

INFORME DE SÍNTESIS

Antecedentes

La red de agua RésEAU, la Red Clima, RRD y Medio Ambiente (CDE) y el Hub Regional en Lima de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE realizaron webinars los días 11 y 13 de junio de 2024 para intercambiar sobre una tecnología innovadora para remover metales pesados del agua para consumo humano. Los webinars tenían los siguientes objetivos:

- Compartir la experiencia práctica y las lecciones aprendidas del uso de una tecnología innovadora desarrollada por la empresa BluAct para eliminar los metales pesados en agua para consumo humano en Perú.
- Demostrar el uso de la tecnología para inspirar su réplica y establecer un vínculo entre los profesionales interesados de los sectores público, privado y BluAct.

Suiza se ha comprometido a reducir los riesgos para la salud a causa de la exposición a metales pesados en el agua, prestando especial atención a las poblaciones más vulnerables. En este contexto, la COSUDE apoyó la validación de una tecnología nueva, rentable y escalable para la eliminación de metales pesados en agua para consumo humano. La tecnología fue desarrollada por BluAct Technologies (una spin-off de la ETH Zurich) y consiste en filtros de membrana de celulosa, carbón activado y fibras de proteína de leche, y su uso no requiere energía.

Para validar esta tecnología, la COSUDE encargó a la ONG peruana SABAVida la realización de un estudio en cuatro departamentos de Perú donde la población consume agua con arsénico y plomo en niveles superiores a los límites máximos permitidos (0.01 mg/l, véase [WHO; 2024](#)). El webinar brindó la oportunidad de compartir valiosos resultados del estudio sobre el rendimiento de la tecnología de filtración en un contexto real, en sistemas de abastecimiento de agua domésticos y colectivos.

Introducción a los metales pesados en el agua para consumo humano como problema de salud pública

En su introducción, **Dr. Sara Marks** and **Laura Velasquez** (el Departamento de Saneamiento, Agua y Residuos Sólidos para el Desarrollo, SANDEC – EAWAG) –destacaron que la contaminación por metales pesados en el agua potable implica importantes riesgos para la salud en todo el mundo. La exposición al arsénico puede provocar hiperqueratosis, cáncer y otras enfermedades, y afecta a 226 millones de personas en 56 países, sobre todo en el sur de Asia, partes de África y América. La exposición crónica al flúor está relacionada con deformidades óseas y articulares. Otros contaminantes preocupantes son el plomo, el manganeso, el cadmio y el hierro. Se destacaron dos tecnologías habituales de eliminación de metales pesados:

- Eliminación por precipitación/coagulación, como la técnica Nalgonda (a escala comunitaria): Este sistema de eliminación de fluoruros utiliza sulfato de aluminio e hidróxido de calcio para precipitar los contaminantes. Aunque es barato y utiliza productos químicos fáciles de conseguir, requiere mucha mano de obra, consigue una eliminación moderada de los fluoruros y produce residuos considerables.
- Eliminación por adsorción/precipitación, como el filtro SONO (nivel doméstico): Ampliamente utilizado en Bangladesh, este sistema de eliminación de arsénico utiliza restos de hierro para la oxidación y adsorción, seguida de filtración a través de arena y carbón vegetal. Es rentable y fácil de usar, pero su eficacia de eliminación

del arsénico es variable, funciona mal con el agua que contiene sulfatos o fosfatos y a menudo no se utiliza de forma sistemática.

Depuración del agua con nano fibras proteicas

Dr. Sreenath Bolisetty (CEO de BluAct y docente del Departamento de Ciencias de la Salud y Tecnología ETHZ) ha presentado la innovadora tecnología de filtración BluAct, con nano fibras proteicas. Consiste en membranas híbridas hechas de fibrillas de amiloide y carbón activado poroso. El amiloide se produce a partir de proteínas lácteas. Es un material biodegradable, no tóxico y de bajo costo con una capacidad excepcional para adsorber y extraer iones de metales pesados y cianuros del agua potable. La tecnología BluAct elimina más



Figura 1. Filtro domiciliario y material filtrante granular material de BluAct.

del 99% de los metales pesados, incluidos el arsénico, el plomo y el cadmio, y funciona con la fuerza gravitatoria, lo que permite ahorrar un 89% de energía en comparación con la ósmosis inversa. La tecnología ha demostrado un alto rendimiento a nivel doméstico, comunitario y municipal. Su elevada eficacia de eliminación de múltiples contaminantes y sus bajos requisitos energéticos la diferencian de las tecnologías existentes. La adaptabilidad a cualquier carcasa de filtro existente es una ventaja adicional, al igual que su versatilidad para procesar volúmenes de agua pequeños y grandes, el uso de materiales sostenibles y su buena capacidad de regeneración. Por lo general, un filtro de agua doméstico debe sustituirse cada seis meses (la eficacia disminuye con el tiempo), con alertas incorporadas que indican cuándo. El material filtrante puede regenerarse 3-4 veces con sosa cáustica, sobre todo en instalaciones a gran escala, pero los cartuchos domésticos suelen sustituirse. Al final de su vida útil, el material filtrante debe depositarse en un vertedero o puede utilizarse en ladrillos y bloques de cemento.

Experiencia en la implementación de tecnología para remover metales pesados en el agua para consumo humano en el ámbito rural del Perú

En Perú, más de seis millones de personas están potencialmente expuestas al arsénico y otros metales pesados a través del agua potable. El Ministerio peruano de Vivienda, Construcción y Saneamiento ha dado prioridad a la identificación e integración de tecnologías para abordar este problema. **Herberth Pacheco** (Director



Figure 2. Filtro domiciliario y sistemas comunales de agua BluAct en Perú.

de la ONG SABAvida) presentó los resultados del proyecto piloto que probó la eficacia de la tecnología de filtros de membrana BluAct para la remoción de metales pesados del agua para consumo humano en zonas rurales de Perú. El

proyecto piloto se centró en dos productos: i) filtros domiciliario y ii) material de filtración granular para sistemas colectivos de agua.

Los resultados demostraron la eficiencia elevada de remoción de metales pesados en el agua para consumo humano, tanto a nivel domiciliario como colectivo. A raíz de estos prometedores resultados, se establecieron seis nuevos sistemas comunitarios de abastecimiento de agua con inversiones del sector privado. En general, este estudio confirmó el importante potencial de los filtros BluAct para la remoción de metales pesados en los sistemas rurales de tratamiento del agua. Es asequible, fácil de usar y mantener, y puede adaptarse a la infraestructura existente. El Sr. Pacheco concluyó con las siguientes lecciones clave aprendidas del proyecto piloto:

- La mejora de la calidad del agua aumentó el aprecio y la valoración de los servicios de agua por parte de la comunidad.
- La tecnología BluAct es adaptable tanto a los sistemas domésticos como a los colectivos, con economías de escala que favorecen el uso colectivo (el costo de los filtros domésticos es de 7 - 13 USD/ m³ frente a 0,15 - 0,44 USD/m³ en los filtros colectivos).
- El material de filtración puede regenerarse (lavarse) y reutilizarse, alargando su vida útil con una pérdida de eficiencia de eliminación de entre el 5 y el 10%. La eliminación adecuada de los contaminantes eliminados es esencial.
- La disponibilidad de la tecnología en el mercado local es crucial para su adopción generalizada.
- La capacitación de las familias, el personal operativo y los gestores de proyectos es vital para un uso y una ampliación eficaces.

Experiencia en el uso de la tecnología BluAct en la India

Divya Kashyap Sharma (Jefa Adjunta de Cooperación, COSUDE India) presentó la experiencia de COSUDE India en la evaluación de la eficacia a largo plazo de la tecnología BluAct para eliminar el flúor y el arsénico del agua para consumo humano a nivel doméstico y comunitario en la India. Los resultados fueron muy alentadores: los niveles de flúor descendieron de 4 ppm a menos de 1 ppm y los de arsénico de 70-100 ppb a menos de 10 ppb. Las muestras de agua tomadas a lo largo de ocho meses confirmaron la elevada eficacia de remoción de los sistemas de filtración de BluAct.

Los resultados despertaron el interés del gobierno de Uttar Pradesh, que invitó a BluAct a implantar su tecnología en los sistemas de abastecimiento de agua de 30 comunidades. La contaminación de las aguas subterráneas afecta a unos 35 millones de personas en la India, lo que demanda soluciones eficaces urgentes. Con la misión de la India de suministrar agua para consumo humano a través de conexiones domésticas a todos los hogares de las zonas rurales del país, la tecnología de BluAct destaca por su capacidad de eliminar de forma sostenible múltiples contaminantes sin requerir una gran cantidad de energía ni producir aguas residuales.

La tecnología de BluAct es fácil de instalar, utilizar y mantener, lo que la convierte en una solución ideal para las diversas necesidades de la India. Los resultados positivos del proyecto piloto inicial también han dado lugar a planes para usar la tecnología en las Himalayas, donde los manantiales suelen estar contaminados con metales pesados y contaminantes biológicos. A diferencia de la ósmosis inversa, el método de absorción energéticamente eficiente de BluAct es muy adecuado para regiones con electricidad inestable. El éxito en estas regiones podría convencer a las entidades del sector público para ampliar su uso.

Lecciones aprendidas

El webinar presentó información clave sobre la remoción de metales pesados en el agua para consumo humano utilizando la tecnología BluAct, basada en aplicaciones prácticas en Perú e India. **Rosa María Alcayhuaman y Helen Gambon** (COSUDE Perú) resumieron las principales lecciones aprendidas:

- **Riesgo de salud mundial:** La contaminación por metales pesados en el agua para consumo humano plantea graves riesgos sanitarios en todo el mundo, especialmente en el sur de Asia, África y América. Es esencial disponer de tecnologías eficaces de monitoreo y eliminación.
- **Tecnologías eficientes:** La tecnología BluAct, que utiliza filtros de membrana de celulosa, carbón activado y fibras de proteína de lactosa, elimina más del 99% de metales pesados como el arsénico, el plomo y el cadmio. Es adaptable, de bajo costo, no consume energía y es sostenible, usando materiales residuales de la producción de queso.
- **Las pruebas de campo realizadas en Perú y la India** demostraron que los filtros BluAct reducen significativamente los niveles de arsénico y flúor en el agua para consumo humano en condiciones reales de funcionamiento. La regeneración del material granular prolonga la vida útil del filtro y reduce los costos. La tecnología es rentable, con costos de tratamiento significativamente inferiores a los de los sistemas convencionales.
- **Compromiso de la comunidad y el gobierno:** La mejora de la calidad del agua aumenta el aprecio de la comunidad y su disposición a pagar por los servicios de agua. El apoyo gubernamental es crucial para ampliar estas tecnologías, al igual que la disponibilidad del mercado para su adopción generalizada.
- **Escalabilidad y adaptabilidad:** La tecnología BluAct puede adaptarse a sistemas domésticos y colectivos, lo que la hace ideal para poblaciones rurales y vulnerables. Es fácil de instalar, utilizar y mantener, y puede adaptarse a la infraestructura existente.
- **Potencial para una aplicación más amplia:** Los resultados positivos de proyectos piloto en Perú y la India indican un potencial significativo para mitigar los efectos sobre la salud de la exposición a metales pesados. Ampliar el uso de la tecnología BluAct podría proporcionar una solución sostenible para agua segura en todo el mundo.

El RésEAU Punto Focal, **Daniel Maselli**, hace extensivo su agradecimiento a todos los ponentes y participantes por sus aportaciones enriquecedoras a este evento de aprendizaje.

Descubra más

- Vea las **grabaciones** de los webinars del [11 de junio](#) (sobre todo en español) o del [13 de junio](#) (sobre todo en inglés) de 2024 y acceda a las **presentaciones** en [español](#) e [inglés](#).
- Lea el documento de capitalización del proyecto piloto en español [Metales pesados en agua para consumo humano: una propuesta para su remoción](#). O en inglés [Heavy metals in drinking water: a proposal for their removal](#). COSUDE, BluAct Technologies, SABAvida. Lima, Perú.
- Contactar **BluAct**: sreenath@bluact.com
- Consulta las páginas de la **red de la COSUDE** e involúcrales:
RésEAU – <https://www.shareweb.ch/site/Water> y <https://dgroups.org/sdc/reseau>
CDE – <https://www.sdc-cde.ch/en> y <https://www.sdc-cde.ch/en/become-a-network-member>