

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico Hoja informativa: Absorción y adsorción

Filtro para arsénico Kanchan™

Efectividad del tratamiento

Alta eficacia contra:	Cierta eficacia contra:	Sin eficacia contra:
<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico • Bacterias • Protozoos • Helmintos • Turbiedad • Gusto/olor/color 	<ul style="list-style-type: none"> • Virus • Hierro 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustancias químicas

¿Qué es el filtro para arsénico Kanchan™?

El filtro para arsénico Kanchan™ es una adaptación del biofiltro de arena. Ha sido diseñado para eliminar el arsénico del agua potable, además de para proporcionar un tratamiento microbiológico del agua. La eliminación del arsénico se logra incorporando una capa de clavos oxidados en el depósito del difusor del filtro.

El contenedor de filtro se puede construir con hormigón o plástico. Tendrá una altura de 0,9 m y una base cuadrada de 0,3 m de lado, o bien una base cilíndrica de 0,3 m de diámetro.

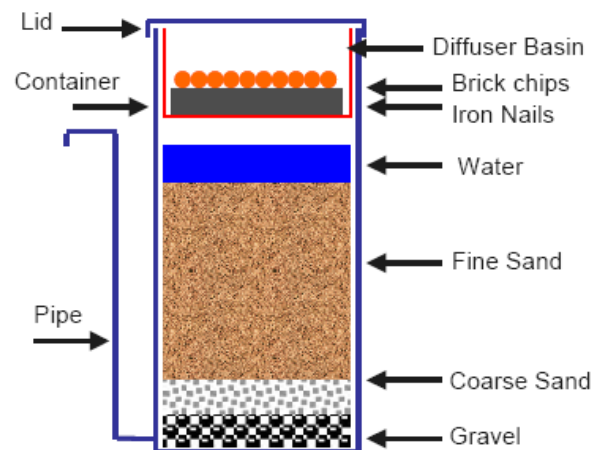
El contenedor se llena con capas de grava y arena tamizadas y lavadas (también llamado medios del filtro), así como con una capa de agua de 5 cm de altura encima de la arena.

Al igual que en los filtros de arena lentos, se forma una capa biológica de microorganismos (también conocida como capa biológica o *schmutzedecke*) en la superficie de la arena, la cual contribuye al tratamiento microbiológico del agua.

El depósito del difusor se llena con 5 o 6 kg de clavos de hierro no galvanizado (oxidable) para eliminar el arsénico. Una capa de trozos de ladrillos sobre los clavos evitará que se desplacen cuando se vierta agua en el filtro.

¿Cómo descontamina?

El óxido de los clavos de hierro adsorbe rápidamente el arsénico presente en el agua. El arsénico se desprende junto con el óxido de los clavos en forma de escamas y, a continuación, el filtro de arena los retiene. La adsorción es una unión muy fuerte, por lo que la resuspensión del arsénico en el agua o su reincorporación a partir de los residuos producidos al limpiar el filtro ha demostrado ser insignificante.



Corte transversal del filtro para arsénico Kanchan™

Además, una combinación de procesos biológicos y físicos elimina los patógenos, el hierro y la materia en suspensión. Dichos procesos se producen tanto en la biocapa como en el lecho de arena y entre ellos figuran la captura mecánica, la adsorción y la atracción, la depredación y la muerte natural.

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico

Hoja informativa: Absorción y adsorción

Funcionamiento

El agua contaminada se vierte en la parte superior del filtro de forma intermitente, pasa lentamente a través del difusor y se filtra a través de la capa biológica, de la arena y de la grava. El agua tratada fluye hacia fuera a través del tubo de salida gracias a la gravedad.

Los clavos de hierro oxidados son fundamentales para eliminar el arsénico. Los clavos deben estar distribuidos de manera uniforme para que el agua siempre entre en contacto con estos. Una capa de ladrillos sobre los clavos evita que se desplacen cuando se vierta agua en el filtro. Además, los usuarios deben verter el agua lentamente y con cuidado en el filtro para impedir que los clavos se esparzan y se amontonen a los lados.

La capa biológica es el componente clave del filtro para eliminar los patógenos. Sin ella, es muchísimo menos eficaz. Puede tardar hasta 30 días en formarse, dependiendo de la calidad del agua que se desea filtrar y de la frecuencia de uso.

El agua del filtro puede utilizarse durante las primeras semanas mientras la capa biológica se está formando, aunque se recomienda desinfectarla durante este tiempo así como durante el uso posterior.

La capa biológica necesita oxígeno para sobrevivir. Cuando el agua fluye a través del filtro, el oxígeno disuelto en el agua pasa a la capa biológica. Durante las pausas, cuando el agua no está fluyendo, el oxígeno se obtiene por la difusión del aire.

Para una instalación correcta así como un buen funcionamiento del biofiltro de arena, la altura de la capa de agua ha de ser de 5 cm por encima de la arena durante el período de pausa. Una profundidad superior a 5 cm resultaría en una difusión de oxígeno menor a la biocapa. Por el contrario, una profundidad inferior a 5 cm haría que el agua se evaporara rápidamente en climas calientes, lo que provocaría que la biocapa se secase.

Un período de pausa es necesario entre los usos para dar tiempo a los microorganismos de la capa biológica a consumir los patógenos del agua. Antes de llenar de nuevo el filtro, el usuario debe esperar al menos una hora después de que toda el agua ha sido filtrada. Se recomienda utilizar el filtro todos los días; sin embargo, los usuarios pueden esperar hasta un máximo de 48 horas entre usos.

Este filtro ha sido diseñado para permitir una carga (caudal por metro cuadrado del área del filtro) que ha demostrado ser eficaz en experimentos de laboratorio y de campo. Se ha determinado que dicha carga no debe ser superior a 600 litros por hora y por metro cuadrado.

El caudal recomendado de la versión 10 para este tipo de filtro CAWST es de 0,4 litros por minuto, medido cuando el depósito de entrada está lleno de agua. Si el flujo de agua es mucho más rápido, el filtro puede ser menos eficaz en la eliminación de patógenos. Y si el flujo es mucho más lento, el usuario puede llegar a impacientarse y no utilizar el filtro; aunque este funcione bien en la eliminación de patógenos. Dado que el flujo de agua se controla por el tamaño de los granos de arena, es muy importante seleccionar, tamizar y lavar la arena adecuadamente.

El filtro necesita un mantenimiento cuando el flujo se reduce hasta un nivel insuficiente para el uso doméstico. Esto se hace girando el contenedor de derecha a izquierda varias veces y golpeando la base contra el suelo suavemente, un sencillo procedimiento realizado en la parte superior de la arena y que sólo lleva algunos minutos.

La salida también debe limpiarse regularmente con agua y jabón o con una solución de cloro.

El usuario debe recoger el agua tratada en un recipiente de almacenamiento seguro colocado sobre un bloque o soporte de manera de forma que la abertura del recipiente esté justo debajo de la salida, lo que minimiza el riesgo de recontaminación.

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico

Hoja informativa: Absorción y adsorción

Características del agua contaminada

- Turbiedad < 50 NTU

Eficiencia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad	Hierro	Arsénico
Laboratorio	Hasta un 96,5% ^{1,2}	De un 70 a >99% ³	>99,9% ⁴	Hasta un 100% ⁵	De un 95% a <1 NTU ¹		
Campo	87,9 a 98,5% ^{6,7,8}			Hasta un 100% ⁵	80 a 95% ^{7,9,10,11}	90 a 99% ^{9,10,11}	85 a 95% ^{9,10,11}

1 Buzunis (1995)

2 Baumgartner (2006)

3 Stauber et al. (2006)

4 Palmateer et al. (1997)

5 No se ha investigado. Sin embargo, los helmintos son demasiado grandes para atravesar la arena y se estima una eficiencia de eliminación de hasta el 100%

6 Earwaker (2006)

7 Duke & Baker (2005)

8 Sharma (2005)

9 Ngai et al. (2004)

10 Ngai et al., (2007)

11 Uy et al., (2008)

- Para que la eficiencia del tratamiento sea la misma que la que consta en la tabla anterior es necesario que la capa biológica se haya formado, la cual puede tardar hasta 30 días en crearse. Para que los clavos se oxiden, han de transcurrir 2 semanas, según la calidad del agua que deseamos tratar y del de la frecuencia de uso.
- El filtro debe utilizarse casi a diario para mantener la capa biológica (el tiempo de pausa máximo es de 48 horas).
- Para un mejor funcionamiento se recomienda usar una única fuente de agua, el cambio de fuente puede hacer que la eficiencia del tratamiento disminuya.
- Una limpieza periódica puede reducir la eficiencia del filtro hasta que se forme de nuevo la capa biológica.
- Por lo general, el filtro mejora la apariencia y el olor del agua.
- No pueden eliminarse los plaguicidas ni los fertilizantes (sustancias químicas orgánicas).
- No pueden eliminarse la sal, la dureza ni la escala (compuestos disueltos).
- No proporciona protección residual para reducir al mínimo la recontaminación.

Criterios de funcionamiento

Flujo de agua	Volumen de carga	Suministro de agua diario
< 0,4 litros por minuto*	12-18 litros	24-36 litros**

Nota: Los criterios de funcionamiento son para el biofiltro de arena de hormigón, ya que el biofiltro de arena de plástico puede presentar parámetros distintos.

* El flujo máximo recomendado es de 0,4 litros por minuto para la versión 10 de este tipo de filtro CAWST. El caudal real varía durante el ciclo de limpieza del filtro y entre los propios filtros.

** Basado en 2 cargas por día para asegurar una eliminación del arsénico eficaz.

- El período de pausa es necesario entre usos para dar tiempo a los microorganismos de la capa biológica a consumir los patógenos del agua y para que los clavos se oxiden de manera apropiada.

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico

Hoja informativa: Absorción y adsorción

- El período de pausa recomendado es de 6 a 12 horas, siendo el mínimo de 1 hora y el máximo de 48 horas.

Especificaciones

- No hay partes móviles o mecánicas que puedan romperse.
- En los modelos de hormigón, el tubo va incrustado en el hormigón para protegerlo de posibles roturas y goteos.
- Está probado que el hormigón dura como máximo 30 años.
- Los filtros de hormigón son muy pesados (70 - 75 kg el modelo de pared ligero y 135 kg el modelo de pared pesado).
- Un mal transporte de los filtros de hormigón puede causarles daños e incluso roturas.
- Los filtros no deben moverse tras ser instalados.
- Algunos daños pueden repararse.

Vida útil

- Ilimitada; los biofiltros de arena continúan funcionando perfectamente después de más de 10 años.
- En ocasiones, habrá que reemplazar la tapa y el depósito del difusor.
- Hay que reemplazar los clavos cada 2 o 3 años para asegurar que se elimina el arsénico de manera eficaz.

Requisitos para la fabricación

Productores de todo el mundo:

- Los diseños de los moldes están disponibles en CAWST de forma gratuita.

Producción local (para el filtro de hormigón):

- La producción de hormigón a nivel local es común.
- Los moldes para los filtros de hormigón pueden tomarse prestados, alquilarse, comprarse o fabricarse de forma local.
- Los filtros de hormigón pueden elaborarse en instalaciones de producción central o en la comunidad.
- Los filtros de arena y grava pueden prepararse (el tamizado y el lavado) en el mismo sitio o cerca.

Materiales (para el filtro de hormigón):

- Molde de acero.
- Arena, grava y cemento.
- Arena de filtro y grava.
- Tubería exterior de plástico o cobre.
- Metal o plástico para fabricar el depósito del difusor.
- 5 o 6 kg de clavos de hierro no galvanizado.
- Metal o madera para fabricar la tapa.
- Agua para preparar la mezcla de cemento, así como para lavar la arena del filtro y la grava.
- Herramientas varias (por ejemplo, llave, tuercas, tornillos, etc.) para fabricar e instalar el filtro.

Instalaciones para la fabricación (para el filtro de hormigón):

- Se necesitará un taller para fabricar el filtro.

Mano de obra (para el filtro de hormigón):

- Se necesitará un soldador cualificado para fabricar los moldes.
- Cualquier persona puede aprender a fabricar e instalar el filtro.
- Los futuros usuarios pueden ayudar a fabricar sus propios filtros.

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico

Hoja informativa: Absorción y adsorción

Peligros (para el filtro de hormigón):

- Trabajar con cemento y moldes pesados es muy peligroso, por lo que deben tomarse las medidas de seguridad adecuadas.
- Los filtros de hormigón son pesados, por lo que moverlos y transportarlos es difícil.

Mantenimiento

- Se necesitará cuando el flujo de agua se reduzca a un nivel inadecuado para el uso doméstico.
- El mantenimiento de la capa superior de arena es fácil y tan solo lleva algunos minutos, lo pueden realizar los propios usuarios.
- La frecuencia de mantenimiento depende de la turbiedad del agua que se desea filtrar.
- La salida, la tapa y el depósito del difusor deben limpiarse con regularidad.

Coste directo

Tipo de Filtro	Coste del filtro	Coste del funcionamiento	Coste por recambio
Hormigón	12-40 US\$	0 US\$ por año	0 US\$
Plástico	75 US\$ ¹	0 US\$ por año	0 US\$

Nota: El coste del programa, el transporte y la formación no se incluyen. El coste varía según la ubicación.

¹ Los precios no incluyen los contenedores de transporte, los gastos de envío o el coste de compensación o costes relacionados.

Otros

- La elección del tipo de arena y clavos de hierro así como la preparación son esenciales para asegurar un flujo de agua correcto y una tratamiento eficaz.
- Los filtros no se pueden mover tras ser instalados.

Referencias

Buzunis, B. (1995). Intermittently Operated Slow Sand Filtration: A New Water Treatment Process', Department of Civil Engineering, University of Calgary, Canada.

Baumgartner, J. (2006). The Effect of User Behavior on the Performance of Two Household Water Filtration Systems. Masters of Science thesis. Department of Population and International Health, Harvard School of Public Health. Boston, Massachusetts, USA.

Duke, W. and D. Baker (2005). The Use and Performance of the Biosand Filter in the Artibonite Valley of Haiti: A Field Study of 107 Households, University of Victoria, Canada.

Earwaker, P. (2006). Evaluation of Household BioSand Filters in Ethiopia. Master of Science thesis in Water Management (Community Water Supply). Institute of Water and Environment, Cranfield University, Silsoe, United Kingdom.

Elliott, M., Stauber, C., Koksai, F., DiGiano, F., and M. Sobsey (2008). Reductions of E. coli, echovirus type 12 and bacteriophages in an intermittently operated 2 household-scale slow sand filter. Water Research, Volume 42, Issues 10-11, May 2008, Pages 2662-2670.

Ngai, T., Murcott, S. and R. Shrestha (2004). Kanchan Arsenic Filter (KAF) – Research and Implementation of an Appropriate Drinking Water Solution for Rural Nepal. [Nota: Estos estudios se realizaron con filtros de plástico de bioarena]

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico

Hoja informativa: Absorción y adsorción

Ngai, T., Shrestha, R., Dangol, B., Maharjan, M. and S. Murcott (2007). Design for Sustainable Development – Household Drinking Water Filter for Arsenic and Pathogen Treatment in Nepal. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. Vol. A42 No 12 pp. 1879-1888

Palmateer, G., Manz, D., Jurkovic, A., McInnis, R., Unger, S., Kwan, K. K. and B. Dudka (1997). Toxicant and Parasite Challenge of Manz Intermittent Slow Sand Filter. *Environmental Toxicology*, vol. 14, pp. 217- 225

Sharma, D. (nd) Kanchan Arsenic Filter: Removal of Total Coliform of Gem505 model, 4 weeks daily study. Bachelor of Science Thesis, Environmental Science, Kathmandu University, Nepal.

Stauber, C., Elliot, M., Koksal, F., Ortiz, G., Liang, K., DiGiano, F., and M. Sobsey (2006). Characterization of the Biosand Filter for Microbial Reductions Under Controlled Laboratory and Field Use Conditions. *Water Science and Technology*, Vol. 54 No 3 pp. 1-7.

Uy, D., Chea, S., Mao, S., Ngai, T. and T. Mahin (2008). Kanchan Arsenic Filter - Evaluation of Applicability to Cambodia - Phase I Technical Report. Cambodian Ministry of Rural Development and the Institute of Technology of Cambodia.

Para más información

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology): www.cawst.org

AKVOpedia: www.akvo.org/wiki/index.php/Kanchan_Arsenic_Filter

Massachusetts Institute of Technology (MIT):

http://web.mit.edu/watsan/tech_hwts_chemical_kanchanarsenicfilter.html

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary (Alberta) - Canadá

Página web: www.cawst.org

E-mail: cawst@cawst.org

Última actualización: Febrero de 2012

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico

Hoja informativa: Absorción y adsorción

Filtro Sono

Efectividad del tratamiento

Alta eficacia contra:	Cierta eficacia contra:	Sin eficacia contra:
<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico • Turbiedad • Gusto/olor/color 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustancias químicas 	

¿Qué es el filtro Sono?

El filtro Sono es un sistema de tres cubos creado en Bangladesh. Se utiliza una base férrea compuesta (BFC) de limaduras de hierro valencia cero (virutas de hierro fundido) para eliminar el arsénico.

El filtro se fabrica con materiales locales y funciona sin tratamiento químico, sin regeneración y sin producir residuos tóxicos. Elimina tanto el arsénico y otros 22 metales pesados como bacterias.

¿Cómo elimina el arsénico?

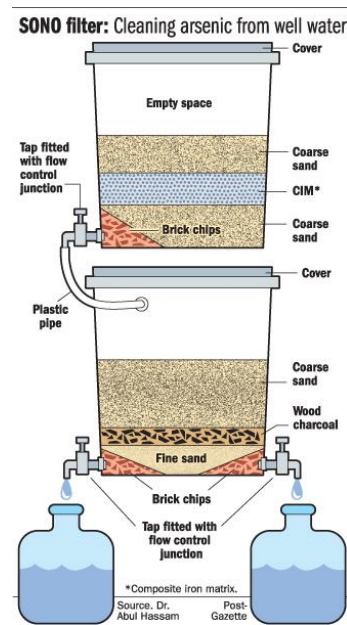
El principal material activo es la base férrea compuesta (BFC), la cual contiene hierro fundido. El manganeso presente en la BFC cataliza la oxidación del As (III) transformándolo en As (V). El arsénico (V) se elimina mediante una reacción de complejación superficial (adsorción fuerte) entre las moléculas de hidróxido de hierro (III), FeOH, en la BFC y el arsénico (V). Se sabe que el FeOH también elimina muchas otras sustancias tóxicas.

Cada uno de los tres cubos contiene medios diferentes:

- El cubo superior contiene 3 kg de limaduras de hierro fundido procedentes de un establecimiento de máquinas local y 2 kg de arena gruesa.
- El cubo medio contiene 2 kg de arena, 1 kg de carbón vegetal y 2 kg de pedazos de ladrillos.
- El cubo inferior contiene el agua tratada que se recoge.

Funcionamiento

El agua que deseamos tratar se vierte en el primer cubo, que contiene arena gruesa de río y la base férrea compuesta (BFC). A continuación, pasa a un segundo cubo donde se filtra a través de una capa de arena gruesa y carbón vegetal para eliminar la materia orgánica, y a través de otra capa de arena fina y pedazos de ladrillos para eliminar las partículas finas y estabilizar el caudal del agua. La unidad debe reemplazarse cada 3 o 5 años.



Filtro Sono
(Fuente: www.robrasa.com)

Información clave

Eficacia del tratamiento	Volumen de salida	Coste
Eliminación del 90-95% del arsénico	20-30 litros por hora	40-50 US\$

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico Hoja informativa: Absorción y adsorción

Referencias

Munir, A.K., S.B. Rasul, M. Habibuddowla, M. Alauddin, A. Hussam and A.H. Khan. (2001.) Evaluation of performance of Sono 3-Kolshi Filter for arsenic removal from groundwater using zero valent iron through laboratory and field studies. Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka and The United Nations University, Tokyo. Pages 171-189.

Ngai, T., Shrestha, R., Dangol, B., Maharjan, M. and S. Murcott (2007). Design for Sustainable Development – Household Drinking Water Filter for Arsenic and Pathogen Treatment in Nepal. Journal of Environmental Science and Health, Part A. Vol A42 No 12 pp. 1879-1888

Ontario Centre for Environmental Technology Advancement. (no date.) Assessment of five technologies for mitigating arsenic in Bangladesh well water. Environmental Technology Verification-Arsenic Mitigation, Arsenic Mitigation Based on an Agreement between the Governments of Canada and Bangladesh. Available at: www.physics.harvard.edu/~wilson/arsenic/remediation/ETVAM%20Poster.ppt

Sutherland, D., M. Woolgar, Dr. Nuruzzaman, T. Claydon. (2001). Rapid assessment of household level arsenic removal technologies: Phase II Executive Summary. WS Atkins International Ltd., Bangladesh Arsenic Mitigation Water Supply Project and Water Aid Bangladesh. Bangladesh and United Kingdom. Available at: www.wateraid.org/documents/phs2execsum.pdf

Full Phase I Report available at: www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf

Full Phase II Report available at: www.wateraid.org/documents/phs2fullrpt.pdf

Para más información

Summary poster of several arsenic mitigation technologies (MIT):
<http://web.mit.edu/watsan/Docs/Posters/Ghana%20HWTS%20meeting%20-%20arsenic%20tech%20poster%20May08%20FINAL2.ppt>

Narrative on the innovation of the Sono Filter by Abul Hussam (2005):
www.physics.harvard.edu/~wilson/arsenic/remediation/SONO/Narrative_Grainger_AH.pdf

World Bank (2005). Towards a More Effective Operational Response – Arsenic Contamination of Groundwater in South and East Asian Countries. Vol. II. Technical Report. Washington, USA:
http://siteresources.worldbank.org/INTSAREGTOPWATRES/Resources/ArsenicVolII_WholeReport.pdf

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)

Calgary (Alberta) - Canadá

Página web: www.cawst.org

E-mail: cawst@cawst.org

Última actualización: Febrero de 2012

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico

Hoja informativa: Absorción y adsorción

Filtro Magc-Alcan

Efectividad del tratamiento

Alta eficacia contra:	Cierta eficacia contra:	Sin eficacia contra:
<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico • Turbiedad • Gusto, olor, color 		

¿Qué es el filtro Magc-Alcan?

Se trata de un filtro para arsénico formado por dos cubos en serie (el agua fluye del uno al otro). Ambos cubos se llenan con un medio de alúmina activada elaborado en Estados Unidos. El medio ha sido creado por MAGC Technologies and Alcan de EE. UU. y que se produce por deshidratación térmica de un hidróxido de aluminio a 250-1150 °C.

¿Cómo elimina el arsénico?

El filtro Magc-Alcan elimina el arsénico por adsorción (adhesión) del arsénico al medio, el cual es poroso y posee una gran área de superficie.

La tasa de eliminación de arsénico puede ser susceptible al pH, por lo que además podrán necesitarse herramientas o materiales para controlar el mismo.

Funcionamiento

- Coloque dos cubos en una plataforma de modo que uno se vacíe en el otro. Cada cubo debe tener un grifo en la parte inferior y ha de llenarse con el medio de alúmina activada.
- Coloque un recipiente limpio bajo el grifo del segundo cubo para recoger el agua tratada.
- Vierta el agua contaminada en el cubo superior con todos los grifos abiertos y después recoja el agua ya tratada en el recipiente en la parte inferior.

Tecnología similar: Filtro Nirmal

Existe un filtro similar llamado "filtro Nirmal" en la India. El arsénico es adsorbido por un medio de alúmina activada elaborado en la India. El agua se filtra a través de una vela de cerámica. El filtro tiene que regenerarse cada 6 meses.



Filtro Magc-Alcan

Filtro Nirmal

(Fuente: Ngai)

Información clave:

Eficacia del tratamiento	Volumen de salida	Coste	Vida útil
FILTRO MAGC-ALCAN			
Eliminación del 80-85% del arsénico	100 litros por hora	35-50 US\$	Entre 6 meses y 1 año
FILTRO NIRMAL			
Eliminación del 80-90% del arsénico	No disponible	10-15 US\$	No disponible

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico Hoja informativa: Absorción y adsorción

Filtro Shapla

Efectividad del tratamiento

Alta eficacia contra:	Cierta eficacia contra:	Cierta eficacia contra:
<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico • Turbiedad 		

¿Qué es el filtro Shapla?

El filtro Shapla es un recipiente de barro para eliminar el arsénico que ha sido creado por International Development Enterprises (IDE), Bangladesh. Se basa en la adsorción del arsénico por parte del hierro presente en los trocitos de ladrillos del interior del filtro. Los trocitos de ladrillo se recubren con una solución de sulfato ferroso. El filtro puede contener hasta 30 litros de agua.

¿Cómo elimina el arsénico?

Cuando el agua pasa a través del filtro, el hierro presente en los trocitos de ladrillos adsorbe rápidamente el arsénico del agua. El filtro reduce la concentración de arsénico a niveles indetectables.

Funcionamiento

Vierta el agua en el filtro, deje que pase a través de este y que salga por la salida. Recoja el agua tratada en un recipiente limpio para beber.

Cada filtro contiene 20 kg de medio (trocitos de ladrillos), que podrán tratar 4.000 litros de agua contaminada con arsénico. El filtro puede suministrar entre 25 y 32 litros de agua potable al día. Los trocitos de ladrillos deben reemplazarse cada 3 o 6 meses.

Los trocitos de ladrillos utilizados no son tóxicos y pueden ser eliminados de manera segura sin peligro para el medio ambiente o la salud humana, ya que el arsénico se adhiere fuertemente al hierro. El filtro de barro es reutilizable y de fácil mantenimiento.



Filtro Shaplar
(Fuente: T. Ngai)

Información clave:

Eficiencia del tratamiento	Volumen de salida	Coste	Vida útil
Eliminación del 80-90% del arsénico	25-32 litros por día	10 US\$, 10-15 US\$ para reemplazar el medio de forma anual	Vida útil del medio (de 3 a 6 meses)

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación de arsénico Hoja informativa: Absorción y adsorción

Referencias

Ontario Centre for Environmental Technology Advancement (OCETA). (no date.) Assessment of five technologies for mitigating arsenic in Bangladesh well water. Environmental Technology Verification-Arsenic Mitigation, Arsenic Mitigation Based on an Agreement between the Governments of Canada and Bangladesh. Available at:
www.physics.harvard.edu/~wilson/arsenic/remediation/ETVAM%20Poster.ppt

Sutherland, D., M. Woolgar, Dr. Nuruzzaman, T. Claydon. (2001). Rapid assessment of household level arsenic removal technologies: Phase II Executive Summary. WS Atkins International Ltd., Bangladesh Arsenic Mitigation Water Supply Project and Water Aid Bangladesh. Bangladesh and United Kingdom. Available at: www.wateraid.org/documents/phs2execsum.pdf
Full Phase I Report available at: www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf
Full Phase II Report available at: www.wateraid.org/documents/phs2fullrpt.pdf

World Bank Water and Sanitation Program (2005). Towards a more effective operational response: Arsenic contamination of groundwater in South and East Asia countries, Volumes I & II. Available at:
<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/SOUTHASIAEXT/0,,contentMDK:22392781~pagePK:146736~piPK:146830~theSitePK:223547,00.html>

Para más información

Summary poster of several arsenic mitigation technologies (MIT):
<http://web.mit.edu/watsan/Docs/Posters/Ghana%20HWTS%20meeting%20-%20arsenic%20tech%20poster%20May08%20FINAL2.ppt>

Magc-Alcan Filter:

Water Safety Plan for MAGC-ALCAN arsenic removal technology (2007):
www.buet.ac.bd/itn/pages/outcomes/ALCAN%20WSP%20Jul%2001_2007%20v1.pdf

An Overview of Arsenic Issues and Mitigation Initiatives in Bangladesh (2003), by NGOs Arsenic Information & Support Unit (NAISU), NGO Forum for Drinking Water Supply & Sanitation and WaterAid:
www.wateraid.org/documents/plugin_documents/arsenicweb.pdf

Shapla Filter:

Website for Shapla and Surokka Arsenic Filters:
<https://sites.google.com/site/shaplasurokkaarsenicfilter/>

Arsenic Crisis Newsletter and Discussion Group:
<http://tech.groups.yahoo.com/group/arsenic-crisis/>
(Search for "Shapla" to view messages related to the Shapla filter)

CAWST (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)
Calgary (Alberta) - Canadá
Página web: www.cawst.org
E-mail: cawst@cawst.org
Última actualización: Febrero de 2012

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación de arsénico Hoja informativa: Oxidación

Oxidación Pasiva

Efectividad del tratamiento

Muy efectivo con:	Algo efectivo con:	No efectivo con:
	<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico • Turbidez • Patógenos • Sabor, olor, color 	<ul style="list-style-type: none"> • Químicos

¿Qué es la oxidación pasiva?

La oxidación pasiva utiliza compuestos de hierro que, de manera natural, reducen el contenido de arsénico de las aguas subterráneas. Cuando las aguas subterráneas, que naturalmente contienen $\text{Fe}(\text{OH})_2$ disueltas, se depositan en envases, el hierro experimenta un proceso químico natural denominado oxidación (cuando un elemento pierde electrones). Éste cambia de forma a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ y se precipita (o se solidifica). El arsénico adsorbe o se adhiere al precipitado de hierro. Las partículas combinadas de hierro y arsénico se asientan en la parte inferior del envase, eliminándose así el arsénico del agua. Esta tecnología no requiere de químicos; se basa en la oxidación natural, la adsorción y la sedimentación que tienen lugar cuando el hierro y el arsénico están presentes en el agua. Por lo general, cuanto más alto es el nivel de hierro en las aguas subterráneas, mejor es la eliminación de arsénico.

La oxidación pasiva se considera una tecnología que los usuarios de determinadas zonas pueden utilizar fácilmente ya que el almacenamiento del agua en envases antes de su uso es habitual en ciertas áreas rurales. Sin embargo, su efectividad en la eliminación del arsénico hasta niveles seguros no se ha demostrado.

¿Cómo se elimina el arsénico?

Los precipitados de hierro de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ que se producen por la oxidación del hierro disueltas $\text{Fe}(\text{OH})_2$, presente en las aguas subterráneas, son un buen adsorbente del arsénico. El método se basa en la co-precipitación del hierro y en la sedimentación. No requiere el uso de químicos pero sí requiere una aireación (oxígeno) y agua rica en hierro, que debe sedimentarse.

La cantidad de arsénico eliminado depende de la concentración de hierro en el agua.

Procedimiento

- Remueva el agua durante 2 minutos
- Deje el agua en un envase abierto durante toda la noche.



Oxidación pasiva en vasijas de agua
(Fuente: T. Ngai)

Información clave

Eficiencia del tratamiento	Cantidad de agua que puede tratarse	Costo
Normalmente 30 - 50% de eliminación de arsénico	Sin límite	Mínimo

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación de arsénico

Hoja informativa: Oxidación

Oxidación Solar

Efectividad del tratamiento

Muy efectivo con:	Algo efectivo con:	No efectivo con:
<ul style="list-style-type: none"> Arsénico Patógenos 		<ul style="list-style-type: none"> Turbidez Químicos Sabor, olor, color

¿Qué es la oxidación solar o SORAS?

La *oxidación solar y eliminación del arsénico*, también conocida por sus siglas en inglés, SORAS, es similar al método SODIS de tratamiento de agua pero también requiere que se añada jugo de limón. Los rayos ultravioleta (UV) del sol causan la oxidación (pérdida de electrones) de As(III), y los convierten en As(V). Las partículas de hidróxido de hierro que están presentes de forma natural en el agua atraen el As(V) el cual se adhiere a estas partículas. El As(V)/Fe(OH)₃ se convierte en partículas sólidas que se asientan en la parte inferior del envase.

¿Cómo elimina el arsénico?

Este método elimina el arsénico utilizando un procedimiento de dos pasos:

- Primer paso: el As(III), que únicamente se adsorbe débilmente al hidróxido de hierro, se oxida por el sol y se transforma en As(V), el cual adsorbe de manera potente el hidróxido de hierro
- Segundo paso: los precipitados de hidróxido de hierro con el arsénico adsorbido se asientan en la parte inferior del envase

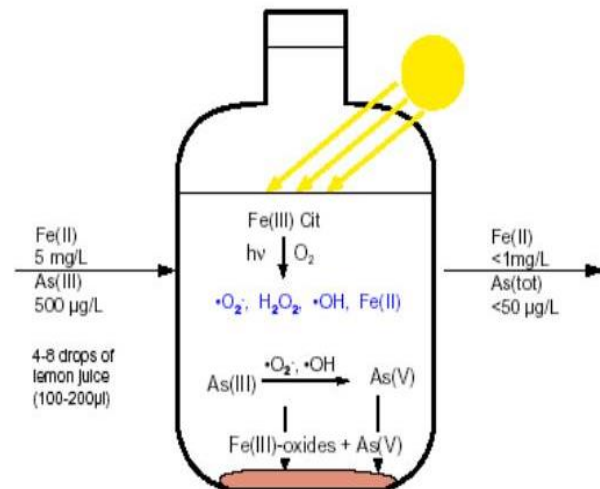
En lugar de añadir oxidantes químicos tales como el cloro o el permanganato, la luz solar produce de forma foto química oxidantes reactivos.

Procedimiento

- Llene con agua botellas transparentes (PET u otro UV-A)
- Añada jugo de limón a las botellas

- Coloque la botella a la luz del sol durante 1 ó 2 días
- Durante la noche, coloque las botellas en posición vertical de tal forma que las partículas puedan asentarse
- Decante el agua limpia en un envase limpio; ésta puede filtrarse a través de un filtro de tela o de cerámica.

Photo-oxidation and removal of As



Proceso del método SORAS
(Fuente: T. Ngai)

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación de arsénico

Hoja informativa: Oxidación

Información Clave

Eficiencia del tratamiento	Cantidad de agua que puede tratarse	Costo
Si el hierro es > 8 ppm, 75-90% de eliminación de arsénico Si el hierro es < 5 ppm, <50 % de eliminación de arsénico Excelente eliminación microbiana (99+%)	Sin límite	Mínimo

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación de arsénico

Hoja informativa: Oxidación

Filtro Asia Arsenic Network

Efectividad del tratamiento

Muy efectivo con:	Algo efectivo con	No efectivo con:
<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico • La mayoría de patógenos • Turbidez • Sabor, olor, color 		<ul style="list-style-type: none"> • Virus • Químicos

¿Qué es el filtro Asia Arsenic Network?

El filtro Asia Arsenic Network consiste en un balde superior de plástico con una llave y una tapa y dos jarras de arcilla (o baldes plásticos) que se ubican de tal manera que el agua fluye de un envase al otro. El proceso consiste en una aireación manual, la oxidación del hierro que está presente de forma natural en el agua y la co-precipitación del arsénico y el hierro. La eliminación de arsénico depende de las concentraciones de hierro en el agua. El proceso se completa mediante la filtración del agua a través de arena en el segundo balde. El agua tratada se recoge del balde inferior.

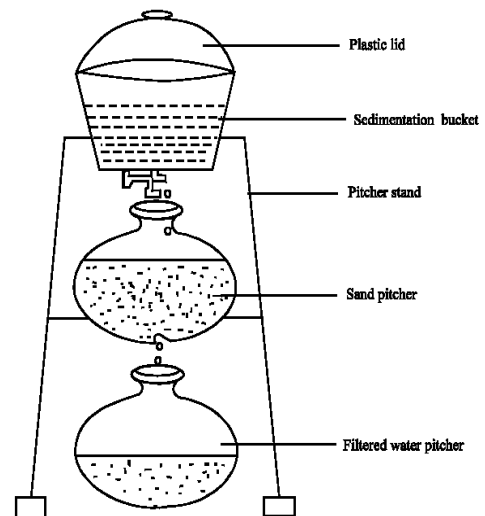
¿Cómo elimina el arsénico?

El agua que se añade al balde superior se remueve para luego, dejarla asentar. El compuesto de hierro disuelto Fe(OH)_2 que está presente de forma natural en las aguas subterráneas sufre un proceso químico natural llamado oxidación (cuando un elemento pierde electrones). Se convierte en Fe(OH)_3 , que se precipita o se solidifica. El arsénico adsorbe fuertemente (se adhiere a) Fe(OH)_3 . Las partículas combinadas de hierro y arsénico se asientan en la parte inferior del envase eliminando así el arsénico del agua. El agua entonces se filtra a través de arena, que retiene cualquier partícula de hierro y arsénico.

Procedimiento

- Vierta agua no tratada en el balde superior y remuévala manualmente durante 2 minutos
- Deje que el agua se asiente durante 6 horas

- Abra la llave del balde superior y deje que el agua fluya a través del balde del medio, el cual contiene 2 kg de arena áspera
- Recoja el agua tratada del balde inferior



Filtro Asia Arsenic Network
(Fuente: Asia Arsenic Network, 2001)

Información Clave

Eficiencia del tratamiento	Cantidad de agua tratada	Costo
Normalmente, 70-80% de eliminación de arsénico	20 litros/6 horas	\$15-20

Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del arsénico Hoja informativa: Oxidación

Referencias

Roberts, L.C., S.J. Hug, T. Ruettimann, MD.M. Billah, A.W. Khan, and M.T. Rahman, (2003). Arsenic removal with iron(II) and iron(III) in waters with high silicate and phosphate concentrations (2003). Environmental Science & Technology, Publicado en página web 18 noviembre 2003, VOL 38 N°.1, 2004 Disponible en: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es0343205>

Sutherland, D., M. Woolgar, Dr. Nuruzzaman, T. Claydon. (2001). Rapid assessment of household level arsenic removal technologies: Phase II Executive Summary. WS Atkins International Ltd., Bangladesh Arsenic Mitigation Water Supply Project and Water Aid Bangladesh. Bangladesh and United Kingdom. Disponible en: www.wateraid.org/documents/phs2execsum.pdf
Informe completo de la Fase I disponible en: www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf
Informe completo de la Fase II disponible en: www.wateraid.org/documents/phs2fullrpt.pdf

World Bank Water and Sanitation Program (2005). Towards a more effective operational response: Arsenic contamination of groundwater in South and East Asia countries, Volumes I & II. Disponible en: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/SOUTHASIAEXT/0,,contentMDK:22392781~pagePK:146736~piPK:146830~theSitePK:223547,00.html>

Información Adicional

Oxidación solar y eliminación de arsénico (SORAS):

SORAS Paper. Por: Martin Wegelin, Daniel Gechter, Stephan Hug, Abdullah Mahmud, Abdul Motaleb. Sin fecha. Disponible en: http://phys4.harvard.edu/~wilson/arsenic/remediation/sodis/SORAS_Paper.html

Presentación: Arsenic Removal by Solar Oxidation in Groundwater of Los Pereyra Tucumán Province, Argentina. Por: J. d'Hiriart, M.V. Hidalgo, Universidad Nacional de Tucumán, M.G. García, Universidad Nacional de Córdoba y M.I. Litter, M.A. Blesa Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina. Sin fecha. Disponible en: www.cnea.gov.ar/xxi/ambiental/iberoarsen/docs/presentationAs2006litter.pdf

Presentación: Innovative and Sustainable Technologies to Address the Global Arsenic Crisis. Por: Susan Murcott and Tommy Ngai, Civil and Environmental Engineering Department, Massachusetts Institute of Technology. (2005). Disponible en: www.sandia.gov/water/Arsenic2005/2005tech_session/Murcott_pres.pdf

Filtro Asia Arsenic Network:

Delawar, H.K.M. et al. (2006). A Comparative Study of Household Groundwater Arsenic Removal Technologies and Their Water Quality Parameters. Journal of Applied Sciences 6(10):2193-2200. Disponible en: www.scialert.net/pdfs/jas/2006/2193-2200.pdf?sess=jJghHkjfd76K8JKHgh76JG7FHGDredhgJgh7GkjH7Gkjg57KJhT&userid=jhfgJKH78Jgh7GkjH7Gkjg57KJhT68JKHgh76JG7Ff

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Página Web: www.cawst.org, Email: cawst@cawst.org
Última actualización: Junio 2011