dávila Ortiz y Velázquez Zapata, 2024). Esta disparidad puede influir en el futuro sobre la desigualdad económica y el desarrollo. El agua es muy importante para todos y algunos estiman que será de gran valor para las futuras generaciones debido a su difícil acceso. La escasez de agua no es un fenómeno natural; ha sido resultado de decisiones humanas, modelos de consumo que deben actualizarse y desigualdades históricas que continúan creciendo.

## Contaminación y tratamiento del agua

Inmediatamente después de usar el agua, esta llega al drenaje, deja de ser agua limpia y se convierte en agua residual. Se caracteriza porque su color, olor, sabor y otras propiedades cambian dramáticamente; son muy diferentes de como eran antes de ser usada. El agua residual suele contener contaminantes que alteran su naturaleza y representan un riesgo para la salud humana y el ambiente (Prateep Na Talang et al., 2020).

Desafortunadamente, la contaminación del agua con medicamentos, herbicidas, productos cosméticos, pinturas y detergentes, entre otros, cada vez es mayor. El uso excesivo de estos productos ha provocado que se encuentren en ríos, lagos y aguas subterráneas (Ali et al., 2018). Estos contaminantes son realmente difíciles de remover debido a que son muy estables y persistentes en el ambiente. Por ejemplo, la industria textil de la mezclilla utiliza 3,781 L de agua por cada pantalón que produce (ONU, 2018). Para lograr que los colorantes se fijen con mayor fuerza al tejido y duren más tiempo, los científicos diseñaron colorantes más solubles, es decir, que puedan mezclarse con el agua con mucha facilidad y en grandes cantidades. Este nuevo tipo de contaminante es muy persistente; por ello, los métodos que comúnmente usamos para limpiar el agua no logran eliminarlo.

Por lo tanto, la contaminación es otro factor que se suma a la escasez del agua porque dificulta su limpieza. No sólo ensucia el agua: nos arrebatamos la posibilidad de seguir utilizándola. Cada sustancia contaminante que llega a las fuentes de agua hace más difícil y costoso limpiarla, disminuyendo la cantidad de agua segura para todos. De esta forma, nuevas tecnologías deben desarrollarse y adaptarse a las condiciones particulares de cada zona, población e industria, para responder a necesidades específicas. Para la comunidad científica no debe tratarse únicamente de desarrollar nuevas tecnologías, sino de una visión para proteger el futuro de todos los que dependen de este recurso.

Afortunadamente, el tratamiento de las aguas residuales ha sido ampliamente estudiado y existen muchos métodos para remover contaminantes y dejar el agua limpia. Generalmente se usan sedimentadores, que son como grandes embudos para separar lodos, arena o sólidos que, por gravedad, caen al fondo. También se cultivan microorganismos que se alimentan de los contaminantes y se aplican lámparas de luz ultravioleta o cloro para desinfectar (Ilyas et al., 2019). Estos procesos requieren grandes terrenos, consumen mucha electricidad y, en algunos casos, sustancias como alumbre; además, el mantenimiento de la infraestructura suele ser costoso. Existen muchos beneficios al tratar las aguas residuales: 1) se protege el ambiente y los cuerpos de agua donde las aguas tratadas son descargadas; 2) se ha demostrado que disminuyen enfermedades, y 3) el agua tratada puede reusarse (Tanveer et al., 2022).

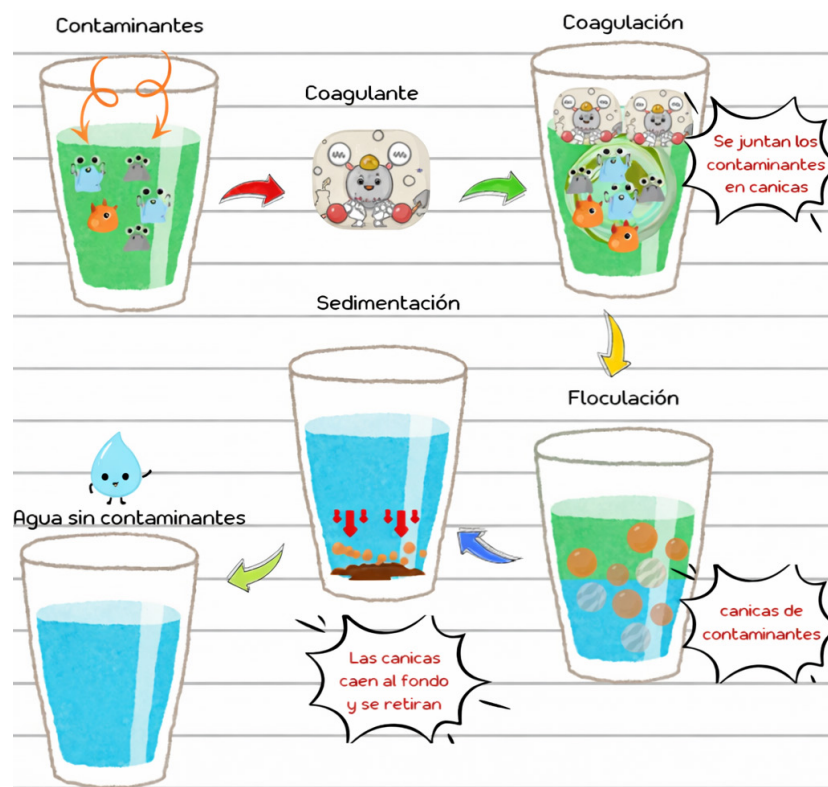
## ¿Realmente podemos reciclar el agua?

Para nuestra fortuna, no todo está perdido. El agua sí puede reciclarse y recuperarse, por lo que podría reusarse. Existen muchos métodos exitosos para recuperar agua; se clasifican en fisicoquímicos, biológicos y procesos avanzados de oxidación (Núñez-Tafalla et al., 2024). Estos últimos son de gran interés debido a que tienen la capacidad de romper moléculas como colorantes, herbicidas o fármacos y, en general, son eficaces en la remoción de contaminantes emergentes, es decir, sustancias de uso cotidiano como fármacos, cosméticos o colorantes industriales que han empezado a detectarse en ríos, lagos y aguas subterráneas. Aunque aparecen en bajas concentraciones, sus efectos potenciales en la salud y el ambiente los convierten en un reto para la ciencia.

¿Por qué no empezamos a usarlos? Parece increíble, pero algunas personas han afirmado que son métodos costosos, así que casi nadie se ha animado a utilizarlos a gran escala. Sin embargo, este campo de la ciencia y la tecnología continúa desarrollándose: nuevos materiales, diseños y formas de operar estos procesos son evaluados año con año. La expectativa es encontrar una combinación de materiales, equipos y métodos que permita una operación más sencilla y de



menor costo. Aunque esperar soluciones más baratas sólo retrasa el progreso, un método sorprendentemente sencillo es la coagulación-floculación. Imagina un contaminante formado por pequeñas partículas presentes en el agua: cuando añadimos el coagulante (figura 2), se forma un conglomerado, como si las partículas se unieran mano con mano hasta formar pequeñas canicas. El contaminante queda atrapado por sus cargas eléctricas, pesa más y se va al fondo del recipiente, logrando separarse del agua. El coagulante es un agente que neutraliza las cargas del contaminante; uno muy amigable con el ambiente y usado en el tratamiento de agua residual del lavado de mezclilla es la cal comercial.



**Figura 2.** Mecánica de la coagulación-floculación en el tratamiento de aguas residuales textiles. El uso de un agente coagulante permite agrupar los contaminantes en conglomerados sólidos o “canicas” que, al ganar peso, se depositan en el fondo para su posterior retiro.

**Créditos:** elaboración propia.

Los resultados obtenidos en algunos experimentos con estas tecnologías han permitido mantener la esperanza. En países como España se ha usado luz solar para mejorar los tiempos y optimizar el consumo de reactivos, lo que ha permitido limpiar aguas contaminadas con colorantes hasta el punto de reciclarlas en el proceso de teñido (Negueroles et al., 2017). En Brasil lograron reciclar agua contaminada con colorantes sin generar sustancias tóxicas. Gracias a estos avances se espera que pronto puedan migrar a ciclos de producción de circuito cerrado, es decir, donde el agua usada se limpie y vuelva a utilizarse (Starling et al., 2017).

En México también se desarrollan tecnologías que usan luz solar para optimizar el consumo de reactivos, eliminar la toxicidad e iniciar pruebas para reutilizar el agua en el mismo proceso. Algunos métodos como la coagulación-floculación (figura 2) han mostrado buenos resultados usando reactivos económicos sin generar subproductos tóxicos, lo que ha alentado a la comunidad científica local a continuar explorando estas alternativas (Robles-Bueno et al., 2024).

Desde luego, existen muchos retos; el más importante es la aceptación del cambio. Esto no es sencillo, pero sí urgente. Debemos cambiar nuestro estilo de vida y nuestros hábitos; pensar en consumir menos agua para tenerla disponible por más tiempo. No es suficiente: debemos replantear la forma en que usamos o desperdiciamos el agua. Las industrias deben asumir la responsabilidad y aceptar que es necesario modificar sus procesos para ser más amigables con el entorno y consumir únicamente lo necesario. Nosotros, como sociedad, también podemos actuar de manera más responsable con el ambiente; debemos cambiar nuestra perspectiva sobre el consumo y cuidado del agua y cuestionar nuestra rutina, prioridades y comodidad. En última instancia, colectivamente somos responsables de marcar el ritmo que sigue la industria, porque nuestros hábitos de consumo dictan el compás de su producción.

## ¿Es peligroso usar agua reciclada?

Es completamente normal sentir temor al usar agua que sabemos fue reciclada y descontaminada. En otras partes del mundo esto es más habitual y, para garantizar que no represente un peligro, se siguen estándares de muy alta calidad y se realizan numerosos análisis para determinar su composición. Si no garantizamos el cumplimiento de estos estándares, existe un alto riesgo para la salud y el ambiente. Sin embargo, un primer paso puede ser utilizar el agua reciclada en los mismos procesos industriales; por lo tanto, no necesariamente se trata de agua destinada al consumo humano o al contacto directo con las personas.

Pensando en que la industria podría ser la primera en aplicar el reciclaje del agua en sus procesos, este riesgo puede controlarse adecuadamente. Garantizar el cumplimiento de los estándares brinda seguridad para usarla, y que la industria recicle agua permite que una mayor cantidad quede disponible para uso y consumo humano, disminuyendo el estrés hídrico.

El agua puede reciclarse y los beneficios podrían ser: 1) mayor disponibilidad de agua para las personas; 2) protección de los cuerpos de agua naturales; 3) disminución de la contaminación ambiental; 4) mayor permanencia de la industria en el tiempo, y 5) mejores expectativas de crecimiento económico, evitando los riesgos futuros asociados con la falta de agua (ONU, 2021).

## Un futuro sostenible

La escasez de agua puede atribuirse a varias causas: el crecimiento de la población, el incremento en la demanda de alimentos, el cambio climático y la contaminación. Tradicionalmente, el tratamiento de las aguas residuales busca limpiar el agua para proteger ríos, lagos y mares, reduciendo su efecto sobre el ambiente y la salud de las personas. Sin embargo, esto ya no es suficiente frente al ritmo acelerado de deterioro de nuestro entorno.

Los diferentes métodos para tratar el agua han permitido su reúso en actividades como el riego; sin embargo, la industria tiene la responsabilidad urgente de ir más allá y podría revalorizar el tratamiento al reciclar el agua recuperada en otras, o incluso en las mismas, etapas del proceso que la generó. Esto no se trata únicamente de una opción tecnológica o de asumir una responsabilidad ambiental, sino de sumar a su autosostenibilidad y crecimiento futuro.

Reciclar el agua es posible. En industrias como la textil, el agua usada puede reciclarse dentro del proceso productivo y aprovecharse nuevamente en tinas de teñido u otras etapas del proceso. Este esfuerzo no sólo beneficia a la industria al reducir el estrés sobre la red de agua: también deja una mayor disponibilidad para comunidades vulnerables, disminuye el impacto ambiental y de salud pública y contribuye al desarrollo sostenible de la industria.

Reciclar el agua permite reducir el estrés sobre la red general, disminuir los costos asociados con la extracción y tratamiento del agua y reducir impactos ambientales y de salud pública mediante la revalorización del agua recuperada. La expectativa es que pronto podamos migrar hacia industrias donde el agua usada se limpie y vuelva a utilizarse. Reciclar el agua representa una oportunidad para construir un modelo industrial más equilibrado que contribuya a proteger el planeta y asegurar el futuro.

## Referencias

- ❖ Aguilar-Benítez, I. (2023). Factores en la decisión de beber agua directamente de la red pública en tres zonas metropolitanas de México. *EURE*, 50(149), 1-21. <https://doi.org/10.7764/EURE.50.149.07>
- ❖ Ali, F., Khan, J. A., Shah, N. S., Sayed, M., y Khan, H. M. (2018). Carbamazepine degradation by UV and UV-assisted AOPs: Kinetics, mechanism and toxicity investigations. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 307-314. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.004>

- ❖ Chawre, B. (2020). *Advances in water resources engineering and management* (Vol. 39). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-8181-2>
- ❖ Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). *Numeragua 2022*. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/Numeragua2022.pdf>
- ❖ Dávila Ortiz, R., y Velázquez Zapata, J. A. (2024). *La emergencia por sequía meteorológica y el abastecimiento de agua en Monterrey*. Diáspora Hídrica 2024.
- ❖ Huang, Z., Yuan, X., Liu, X., y Tang, Q. (2023). Growing control of climate change on water scarcity alleviation over northern part of China. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 46, 101332. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2023.101332>
- ❖ Ilyas, M., Ahmad, W., Khan, H., Yousaf, S., Yasir, M., y Khan, A. (2019). Environmental and health impacts of industrial wastewater effluents in Pakistan: A review. *Reviews on Environmental Health*, 34(2), 171-186. <https://doi.org/10.1515/reveh-2018-0078>
- ❖ Lahrich, S., Laghrib, F., Farahi, A., Bakasse, M., Saqrane, S., y El Mhammedi, M. A. (2021). Review on the contamination of wastewater by COVID-19 virus: Impact and treatment. *Science of the Total Environment*, 751, Article 142325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142325>
- ❖ Musie, W., y Gonfa, G. (2023). Fresh water resource, scarcity, water salinity challenges and possible remedies: A review. *Heliyon*, 9(8), e18685. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18685>
- ❖ Nadeau, K. C., Agache, I., Jutel, M., Annesi-Maesano, I., Akdis, M., Sampath, V., D'Amato, G., Cecchi, L., Traidl-Hoffmann, C., y Akdis, C. A. (2022). Climate change: A call to action for the United Nations. *Allergy*, 77(4), 1087-1090. <https://doi.org/10.1111/all.15079>
- ❖ Negueroles, P. G., Bou-Belda, E., Santos-Juanes, L., Amat, A. M., Arques, A., Vercher, R. F., Monllor, P., y Vicente, R. (2017). Treatment and reuse of textile wastewaters by mild solar photo-Fenton in the presence of humic-like substances. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(14), 12664-12672. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7889-1>
- ❖ Núñez-Tafalla, P., Salmerón, I., Venditti, S., y Hansen, J. (2024). Combination of photo-Fenton and granular activated carbon for the removal of microcontaminants from municipal wastewater via an acidic dye. *Sustainability*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/su16041605>
- ❖ Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). *¿Sabes lo que hay en tus jeans?* <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/sabes-lo-que-hay-en-tus-jeans>
- ❖ Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021). *El valor del agua*. UN Water. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/97a9a861-f2b6-4651-9669-46e63dbde603/content>



- ❖ Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Miles de millones de personas se quedarán sin acceso a servicios de agua potable, saneamiento e higiene antes de 2030 a menos que el progreso se multiplique por cuatro, advierten la OMS y UNICEF*. <https://www.who.int/es/news/item/01-07-2021-billions-of-people-will-lack-access-to-safe-water-sanitation-and-hygiene-in-2030-unless-progress-quadruples-warn-who-unicef>
- ❖ Overland, J., Dunlea, E., Box, J. E., Corell, R., Forsius, M., Kattsov, V., Olsen, M. S., Pawlak, J., Reiersen, L. O., y Wang, M. (2019). The urgency of Arctic change. *Polar Science*, 21, 6-13. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2018.11.008>
- ❖ Prateep Na Talang, R., Sirivithayapakorn, S., y Polruang, S. (2020). Environmental impacts and cost-effectiveness of Thailand's centralized municipal wastewater treatment plants with different nutrient removal processes. *Journal of Cleaner Production*, 256, Article 120433. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120433>
- ❖ Robles-Bueno, Y., Castillo-Suárez, L. A., Linares-Hernández, I., Martínez-Miranda, V., Garduño-Pineda, L., Alanis, C., y Natividad, R. (2024). Denim washing wastewater treatment by coupling coagulation-flocculation/Fe-garnet filtration: Life cycle assessment and the fertilization with the sludge. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21(7), 6109-6132. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05455-5>
- ❖ Starling, M. C. V. M., Dos Santos, P. H. R., de Souza, F. A. R., Oliveira, S. C., Leão, M. M. D., & Amorim, C. C. (2017). Application of solar photo-Fenton toward toxicity removal and textile wastewater reuse. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24(14), 12515-12528. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7395-5>
- ❖ Tanveer, R., Yasar, A., Tabinda, A. ul B., Ikhlaq, A., Nissar, H., y Nizami, A. S. (2022). Comparison of ozonation, Fenton, and photo-Fenton processes for the treatment of textile dye-bath effluents integrated with electrocoagulation. *Journal of Water Process Engineering*, 46. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102547>

