

Problemas con el agua potable: Arsénico

Diane E. Boellstorff^{1,3}, Autora para la correspondencia, Profesora Asociada y Especialista de *Extension Water Resources* (programa de recursos hídricos)

Robert C. Reedy², Investigador Científico Asociado

Bridget R. Scanlon², Investigadora Científica Principal

Monty C. Dozier³, Asistente Especial de *Rebuild Texas* (reconstrucción de Texas)

D. Joel Pigg^{1,3}, Especialista del Programa de Extension

John W. Smith^{1,3}, Especialista del Programa de Extension

El arsénico puede ser liberado al medio ambiente como resultado de eventos naturales, o también como consecuencia de actividades humanas. A través de la erosión, la disolución y la meteorización, el arsénico puede ser liberado de la corteza terrestre a las aguas subterráneas o superficiales. La mayoría de los usos agrícolas del arsénico han sido prohibidos en los Estados Unidos.

¿CÓMO PUEDE EL ARSÉNICO AFECTAR A LA SALUD?

La exposición a niveles elevados de arsénico puede ser perjudicial para el cuerpo. En los Estados Unidos, el nivel máximo de contaminante (MCL, por sus siglas en inglés) de arsénico establecido por la *Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección Ambiental; US EPA, por sus siglas en inglés) es de 10 microgramos por litro (10 partes por billón [ppb]). La ingestión crónica de bajos niveles de arsénico puede provocar síntomas gastrointestinales, diabetes, anemia, cáncer, enfermedades hepáticas y diversos efectos cardiovasculares, pulmonares y neurológicos. Raramente los niveles de arsénico en los suministros de agua potable son lo suficientemente altos como para provocar una intoxicación aguda.

¿DÓNDE SE HAN ENCONTRADO NIVELES ALTOS DE ARSÉNICO EN TEXAS?

Los datos sobre las concentraciones de arsénico en las aguas subterráneas de Texas fueron recopilados por Reedy y Scanlon (2018) a partir

de la base de datos de aguas subterráneas de *Texas Water Development Board* (Junta de Desarrollo del Agua de Texas) y de la base de datos del suministro público de agua de *Texas Commission on Environmental Quality* (Comisión de Calidad Ambiental de Texas; TCEQ, por sus siglas en inglés) la cual contiene datos de muestras procedentes de 10,489 pozos tomadas entre 1992 y 2017. Como se muestra en la Figura 1, las mayores concentraciones se encuentran en la parte sur de la Costa del Golfo, en el sur de las Altas Llanuras y en el Acuífero Trinity. Estudios anteriores han demostrado que los puntos de elevado contenido de arsénico en los acuíferos del sur de las Altas Llanuras y del sur de la Costa del Golfo se originan en fuentes geológicas.

¿DÓNDE PUEDE ANALIZAR EL AGUA DE SU POZO?

Los MCL se aplican sólo a los suministros de agua pública, sin embargo, los propietarios de pozos de agua privados pueden aplicar estas mismas normas u otras más rigurosas a su propio suministro de agua no regulado. Una lista de laboratorios certificados por la TCEQ está disponible en https://www.tceq.texas.gov/goto/certified_labs.

¿QUÉ PUEDEN HACER LOS PROPIETARIOS DE LOS POZOS DE AGUA CON RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN POR ARSÉNICO?

- ▶ **Comprar agua embotellada para beber y cocinar.** A menos que su fuente de agua tenga niveles de arsénico superiores a 500 microgramos por litro, pueden utilizar con

¹ Texas A&M Department of Soil and Crop Sciences (Departamento de Ciencias del Suelo y de Cultivos Texas A&M), The Texas A&M University System (Sistema Universitario Texas A&M);

² Bureau of Economic Geology (Oficina de Geología Económica), Jackson School of Geosciences (Colegio de Geociencias de Jackson), The University of Texas at Austin (Universidad de Texas en Austin);

³ Texas A&M AgriLife Extension Service (Servicio de Extensión de AgriLife de Texas A&M)

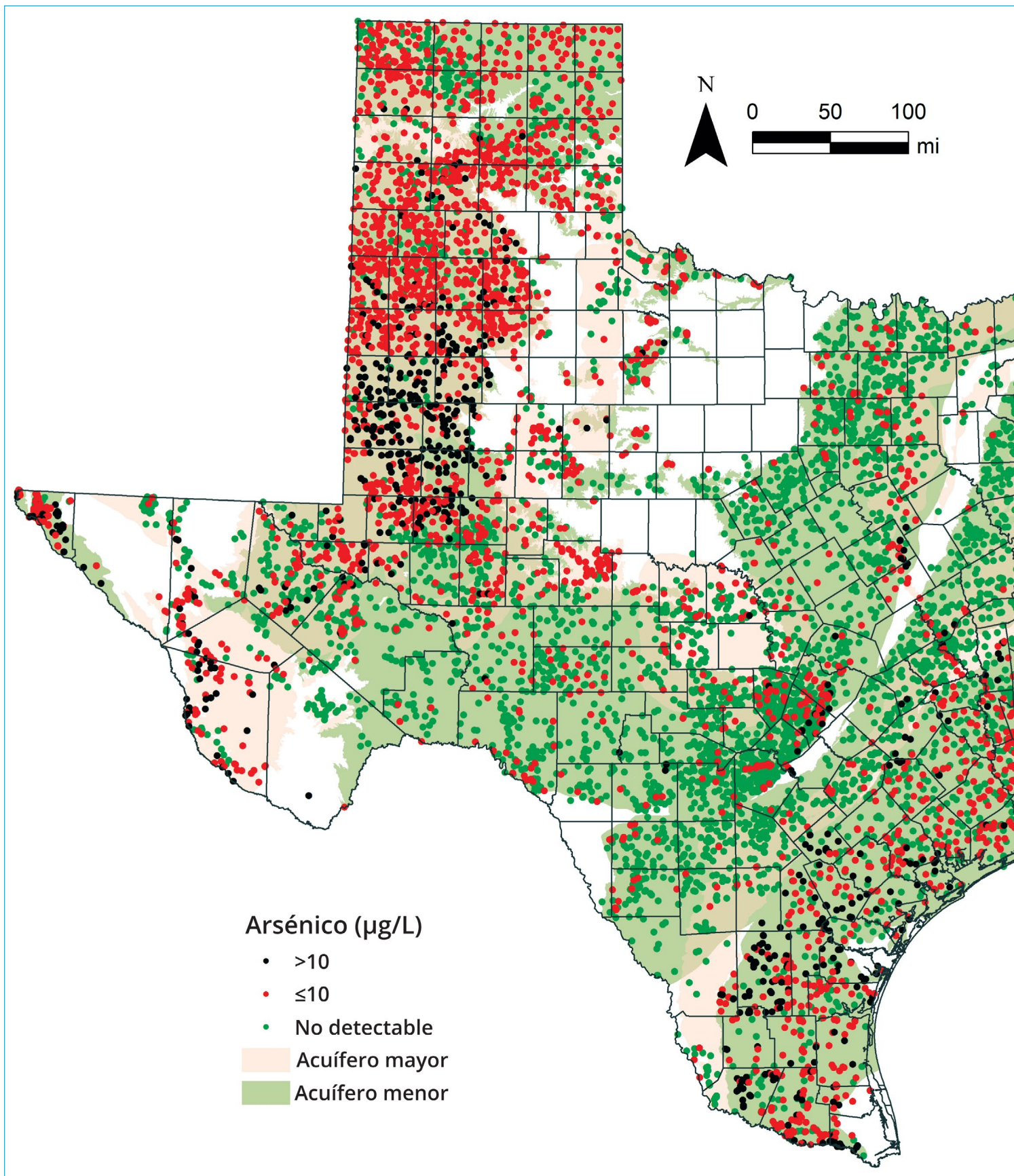
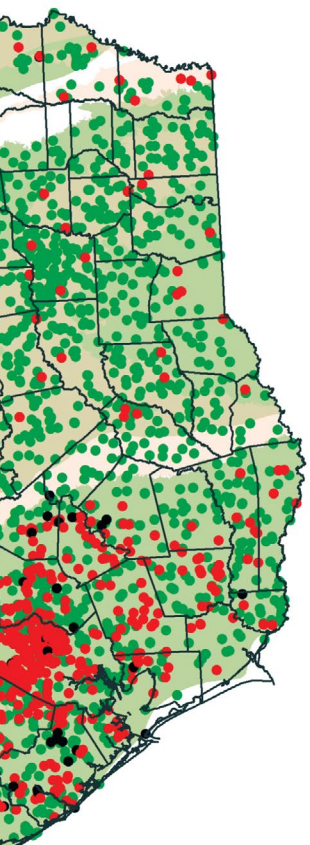


Figura 1. Contenido de arsénico en las aguas subterráneas de acuerdo a las muestras tomadas entre 1992 y 2017, registrado en la base de datos de aguas subterráneas de la *Texas Water Development Board* y en la base de datos del suministro público de agua de la TCEQ.



seguridad del agua de sus pozos para actividades no relacionadas con el consumo, como ducharse, bañarse y lavar la ropa.

- ▶ **Conectarse a un sistema público de agua.** Todos los sistemas de abastecimiento de agua de la comunidad se analizan regularmente para detectar arsénico y otros contaminantes, y dichos sistemas deben cumplir con las regulaciones de la EPA y del estado.
- ▶ **Extender la tubería del pozo existente o perforar un nuevo pozo en diferentes formaciones acuíferas, lo que podría resultar en la reducción de los niveles de arsénico.** Los diseños de los pozos pueden reducir las concentraciones de arsénico si acceden a un acuífero diferente o permiten la mezcla de agua de los diferentes niveles en un acuífero.
- ▶ **Comprar sistemas de tratamiento.** Los propietarios de pozos que elijan esta opción deberán volver a analizar su agua para determinar si otros constituyentes disueltos en su agua también exceden los estándares de agua potable. Incluso si se comprueba que los niveles de otros componentes cumplen las normas de agua potable, estos pueden interferir con los sistemas propuestos de descontaminación de arsénico. El hierro y el manganeso, por ejemplo, obstaculizan el tratamiento eficaz para la reducción del arsénico y deben ser eliminados antes de que se inicie el tratamiento. Los propietarios de pozos también deben considerar si el tratamiento debe realizarse en cada grifo (punto de uso) o antes de la entrada a la residencia (punto de entrada), dados los diferentes sistemas de tratamiento disponibles para cada opción.

¿CÓMO DEBE UN PROPIETARIO DE POZOS SELECCIONAR UNA UNIDAD DE TRATAMIENTO?

Los propietarios de los pozos deben primero analizar la fuente de agua utilizando un laboratorio calificado para determinar la calidad del agua. Una lista de laboratorios certificados por la TCEQ para analizar el agua potable se puede encontrar en https://www.tceq.texas.gov/goto/certified_labs. Una vez que conozca los componentes presentes en su suministro de agua, investigue los diferentes productos y encuentre uno adecuado para el tratamiento de dichos componentes o trabaje con un especialista con licencia en tratamiento de agua para determinar las opciones de tratamiento adecuadas. Los especialistas en tratamiento de agua con licencia de la TCEQ pueden localizarse a través de https://www2.tceq.texas.gov/lic_dpa/index.cfm?fuseaction=licall.searchgp.

Compare los costos iniciales, los costos y requisitos de operación y mantenimiento, la eficiencia de eliminación de contaminantes, las garantías, la esperanza de vida útil del sistema y la reputación de la empresa. Antes de tomar la decisión final, considere también las aguas residuales o los residuos sólidos generados por los sistemas.

Los sistemas domésticos para el tratamiento del agua no están regulados por las leyes federales o estatales, pero algunas organizaciones nacionales ofrecen certificaciones a los productos. La *Water Quality Association* (Asociación para la Calidad del Agua; WQA, por sus siglas en inglés) ofrece un programa de validación y guías para la publicidad. Los productos que reciben la "Validación con Sello de Oro" de la WQA están certificados en cuanto a su rendimiento mecánico. La organización *NSF International* certifica la capacidad de un producto para eliminar los contaminantes que afectan a la salud. Un listado de unidades de tratamiento de agua potable con certificación de la NSF se puede buscar a través del enlace: <http://info.nsf.org/Certified/PwsComponents/>. Que un producto tenga un número de registro de la EPA no implica la aprobación o certificación por parte de la Agencia, simplemente indica que la unidad está registrada con la EPA.

¿QUÉ MÉTODOS DE TRATAMIENTO SUELEN UTILIZAR LOS PROPIETARIOS DE POZOS PRIVADOS PARA ELIMINAR EL ARSÉNICO?

Los métodos de tratamiento comunes utilizados para eliminar el arsénico del agua de los pozos incluyen ósmosis inversa (RO, por sus siglas en inglés), columnas de adsorción, intercambio de iones y destilación. Antes de instalar un sistema de tratamiento específico, los propietarios de pozos deben estar seguros de que este satisfará sus necesidades. Deben trabajar con concesionarios de buena

reputación que estén familiarizados con las zonas en las cuales se encuentran sus pozos e indagar sobre la cantidad de arsénico que eliminará el sistema de tratamiento, sus requisitos de mantenimiento y costos. Una vez instalado un sistema de tratamiento, los propietarios deben analizar el agua periódicamente para asegurarse de que se esté eliminando el arsénico.

Ósmosis inversa (RO)

En Texas es común recomendar unidades de tratamiento de ósmosis inversa para eliminar el arsénico, dado que las aguas subterráneas de Texas suelen contener también altos niveles de sólidos disueltos, sulfatos, o fosfatos. Cuando funcionan a las presiones típicas de los grifos, algunos dispositivos de RO eliminan entre el 90 y el 100 por ciento del arsénico presente. Una unidad de RO pasa el agua bajo presión a través de una membrana semipermeable. Esta membrana permite el paso del agua, pero impide el paso del arsénico. La mayoría de las unidades (Fig. 2) tendrán:

- ▶ Un prefiltro para eliminar los sólidos y prolongar la vida útil de la membrana;
- ▶ Un filtro de carbón activado para eliminar los olores, el sabor y el cloro;
- ▶ Una membrana semipermeable;
- ▶ Un tanque para contener el agua tratada; o
- ▶ Una conexión de drenaje para descargar las aguas residuales generadas.

Sin embargo, la recuperación del agua de las unidades de RO es relativamente deficiente. La mayoría de las unidades están diseñadas para recuperar entre el 20 y el 30 por ciento del agua tratada. Por ejemplo, si se tratan 100 galones, sólo se podrán utilizar entre 20 y 30 galones; el resto del agua se enviará al sistema de tratamiento de aguas residuales. Los dueños de casas cuyos sistemas de tratamiento de aguas residuales se encuentran en la misma propiedad deben considerar el impacto que la carga adicional de una unidad de RO puede tener en sus sistemas sépticos. Debido a la ineficiencia de los sistemas de RO, esas unidades suelen utilizarse para tratar únicamente el agua para beber y cocinar, por lo que el tamaño del sistema debe basarse en el número de galones utilizados diariamente para dichos fines. La cantidad típica de producción de estas unidades de tratamiento oscilan entre 5 y 15 galones de agua por día.

El rango de costo típico de los dispositivos de RO es de \$300 a \$1,000. La membrana de la unidad de RO debe ser reemplazada de acuerdo con el calendario recomendado por el fabricante. Las membranas nuevas cuestan alrededor de \$150, y un prefiltro a base de carbón típicamente cuesta entre \$15 y \$50.

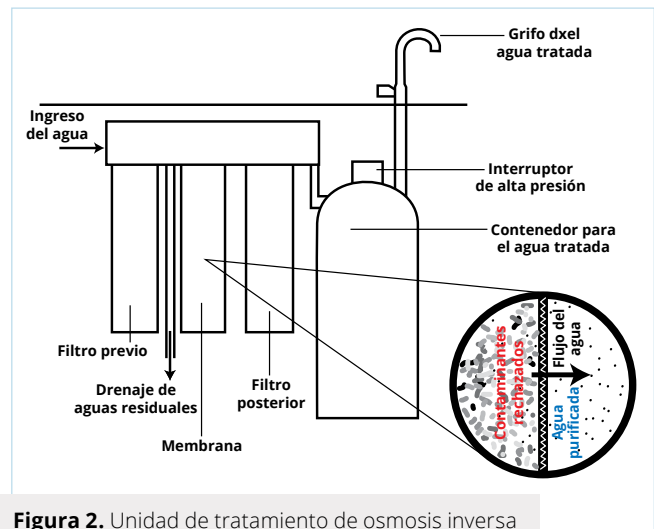


Figura 2. Unidad de tratamiento de ósmosis inversa (adaptado de Kneen et al., 2005 y US EPA, 2003)

Dependiendo del sistema, y con base en un promedio de 10 años, el costo de la producción del agua oscila entre 5 y 10 centavos por galón, sin incluir el costo del agua desperdiciada o el costo, si lo hubiera, del tratamiento de las aguas residuales provenientes de la unidad de RO.

Columna de adsorción

La alúmina activada modificada y los adsorbentes a base de hierro se encuentran entre los materiales de adsorción que pueden utilizarse para eliminar el arsénico del agua (Fig. 3). Las ventajas de la utilización de una columna de adsorción incluyen un funcionamiento sencillo, bajo mantenimiento, costo relativamente bajo dependiendo de la frecuencia de sustitución de los cartuchos, ocupan poco espacio debajo del mostrador, una alta capacidad de tratamiento y una cinética de ruptura lenta (The New Hampshire Department of Environmental Sciences, 2019). Para

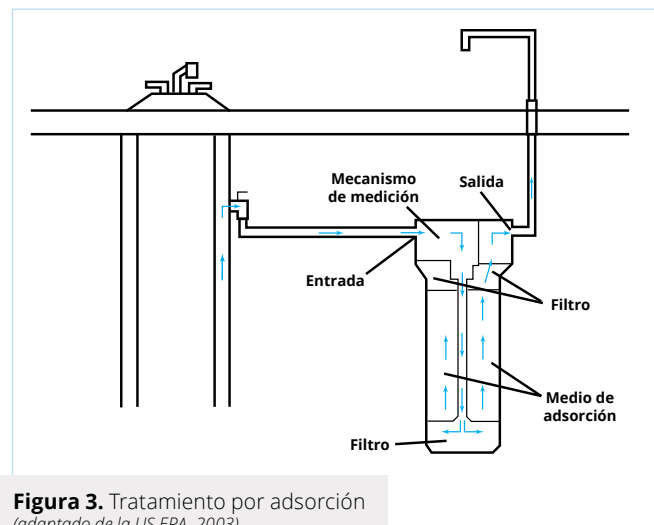


Figura 3. Tratamiento por adsorción (adaptado de la US EPA, 2003)

evitar que el arsénico sin tratar se filtre al agua potable, los propietarios de los pozos pueden utilizar cartuchos medidores que cierran la salida del sistema una vez que un volumen designado de agua ha pasado por la unidad de tratamiento.

El retrolavado para regenerar la alúmina activada no suele ser factible para los propietarios de pozos debido a la manipulación y eliminación de los desechos líquidos peligrosos resultantes. Los propietarios de pozos generalmente eligen usar cartuchos con medios adsorbentes desechables. La frecuencia de reemplazo periódico de los medios adsorbentes depende principalmente del pH de la fuente de agua. El New Hampshire Department of Environmental Sciences (2012) aconseja que “Los propietarios pueden determinar la frecuencia de cambio de los cartuchos estableciendo pruebas trimestrales al menos durante el primer año de funcionamiento y siguiendo los requisitos de mantenimiento del fabricante. Las desventajas del tratamiento por adsorción incluyen la longevidad del filtro, que se ve afectada más notablemente por el pH del agua, con una mayor longevidad observada a un pH de 6.5 a 7.5, y una menor longevidad para un pH de 8 y superior”.

Intercambio de iones (EI)

Si su fuente de agua contiene hierro, más de 500 miligramos por litro de sólidos disueltos totales (TDS, por su sigla en inglés), más de 50 miligramos por litro de sulfato (SO_4), o altos niveles de nitrato, es probable que el intercambio de iones (EI, por sus siglas en inglés) no sea la mejor opción de tratamiento. Los iones son partículas con carga eléctrica. Debido a que el arsénico forma un anión, o sea un ion cargado negativamente, puede ser eliminado del agua a través de un proceso de intercambio de iones. Este proceso elimina el arsénico haciendo pasar el agua a presión a través de una o más columnas empacadas con una resina de intercambio.

La resina que se utiliza típicamente para el tratamiento del arsénico es una resina de intercambio iónico de base fuerte en la forma de cloruro o hidróxido. A medida que un ion de arsénico se mueve a través de la resina, un ion de cloruro o de hidróxido se libera de ésta, y el ion de arsénico toma su lugar debido a que el sitio de intercambio de la resina atrae al ion de arsénico más fuertemente que al ion que reemplazó. El reemplazo de todos los iones originales satura la columna de resina, y debe ser regenerada o reemplazada. Para el tratamiento del arsénico, la recarga de resina sólo puede hacerse en instalaciones especiales, lo que hace que el tratamiento mediante intercambio de iones sea costoso.

Dado que con este método de tratamiento se pueden producir muy rápidamente eventos de ruptura de arsénico, el efluente de una unidad de intercambio de iones debe ser monitoreado frecuentemente para asegurarse de que la unidad esté funcionando correctamente.

Además de los gastos continuos de monitoreo y de reemplazo de la resina, una unidad de EI cuesta inicialmente entre \$400 y \$1,500.

Destilación

La destilación es un método eficaz para eliminar el arsénico del agua; sin embargo, debido a que los costos energéticos de operación son actualmente elevados, este sistema es raramente seleccionado por los texanos. Las unidades de destilación se pueden comprar por entre \$300 y \$1,200.

¿CÓMO PUEDEN LOS PROPIETARIOS DE POZOS MANTENER SUS SISTEMAS EN FUNCIONAMIENTO ÓPTIMO?

Independientemente de la tecnología de tratamiento que se utilice, se requiere darles mantenimiento a los sistemas para que funcionen correctamente, y el primer paso para una operación y mantenimiento apropiados es una instalación bien hecha. Los instaladores calificados:

- ▶ Cuentan con un seguro de indemnización que cubre cualquier daño a la propiedad durante la instalación;
- ▶ Ofrecen visitas de servicio;
- ▶ Aceptan la responsabilidad de realizar ajustes menores después de la instalación; y
- ▶ Dan una estimación válida de los costos de instalación.

Una vez instalado el sistema, las unidades de tratamiento de agua deben recibir un mantenimiento apropiado. Las membranas de RO, los cartuchos de adsorción y las resinas de intercambio iónico deben reemplazarse según sea necesario. Todos los sistemas deben ser operados de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Tratar más agua de la que un sistema está diseñado para procesar en un período de tiempo determinado puede reducir la eficacia del tratamiento y tener un impacto negativo en la calidad del agua del efluente. El agua que sale de las unidades de tratamiento debe ser analizada regularmente para asegurar el buen funcionamiento del sistema.

ENLACES ÚTILES

Base de datos de laboratorios certificados por TCEQ, en: https://www.tceq.texas.gov/goto/certified_labs

Los especialistas en tratamiento de agua con licencia de la TCEQ pueden localizarse a través de: https://www2.tceq.texas.gov/lic_dpa/index.cfm?fuseaction=licall.searchgp.

Texas Department of Licensing and Regulation (Departamento de Licencias y Regulación de Texas) proporciona una lista de perforadores de pozos con licencia en: <https://www.tdlr.texas.gov/LicenseSearch/>

Visor de datos de aguas subterráneas de *Texas Water Development Board* <https://www2.twdb.texas.gov/apps/WaterDataInteractive/GroundwaterDataViewer/?map=sd>

Texas Well Owner Network (Red de Propietarios de Pozos de Texas) <http://twon.tamu.edu/>

Texas Groundwater Protection Committee (Comité de Protección de Aguas Subterráneas de Texas) <https://tgpc.texas.gov/>

REFERENCIAS

Kneen, B., Lemley, A., and Wagenet, L. 2005. *Water Treatment Notes: Reverse Osmosis Treatment of Drinking Water*. Ithaca, NY: Cornell University Cooperative Extension. Disponible en: <https://docplayer.net/1739733-Water-treatment-notes-cornell-cooperative-extension-college-of-human-ecology-reverse-osmosis-treatment-of-drinking-water.html>. 6 páginas. Accedido por última vez el 16 de junio de 2020.

New Hampshire Department of Environmental Services. 2012. *Arsenic in New Hampshire Well Water*. Environmental Fact Sheet (Hoja de datos del medio ambiente) WD-DWGB-3-2, 4 pp. Disponible en: <https://semspub.epa.gov/work/01/519463.pdf>. Accedido por última vez el 1 de julio de 2020.

New Hampshire Department of Environmental Services. 2019. *Arsenic in New Hampshire Well Water*. Environmental Fact Sheet WD-DWGB-3-2, 4 pp. Disponible en: <https://www.des.nh.gov/organization/commissioner/pip/factsheets/dwgb/documents/dwgb-3-2.pdf>. Accedido por última vez el 16 de junio de 2020.

Reedy, R.C. y B.R. Scanlon. 2018. *Assessment of Arsenic in Groundwater and Water Supply Systems in Texas*. Preparado para Texas Commission on Environmental Quality by the Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, University of Texas at Austin. 50 páginas.

United States Environmental Protection Agency. 2003. *Arsenic Treatment Technology Evaluation Handbook for Small Systems*. EPA 816-R-03-014. Washington, D.C.: USEPA Office of Water (Oficina de Agua de USEPA) Disponible en: https://cfpub.epa.gov/safewater/arsenic/arsenicradeshow/Pubs/handbook_arsenic_treatment-tech.pdf. Accedido por última vez el 16 de junio de 2020.

Agradecimientos

El apoyo a esta publicación proviene de la Clean Water Act [Ley de Agua Limpia] §319(h) y la financiación concedida para fuentes de contaminación no puntuales otorgada por Texas State Soil and Water Conservation Board (Junta de Conservación del Suelo y el Agua del Estado de Texas) y la EPA en virtud del Acuerdo No. 17-10.

Foto de Kristine Uhlman, ex-Especialista del Programa de Extensión AgriLife de Texas A&M – Recursos Hídricos



Servicio de Extensión AgriLife de Texas A&M

AgriLifeExtension.tamu.edu

Ver otras publicaciones del Servicio de Extensión en: AgriLifebookstore.org

El Servicio de Extensión AgriLife de Texas A&M ofrece igualdad de oportunidad en sus programas y empleo a todos, sin importar raza, color de piel, sexo, religión, origen étnico, discapacidad, edad, datos genéticos, condición de veterano militar, orientación sexual o identidad de género.