

ARSÉNICO EN EL AGUA DE CONSUMO

Un resumen de CAWST de material publicado
Edición de marzo de 2009





12, 2916 – 5th Avenue
Calgary, Alberta
T2A 6K4, Canadá
Teléfono + 1 (403) 243-3285
Fax + 1 (403) 243-6199
E-mail: cawst@cawst.org
Sitio web: www.cawst.org

CAWST es una organización canadiense sin fines de lucro que se centra en el principio de que el agua potable cambia vidas. El agua potable y el saneamiento básico son las bases necesarias para empoderar a las personas más pobres del mundo y romper el ciclo de la pobreza. CAWST cree que se debe comenzar por enseñarle a la gente los conocimientos que necesitan para tener agua potable en sus hogares. CAWST transfiere el conocimiento y las habilidades a organizaciones e individuos en países en vías de desarrollo a través de la educación, capacitación y servicios de consultoría. Esta red en expansión constante puede motivar a los hogares a tomar medidas para satisfacer sus propias necesidades de agua y saneamiento.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer que el conocimiento sobre los conocimientos básicos sobre el agua sean comunes. Esto se logra, en parte, por el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar su disponibilidad para aquellos que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y licenciado bajo la licencia Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported License. Para ver la copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> o envíe una carta a Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.

Usted es libre de:

- Compartir: copiar, distribuir y transmitir este documento
- Reconfigurar: adaptar este documento. Le agradeceríamos recibir una copia de todos los cambios que haya hecho en este documento.

Bajo las siguientes condiciones:

- Reconocimiento. Debe atribuirle este documento a CAWST (pero no de ninguna manera que sugiera que CAWST respalda a usted o a su uso de este documento).

CAWST y sus directores, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad y no hacen ninguna garantía con respecto a los resultados que puedan obtenerse del uso de la información proporcionada.

Crédito de la foto de la portada: Universidad de Harvard. Harvard Arsenic Project. Disponible en: http://phys4.harvard.edu/%7EWilson/arsenic/arsenic_project_introduction.html

Tabla de contenidos

| | |
|---|----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| PARTE 1: | 2 |
| ARSÉNICO: INCIDENCIA Y ESPECIFICACIONES QUÍMICAS..... | 2 |
| CATEGORÍA 1 – ARTÍCULOS PUBLICADOS..... | 2 |
| Hacia una respuesta operativa más eficaz: La contaminación por arsénico de aguas subterráneas en países del sur y del este de Asia..... | 2 |
| Introducción a la geoquímica de aguas subterráneas | 2 |
| Fuente y comportamiento del arsénico en las aguas naturales | 3 |
| Salud ambiental y evaluación de la exposición humana | 3 |
| El arsénico en el agua de consumo..... | 3 |
| PARTE 2: EFECTOS DEL ARSÉNICO EN LA SALUD..... | 4 |
| CATEGORÍA 1 – ARTÍCULOS PUBLICADOS..... | 4 |
| Hacia una respuesta operativa más eficaz: La contaminación por arsénico de las aguas subterráneas en los países del sur y del este de África | 4 |
| Exposición y efectos en la salud | 4 |
| El arsénico en el agua de consumo..... | 4 |
| PARTE 3: TECNOLOGÍAS PARA LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO..... | 5 |
| CATEGORÍA 1 – ARTÍCULOS PUBLICADOS..... | 5 |
| Filtro de arsénico Kanchan™ (KAF) Proyecto en Nepal – MIT y ENPHO..... | 5 |
| Evaluación rápida de tecnologías para la remoción del arsénico en los hogares: Resumen ejecutivo, fase II..... | 6 |
| Alto nivel de remoción de arsenito del agua potable mediante el hierro de valencia cero | 7 |
| Remoción de arsénico con hierro (II) y hierro (III) en aguas con altas concentraciones de silicato y fosfato (2003)..... | 7 |
| Un enfoque basado en el biomaterial para la remoción de arsénico del agua | 8 |
| La remoción de arsénico del agua potable..... | 8 |
| Hacia una respuesta operativa más eficaz: La contaminación por arsénico de las aguas subterráneas en los países del sur y del este de Asia | 9 |
| Tecnologías para la remoción de arsénico del agua de consumo..... | 10 |
| Safe Water Technology for Arsenic Removal..... | 10 |
| Removal of Arsenic from Drinking Water by Precipitation, Adsorption or Cementation..... | 10 |
| Evaluation of performance of Sono 3-Kolshi Filter for arsenic removal from groundwater using zero valent iron through laboratory and field studies. | 10 |
| Remoción del arsénico del agua subterránea mediante filtros de arena en los hogares: Estudio de campo comparativo, cálculos de modelo y beneficios a la salud | 11 |
| El arsénico en el agua de consumo..... | 11 |
| CATEGORÍA 2 – ARTÍCULOS INÉDITOS DE ALTA CALIDAD..... | 12 |
| Estudio diario de cuatro semanas de duración sobre la remoción total de coliformes del KAF..... | 12 |

| | |
|--|-----------|
| ¿Pueden las partículas de hierro y arsénico migrar a través de la capa de arenal del KAF? | 12 |
| Eficacia del KAF para la remoción de arsénico, hierro y coliformes (2004) | 13 |
| Estudio del KAF sobre el efecto del espacio aéreo entre el agua en reposo y la caja difusora. | 13 |
| Evaluación del desempeño del arsénico en los filtros de bioarena para la mitigación de la contaminación del arsénico | 13 |
| | 13 |
| Filtro de arsénico de bioarena: Diseño de un filtro de agua potable apropiado para el hogar ... | 14 |
| Informe sobre la evaluación del desempeño del filtro de bioarena de cemento (FBC) para la mitigación de contaminación por arsénico | 14 |
| CATEGORÍA 3 – REPORTES INFORMALES | 15 |
| Evaluación de cinco tecnologías para la mitigación del arsénico en el agua de pozo de Bangladesh..... | 15 |
| | |
| PART 4: RESUMEN DE LAS PUBLICACIONES..... | 16 |
| | |
| Tabla 1: Arsénico: incidencia y especificaciones químicas | 16 |
| | |
| Tabla 2: Efectos del arsénico en la salud..... | 17 |
| | |
| Tabla 3: Tecnologías para la remoción del arsénico | 18 |

Introducción

Este resumen del material publicado brinda resúmenes cortos de informes y artículos de investigación que se han llevado a cabo sobre el arsénico en el agua de consumo, que incluye los siguientes temas:

- Arsénico: incidencia y especificaciones químicas
- Repercusiones en la salud causadas por la exposición al arsénico
- Tecnologías para la remoción del arsénico y estudios de campo y en laboratorio

Todos los documentos se clasifican y se enumeran en el siguiente orden:

1. Artículos publicados que se han sometido a revisión por otros expertos
2. Artículos inéditos de alta calidad
3. Reportes informales (Por ejemplo: estudios de campo, presentaciones de Power Point, comunicados de prensa, comunicaciones personales)

PARTE 1: ARSÉNICO: INCIDENCIA Y ESPECIFICACIONES QUÍMICAS

CATEGORÍA 1 – ARTÍCULOS PUBLICADOS

Hacia una respuesta operativa más eficaz: La contaminación por arsénico de aguas subterráneas en países del sur y del este de Asia

Referencia: World Bank Water and Sanitation Program (2005). Towards a More Effective Operational Response: Arsenic Contamination of Groundwater in South and East Asia Countries. Washington, DC, Estados Unidos.

Disponible en: <http://go.worldbank.org/TES9NHSIPO>

El Volumen 1 del informe muestra la distribución global y regional (sur de Asia) de contaminación por arsénico y explica los mecanismos de movilización de arsénico. Los destacados incluyen:

- La concentración de arsénico en aguas naturales suele ser inferior al valor de referencia de la OMS de 10 µg L⁻¹.
- La movilización de arsénico se ve particularmente favorecida en condiciones reductoras (anaerobias) que pueden dar lugar a la disolución de los óxidos de hierro y la desorción asociada del arsénico. Tales condiciones tienden a ocurrir en los acuíferos poco profundos en los estratos subyacentes del cuaternario de la región, grandes llanuras aluviales y deltaicas: cuenca de Bengala, delta de Irrawaddy, valle de Mekong, delta del río Rojo, llanura del Indo, llanura del río Amarillo.
- Se mantiene la incertidumbre con respecto a la fuente, la movilización y el transporte del arsénico en los acuíferos.
- Un hallazgo importante en los estudios sobre acuíferos ha sido el alto grado de variabilidad en las concentraciones de arsénico, incluso a distancias de unos pocos cientos de metros. También se produce una variabilidad temporal.

Ver el Artículo 1 en el Volumen II para más información sobre:

- Distribución del arsénico en el sur y el este de Asia
- Hidroquímica del arsénico
- Gestión de aguas subterráneas para el agua de consumo y de riego
- Recomendaciones para estudios y monitoreo

Introducción a la geoquímica de aguas subterráneas

Referencia: Hitchon B., E.H. Perkins and W.D. Gunter (1999) Introduction to Ground Water Geochemistry. Geoscience Publishing Ltd, Sherwood Park, Alberta, Canadá

Disponible (debe comprarse):

www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VDG-42SPVJT-T&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=5667cb1ee4d5ab66d449eea0f3da2ef9

La sección sobre el arsénico proporciona información detallada sobre:

- Geoquímica general
- Geoquímica del agua

Fuente y comportamiento del arsénico en las aguas naturales

Referencia: Smedley P.L. and D.G. Kinniburgh (2005). United Nations Synthesis Report on Arsenic in Drinking Water, Chapter 1. Organización Mundial de la Salud.
Disponible en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds.pdf

Este documento brinda una presentación detallada del arsénico en las aguas naturales y cubre los siguientes temas:

- Especificaciones del arsénico en el agua
- Concentraciones de arsénico en diferentes tipos de agua
- Distribución de arsénico
- Distribución de las especies de arsénico en las masas de agua
- Reacción redox y cinética del arsénico
- Fuentes del arsénico
- Interacciones minerales
- Distribución global de los problemas de arsénico en las aguas subterráneas

Salud ambiental y evaluación de la exposición humana

Referencia: Rasmussen, L. and K.J. Andersen (2005). United Nations Synthesis Report on Arsenic in Drinking Water, Chapter 2. Organización Mundial de la Salud.
Disponible en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds.pdf

Este documento explica la importancia de evaluar la exposición del arsénico mediante análisis de niveles de arsénico en el agua de consumo, así como en los alimentos. Se dice que las formas más tóxicas de arsénico son las formas inorgánicas (dominantes en las aguas superficiales y subterráneas) mientras que las formas orgánicas son mucho menos tóxicas (frecuentes en los productos de la pesca). Dado que las formas inorgánicas están presentes en las aguas potables y productos alimenticios, existe una necesidad de medir y controlar la cantidad verdadera del arsénico inorgánico ingerido por humanos. El documento también describe pruebas de laboratorio y de campo basadas en métodos analíticos para las pruebas de arsénico en los alimentos y el agua.

El arsénico en el agua de consumo

Referencia: Petrusevski, B., S. Sharma, J.C. Schippers and K. Shordt (2007). Arsenic in Drinking Water, Thematic Overview Paper 1, International Water and Sanitation Centre, La Haya, Países Bajos.
Disponible en: www.irc.nl/page/33113

Las partes 4 y 5 de este documento temático de visión general ofrecen información detallada sobre:

- Presencia del arsénico en todo el mundo
- Fuentes del arsénico
- Química y especificaciones del arsénico

PARTE 2: EFECTOS DEL ARSÉNICO EN LA SALUD

CATEGORÍA 1 – ARTÍCULOS PUBLICADOS

Hacia una respuesta operativa más eficaz: La contaminación por arsénico de las aguas subterráneas en los países del sur y del este de África

Referencia: World Bank Water and Sanitation Program (2005). Towards a More Effective Operational Response: Arsenic Contamination of Groundwater in South and East Asia Countries. Washington, DC, Estados Unidos.

Disponible en: <http://go.worldbank.org/TES9NHSIP0>

El Volumen 1 presenta los efectos causados en la salud y datos sobre la población afectada por arsenicosis en el sur y este de Asia. Sin embargo, todavía no hay una imagen clara de la epidemiología de arsénico. El estudio también recomienda que las medidas de remoción del arsénico se consideren en el contexto más amplio del suministro de agua potable.

Ver el Artículo 2 en el Volumen II para más información sobre:

- Efectos del arsénico en la salud
- Valores recomendados
- Normas nacionales

Exposición y efectos en la salud

Referencia: Abernathy, C. and A. Morgan (2005). United Nations Synthesis Report on Arsenic in Drinking Water, Chapter 3. Organización Mundial de la Salud.

Disponible en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds.pdf

Este documento presenta un análisis del efecto del arsénico en la salud. Explica el riesgo de exposición al arsénico de acuerdo a diferentes factores tales como el tipo de agua de consumo, los elementos ingeridos y la ocupación (por ejemplo, la exposición en las industrias). Se describen las dos formas de arsénico (inorgánico y orgánico), así como biomarcadores de exposición al arsénico: el cabello, las uñas, la sangre y la orina.

Se presentan efectos agudos y crónicos del arsénico. Los efectos agudos o a corto plazo se deben a la ingesta de grandes dosis de arsénico (desde 2 g). Tal ingesta generalmente provoca síntomas dentro de los 30 a 60 minutos: sabor metálico o parecido del ajo, disfagia y vómitos. Se han observado efectos no fatales pero agudos en los niños después de una exposición a 0,7 mg de As_2O_3 (Cullen et al., 1995). Los efectos crónicos o a largo plazo también se describen e incluyen: enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, efectos neurológicos y efectos reproductivos.

El arsénico en el agua de consumo

Referencia: Petrusevski, B., S. Sharma, J.C. Schippers and K. Shordt (2007). Arsenic in Drinking Water, Thematic Overview Paper 1, International Water and Sanitation Centre, La Haya, Países Bajos.

Disponible en: www.irc.nl/page/33113

La parte 2 de este documento temático de visión general ofrece información detallada sobre la exposición al arsénico, efectos, formas y síntomas.

PARTE 3: TECNOLOGÍAS PARA LA REMOCIÓN DE ARSÉNICO

CATEGORÍA 1 – ARTÍCULOS PUBLICADOS

Filtro de arsénico Kanchan™ (KAF) Proyecto en Nepal – MIT y ENPHO

Referencia: 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 2007 pp 1879-1888

Resumen disponible en:

www.informaworld.com/smpp/content~content=a783095262~db=jour

Referencia: Ngai, T., Murcott, S. and R. Shrestha (2005). Kanchan™ Arsenic Filter – A Simple Solution for Arsenic Problem”. Massachusetts Institute of Technology (MIT) and Environment and Public Health Organization (ENPHO). Katmandú, Nepal. ISBN: 99946-34-22-4. Primera edición. Abril 2005.

Disponible en: http://web.mit.edu/watsan/worldbank_summary.htm

Referencia: Ngai, T., Murcott, S. and R. Shrestha (2004). Kanchan Arsenic Filter (KAF) – Research and Implementation of an Appropriate Drinking Water Solution for Rural Nepal. Paper to the 9th Forum on Arsenic Contamination of Groundwater in Asia, Asia Arsenic Network and Research Group of Applied Geology. Japón. Noviembre 20-21, 2004.

Disponible en:

<http://web.mit.edu/watsan/Docs/Other%20Documents/KAF/Ngai%20%20Asia%20Arsenic%20Network%20symposium%20paper%202004.pdf>

Este proyecto fue financiado por la competición Development Marketplace Global Competition 2003 del Banco Mundial e implementado y evaluado por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y el Environment and Public Health Organization (ENPHO) de Nepal.

Varias agencias distribuyeron más de 2500 filtros de arsénico Kanchan™ durante el período que duró el proyecto. Se distribuyeron tres versiones del KAF, a saber: de concreto (más de 900 unidades), Hilltake de plástico (más de 600 unidades) y Gem505 de plástico (más de 1000 unidades). Casi todos estos filtros son utilizados por las familias afectadas por la contaminación por arsénico en el agua de consumo.

Se llevaron a cabo dos rondas de monitoreo que cubrieron todos los filtros existentes. La primera ronda se llevó a cabo entre febrero de 2004 y mayo de 2004. La segunda se llevó a cabo entre diciembre de 2004 y febrero de 2005. Los parámetros supervisados durante la primera ronda que incluían la remoción de arsénico, remoción de hierro, pH, flujo, concentración de fosfato, así como la localización GPS, demografía del hogar, frecuencia de limpieza del filtro, tasa de uso del filtro y comentarios de los usuarios.

De los 966 filtros probados para arsénico en la primera ronda, más del 95% fueron capaces de cumplir con la norma provisional de arsénico nepalí de 50 ug/L. La eliminación de arsénico promedio estaba entre el 90 - 95%. Se descubrió que los filtros

que mostraron una remoción de arsénico insatisfactoria eran defectuosos: no estaban instalados correctamente. (Por ejemplo: uso de grava y arena de tamaño incorrecto) o los usuarios no los utilizaban o mantenían correctamente. La eficacia de remoción de hierro es aproximadamente de entre el 90 y 95%. Algunos filtros no pudieron eliminar significativamente el hierro. También se demostró más tarde que la instalación era defectuosa.

Los resultados del monitoreo del arsénico durante la segunda ronda no están disponibles.

Evaluación rápida de tecnologías para la remoción del arsénico en los hogares:

Resumen ejecutivo, fase II

Referencia: Sutherland, D. (2001). Rapid Assessment of Household Level Arsenic Removal Technologies: Phase II Executive Summary. Bangladesh Arsenic Mitigation Water Supply Project, Water Aid Bangladesh.

Disponible en: www.wateraid.org/documents/phs2execsum.pdf

También disponible en: Parte I del informe www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf and Phase II full report www.wateraid.org/documents/phs2fullrpt.pdf

Este informe es la conclusión de un proyecto de dos fases en Bangladesh. Se trata de una evaluación comparativa del rendimiento y la aceptación de las siete tecnologías de eliminación de arsénico utilizadas en los hogares:

- Alúmina activada de Alcan mejorada
- Filtro de alúmina activada BUET
- Sistema de dos baldes DPHE/Danida
- Filtro casero Garnet
- Método Sono (3-Kolshi)
- La tecnología del Instituto Stevens
- Filtro de resina de intercambio iónico Tetrahedron

Las conclusiones muestran que las tres tecnologías siguientes redujeron el arsénico por debajo del estándar de agua potable de Bangladesh (BDWS) de 0,05 mg/L: Alcan, BUET y Sono. Las tecnologías de Steven y Tetrahedron tuvieron un buen desempeño en reducción de arsénico por debajo del BDWS en muchos pozos entubados.

Las tecnologías no parecen incrementar significativamente ninguno de los parámetros de agua probados más allá del BDWS (excepto los DPHE/Danida con manganeso y aluminio). El estudio también muestra que números adicionales de bacterias no perjudiciales resultan del uso de estas tecnologías.

En cuanto a la aceptación social, a 63 hogares se les pidió que probaran y clasificaran las diferentes tecnologías de acuerdo a la preferencia general. Los resultados muestran que la Alcan calificó en primer lugar debido a su alto caudal y los bajos requisitos de funcionamiento y mantenimiento, mientras que la Sono quedó en segundo lugar debido a su bajo precio, el sabor y el olor mejorados y el poco mantenimiento requerido.

En la Fase I del informe se dan explicaciones de cada tecnología. La información relativa a las cuestiones de gestión de residuos se trata en la Fase II del informe principal.

Alto nivel de remoción de arsenito del agua potable mediante el hierro de valencia cero

Referencia: Lien, H.-L., and R.T. Wilkin (2004). High-level Arsenite Removal from Groundwater by Zero-Valent Iron ELSEVIER, *Chemosphere* 59 (2005) 337-386, aceptado en octubre de 2004.

Disponible en: www2.nuk.edu.tw/cee/Lien%20Publication/Chemosphere-2005-ASAP.pdf

Los autores llevaron a cabo estudios por tandas y por columnas, para:

- Evaluar la efectividad del hierro con valencia cero para solucionar el problema del arsénico en el agua subterránea
- Determinar los mecanismos de remoción del arsénico
- Evaluar las implicaciones de estos procesos con respecto a la estabilidad del arsénico y el rendimiento de la tecnología de barrera permeable reactiva (PRB).

Se preparó una solución con una concentración de arsénico alta (50 mg/L) con arsenito para simular las aguas subterráneas en un lugar altamente contaminado de los EE.UU. El estudio indicó que la eliminación de arsénico es una reacción de dos etapas con una rápida desaparición inicial del arsenito seguida por un proceso de remoción lento. A través de las columnas de flujo se demostró que las constantes de remoción de arsénico bajaban con el tiempo y se observó el avance de arsénico en el estudio de columna. Se determinó que la capacidad de remoción de hierro de valencia cero era de aproximadamente 7,5 mg Al/g Fe.

Remoción de arsénico con hierro (II) y hierro (III) en aguas con altas concentraciones de silicato y fosfato (2003).

Referencia: 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 web el 18 de noviembre de 2003, VOL 38 NO.1, 2004

Disponible en: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es0343205>

Los autores compararon la eficacia de la remoción de arsénico con Fe(II) y Fe(III) de diferentes aguas subterráneas simuladas. Descubrieron que la aplicación del Fe(II) en lugar del Fe(III) que se aplica generalmente es ventajosa, ya que la oxidación de Fe(II) por el oxígeno disuelto causa la oxidación parcial de As(III) y los hidróxidos de hierro (III) formados por el Fe(II) tienen mayores capacidades de sorción. El agregado de Fe(II) conduce a una mejor eliminación del arsénico que el Fe(III) y las adiciones múltiples de Fe(II) mejoran la remoción de As(III).

El estudio muestra que la reducción de 500 µg/L As(III) por debajo de 50 µg/L As(tot) en agua filtrada requería >80 mg/L Fe(III), 50–55 mg/L Fe(II) en una sola adición y 20–25 mg/L en adiciones múltiples. Además, con As(V), se necesitaba 10–12 mg/L Fe(II) y 15–18 mg/L Fe(III). En la ausencia de Si y P, las eficiencias de eliminación de Fe(II) y Fe(III) fueron similares: se necesitaban 30–40 mg/L para As(III) y se necesitaban 2,0–2,5 mg/L para As(V).

El estudio de campo con 22 pozos entubados en Bangladesh demuestra que el tratamiento pasivo (por el hierro), remueve el fosfato de manera eficiente, pero las concentraciones de hierro estaban generalmente demasiado bajas para una remoción eficiente del arsénico.

Un enfoque basado en el biomaterial para la remoción de arsénico del agua

Al Rmali, S.W., Harrington, C.F., Ayub, M. and P.I. Haris (2005). A Biomaterial Based Approach for Arsenic Removal from Water The Royal Society of Chemistry 2005. publicado en web el 7 de marzo de 2005.

Disponible en: www.rsc.org/publishing/journals/EM/article.asp?doi=b500932d

Este estudio presenta datos sobre el uso de un biomaterial derivado de raíces secas de jacinto de agua (*Eichornia crassipes*), como una forma de eliminar el arsenito y el arseniato de una solución acuosa. Los estudios anteriores demostraron que la eliminación de arsenito o arseniato empleando plantas vivas no fue eficiente.

Para las pruebas de laboratorio, se utilizó una solución madre de 100 mg/L, de arsénico (III) y de jacinto acuático seco recogido de un lago en Dhaka, Bangladesh. Los resultados indicaron que la eliminación cuantitativa del arseniato de una solución de pH 6,0 se alcanzó en 60 minutos, usando 30 mg/ml de raíz seca dejando las soluciones de 200 mg/L de arseniato con 9,50g/L de As(III) y 7,85 g/L As (V).

Los autores hablaron del hecho de que el jacinto de agua se considera una "plaga" ambiental en muchas regiones tropicales y subtropicales del mundo y en Bangladesh e India, la planta crece en abundancia en estanques, lagos y ríos. Se ha informado que la biomasa del jacinto se puede producir a un ritmo de 160 a 1000 kg/hectárea/día dependiendo de los nutrientes y la temperatura.

En este estudio, las raíces del jacinto de agua expuestas a 1500 mgAs/L eliminaron hasta 50mgAs/g de raíces. Suponiendo una concentración de solución de arsénico de 1500 mg/L, se necesitarían aproximadamente 30 gramos de raíces secas para eliminar 1500 mg de arsénico de un litro de agua durante un período de 24 horas. Por lo tanto, para tratar 1000 litros de agua se necesitarían 30 kg de raíces. Esto sería suficiente para cubrir las necesidades de agua potable de una aldea de cientos de personas.

La remoción de arsénico del agua potable

Referencia: Pureflow© Filtration Systems Bulletin A2.9432.4

Disponible en: www.wateronline.com/download.mvc/Article-The-Removal-Of-Arsenic-From-Potable-W-0001

Este documento es una presentación general de las diferentes técnicas utilizadas para la eliminación del arsénico. Se explican brevemente los siguientes procesos: osmosis inversa, hidróxido férrico granular (HFG), intercambio de iones, alúmina activada, ablandamiento con cal, coagulación-filtración, electro diálisis (ED) y la electrodiálisis inversa (EDI), nano filtración y proceso de coagulación asistida por membrana (OCMA). El estudio recomienda llevar a cabo pruebas piloto en cada pozo antes de implementar la tecnología.

Hacia una respuesta operativa más eficaz: La contaminación por arsénico de las aguas subterráneas en los países del sur y del este de Asia

Referencia: World Bank Water and Sanitation Program (2005). Towards a More Effective Operational Response: Arsenic Contamination of Groundwater in South and East Asia Countries. Washington, DC, Estados Unidos.

Disponible en: <http://go.worldbank.org/TES9NHSIPO>

Volumen I, pp 37-49:

Este volumen explica las diferentes maneras de mitigar el arsénico en el agua de consumo. Dice que la mitigación de arsénico requiere que se sigan los siguientes pasos:

- La evaluación de la magnitud del problema (ahora y a través del tiempo), lo que implica pruebas de campo, pruebas de laboratorio y monitoreo.
- La identificación de estrategias de mitigación apropiadas, que implica un análisis económicos y socio culturales de posibles respuestas.
- La implementación que implica una concientización y acción directa por parte de los gobiernos, los donantes, las ONG y otras partes interesadas a nivel local, nacional o regional.

Este volumen explica que se ha desarrollado una simple metodología de costo-beneficio. Tiene en cuenta las limitaciones de los datos y proporciona a los gobernantes un enfoque para la evaluación rápida de la conveniencia socioeconómica de las distintas políticas de mitigación bajo distintos escenarios. En particular, la metodología permite un análisis de opciones para elegir entre diferentes enfoques para hacer frente a:

- El riesgo de que el arsénico se encuentre en un área donde se planea el proyecto
- Opciones para proyectos cuyo objetivo es la mitigación del arsénico

El Volumen también explica cómo hacer frente a la situación política de la mitigación del arsénico ya que el arsénico se ha convertido en un tema altamente politizado en la comunidad de desarrollo internacional y en algunos países afectados.

Volumen II, Artículo II:

Este documento proporciona más información respecto a la mitigación de arsénico en el contexto del sector de abastecimiento de agua en general y los incentivos a los diferentes actores para hacer frente a la contaminación por arsénico.

Volumen II, Artículo II:

Este documento detalla las técnicas de remoción de arsénico del agua de consumo y propone opciones alternativas de abastecimiento de agua. Compara y explica el funcionamiento de los siguientes tratamientos:

- Oxidación-sedimentación
- Coagulación-sedimentación- filtración
- Filtración por sorción
- Técnicas de membrana

Tecnologías para la remoción de arsénico del agua de consumo

Referencia: Feroze, A., Ashraf, A. and Z. Adeel (eds) (2001). Technologies for Arsenic Removal from Drinking Water Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka and The United Nations University, Tokyo.

Disponible en: www.unu.edu/env/arsenic/Proceedings.htm

Éste es un compilado de los artículos presentados en el Taller internacional sobre tecnologías para la remoción de arsénico del agua de consumo. Los artículos más importantes son los siguientes.

Safe Water Technology for Arsenic Removal

Referencia: Johnson, R. and H. Heijnen

Disponible en: www.unu.edu/env/arsenic/Proceedings.htm

Este artículo describe el funcionamiento y resume la eficiencia de las tecnologías para la remoción del arsénico y hace una mención especial a la experiencia ganada en las aplicaciones de campo.

Removal of Arsenic from Drinking Water by Precipitation, Adsorption or Cementation

Referencia: Robins, R.G, Nishimura, T. and P. Singh.

Disponible en: <http://www.unu.edu/env/arsenic/Robins.pdf>

En este trabajo se analizan métodos comunes que se han aplicado a nivel comercial en la industria minera para la remoción, recuperación y eliminación del arsénico. Los procesos descritos incluyen: precipitación, adsorción y cementación.

Evaluation of performance of Sono 3-Kolshi Filter for arsenic removal from groundwater using zero valent iron through laboratory and field studies.

Referencia: Munir, A.K., S.B. Rasul, M. Habibuddowla, M. Alauddin, A. Hussam and A.H. Khan. (2001.)

Disponible en: <http://www.unu.edu/env/arsenic/Robins.pdf>

En este estudio, se probó el sistema de filtrado de agua "3-Kolshi" para determinar su eficacia en la remoción del arsénico, otros metales traza y aniones del agua subterránea de Bangladesh. Se filtraron cerca de 6000 L de agua que contenían entre 80 y 1900 mg/L de arsénico. El agua filtrada contenía aproximadamente 10 mg/L de metales. El proceso de filtrado se supervisó durante un año a través de la medición de As (total), As (III), otros 23 metales, 9 aniones, pH, temperatura y caudal.

Se ha estudiado el efecto del caudal en la remoción de arsénico por separado en tres pozos entubados con concentración de arsénico de 166-212, 211-238 y 1435-1642 mg/L (ppb) durante un período de entre 4 y 8 meses. Los resultados mostraron que el flujo óptimo es de 7 L/hora para lograr una concentración de arsénico por debajo del nivel de 7-13 ppb del nivel inicial de cerca de 200 ppb. El flujo óptimo es de 8,4 L/hora para lograr una concentración de arsénico de alrededor de 20 ppb del nivel inicial de 1600 ppb. Cualquier posibilidad de contaminación patógena durante el uso del sistema como utilidad del hogar se puede quitar con un ciclo de 4 litros de agua caliente una vez por semana. Esta contaminación no es inherente al sistema.

Remoción del arsénico del agua subterránea mediante filtros de arena en los hogares: Estudio de campo comparativo, cálculos de modelo y beneficios a la salud

Referencia: Berg, M., Luzi, S., Trang, P.T. K., Viet, P.H., Giger, W. and D. Stuben. (2006) Arsenic Removal from Groundwater by Household Sand Filters: Comparative Field Study, Model Calculations, and Health Benefits Center for Environmental Technology and Sustainable Development (CETASD), Environ. Sci. Technol. 2006, 40, 5567-5573

Resumen disponible en: <http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es060144z>

Este estudio de campo comprobó la eficiencia de la remoción de arsénico de 43 filtros de arena caseros en las áreas rurales del delta del río Rojo en Vietnam. Se tomaron muestras de las aguas subterráneas no tratadas de los mismos hogares y 31 pozos entubados para investigar la coprecipitación de arsénico con óxido férrico hidratado en la solución. Del agua subterránea que contenía 10-382 µg/L As, <0,1- 48 mg/L Fe, <0,01-3,7 mg/L P y 0,05-3,3 mg/L Mn, se encontraron tasas de eliminación promedias similares de entre el 80% y el 76% para los filtros de arena y los experimentos de coprecipitación, respectivamente. Las eficacias de remoción del Fe, fosfato y Mn fueron del >99%, 90% y 71%, respectivamente. Se alcanzaron niveles de arsénico residual por debajo de 50 µg/L en el 90% de los filtros de arena estudiados y el 40% estaban incluso por debajo del 10 µg/L. Se necesitaron proporciones de Fe/As de g50 o g250 para asegurar que los niveles de remoción de arsénico estuvieran por debajo de los 50 o 10 µg/L, respectivamente. Las concentraciones de fosfato >2,5 mg P/L obstaculizaron ligeramente el filtro de arena y la eficiencia de la coprecipitación. La eliminación total de arsénico fue más alta que la prevista de los cálculos de modelo basados en las constantes de sorción determinadas a partir de experimentos de coprecipitación con agua subterránea artificial.

El arsénico en el agua de consumo

Referencia: Petrusevski, B., S. Sharma, J.C. Schippers and K. Shordt (2007). Arsenic in Drinking Water, Thematic Overview Paper 1, International Water and Sanitation Centre, La Haya, Países Bajos.

Disponible en: www.irc.nl/page/33113

Las partes 7 y 8 de este documento temático de visión general ofrecen información detallada sobre:

- Las tecnologías para la eliminación de arsénico: procesos de precipitación, procesos de sorción, intercambio iónico y filtración por membrana
- Tecnologías para la eliminación de arsénico: Sistemas de remoción de arsénico centralizados y sistemas de tratamiento de nivel de punto de uso (PdU) en el hogar
- Mitigación del problema del arsénico: Aspectos sociales e institucionales: concientización, compartir fuentes libres de arsénico, remoción de arsénico a nivel domiciliario, planta comunal y aspectos institucionales

CATEGORÍA 2 – ARTÍCULOS INÉDITOS DE ALTA CALIDAD

Estudio diario de cuatro semanas de duración sobre la remoción total de coliformes del KAF

Referencia: Sharma, D. (2005) *Bachelor of Science Thesis, Kathmandu University, Nepal.*

Disponibile en: http://web.mit.edu/watsan/worldbank_summary.htm

- Se instalaron 5 KAF (versión Gem505 de plástico) en el pueblo de Kasiya de los distritos Nawalparasi de Nepal
- Se vertieron 40 L de agua de pozos entubados en cada filtro por día
- Se probó la eliminación de coliformes totales durante un período de 4 semanas usando filtración por membrana
- 4 de los 5 filtros lograron un 96-100% de eliminación de coliformes totales dentro de las tres semanas desde la instalación, uno de esos filtros logró la eliminación del 100% de coliformes totales en solo 9 días
- El filtro restante mostró una eliminación insatisfactoria de coliformes totales, se cree que está relacionado con una limpieza insuficiente de la arena
- Se demostró que el uso de un recipiente de almacenamiento limpio y buenas prácticas de higiene mejoran la calidad del agua filtrada

¿Pueden las partículas de hierro y arsénico migrar a través de la capa de arenal del KAF?

Referencia: Buzunis, B. (2005). *Masters Thesis, Kathmandu University, Nepal*

Disponibile en: http://web.mit.edu/watsan/worldbank_summary.htm

- Se estudiaron dos filtros de concreto más viejos (con 12 meses de funcionamiento) y dos filtros nuevos (con cinco meses de funcionamiento) en la región Terai de Nepal
- Se recogieron las muestras de arena en intervalos de 4 cm desde la parte superior de la capa de arena a la inferior
- Las concentraciones de arsénico y hierro en estas muestras de arena se probaron utilizando el método de laboratorio AAS
- Parece que el hierro y el arsénico quedan efectivamente atrapados en la parte superior de la arena fina
- El hierro y el arsénico encontrados en la región de 5 cm o más abajo parecen ser la concentración de fondo
- La relación arsénico:hierro significativamente más baja a 5cm de profundidad o más bajo confirma también que las partículas de hierro cargadas de arsénico NO migran hacia abajo en el medio de arena
- La similitud en los perfiles de los filtros más viejos (de doce meses) y los más nuevos (de cinco meses) sugiere que los perfiles no cambian a través del tiempo

Eficacia del KAF para la remoción de arsénico, hierro y coliformes (2004)

Prem Krishna Shrestha

Fuente: Masters Thesis, Kathmandu University, Nepal

Disponible en: http://web.mit.edu/watsan/worldbank_summary.htm

- El filtro KAF versión Gem505 se probó durante tres rondas de estudio de arsénico, hierro y coliformes.
- La fase I del estudio de laboratorio usó agua subterránea de Katmandú enriquecida con arsénico
- La fase II del estudio de laboratorio usó agua del grifo de Katmandú enriquecida con arsénico
- La fase III del estudio de campo usó agua naturalmente contaminada con arsénico de la región Terai de Nepal.
- La fase I del estudio encontró que la remoción de arsénico era menos del 50% debido a la interferencia de fosfato. El fosfato en el agua subterránea de Katmandú era de 31 ppm.
- La fase II del estudio descubrió que la remoción del arsénico era del 85%. La concentración de fosfato en el agua de grifo Katmandú era solo de 0,4 ppm.
- La fase III del estudio halló que el agua subterránea naturalmente contaminada por arsénico, la remoción de arsénico era la mejor, del 91%.
- El estudio de laboratorio muestra una remoción de coliformes totales del 94%.

Estudio del KAF sobre el efecto del espacio aéreo entre el agua en reposo y la caja difusoraPandey, S. (2004) *Bachelors Thesis, Kathmandu University, Nepal*Disponible en: http://web.mit.edu/watsan/worldbank_summary.htm

- Se estudiaron 4 versiones del KAF Hilltake ubicados en un pueblo rural en el distrito de Nawalparasi
- Se vertió el agua cruda de 250 ppb de arsénico en el filtro durante 4 ciclos
- El agua filtrada se recogió y supervisó constantemente (una muestra por cada dos litros de filtrado)
- Se encontró que no hay fluctuación en la concentración de arsénico dentro del breve espacio de tiempo
- La concentración de arsénico no se detecta o tiene 10 ppb en la mayoría de las muestras filtradas
- La investigación sugiere que la remoción de arsénico ocurre en dos lugares: la adsorción en los clavos de hierro en la caja difusora y la adsorción en las partículas de hierro acumuladas en la arena fina

Evaluación del desempeño del arsénico en los filtros de bioarena para la mitigación de la contaminación del arsénico

Referencia: Odell, N. (2004); US Peace Corps Volunteer, Parasi, Nepal.

Disponible en: http://web.mit.edu/watsan/worldbank_summary.htm

- Se estudiaron dos versiones del KAF de concreto en la localidad rural de Parasi
- Un filtro tenía 2,5 kg de clavos de hierro y el otro 5,0 kg clavos de hierro

- Se puede remover más del 95% del arsénico en el filtro con 5,0 kg de clavos de hierro
- El estudio recomienda que se usen 5,0 kg de clavos de hierro para la remoción efectiva del arsénico
- 4 meses es un período muy corto para observar cualquier cambio notorio en la capacidad de adsorción de los clavos de hierro

Filtro de arsénico de bioarena: Diseño de un filtro de agua potable apropiado para el hogar

Referencia: Ngai, T. and S. Walewijk (2003). *Informe final enviado al Massachusetts Institute of Technology.*

Disponible en: http://web.mit.edu/watsan/worldbank_summary.htm

- Estudio piloto: 16 filtros en 4 pueblos rurales (distritos de Nawalparasi y Rupendehi) instalados en octubre de 2002
- La evaluación llevada a cabo en enero de 2003 mostró los siguientes resultados:

| Indicador técnico | Rango | Resultados promedio |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|
| Remoción de arsénico | 87 a 96% | 93% |
| Remoción de coliformes totales | 0 a >99% | 58% |
| Remoción de <i>E.Coli</i> | 0 a >99% | 64% |
| Remoción de hierro | > 90 a > 99% | > 93% |
| Caudal | 4 a 23 L/h | 14 L/h |

Informe sobre la evaluación del desempeño del filtro de bioarena de cemento (FBC) para la mitigación de contaminación por arsénico

Referencia: Odell, N. (2004) Water Supply and Sanitation Division, Department of Water Supply and Sewerage, Ministry of Physical Planning and Works, Nepal.

El objetivo era poner a prueba la capacidad, la eficacia y la vida útil de los componentes del FBC. Se probaron dos FBC durante cuatro meses en Nepal. Los filtros diferían en características: uno tenía 2,5 kg de material de remoción de arsénico (clavos de hierro oxidados) y el otro 5 kg de clavos. Se registraron las concentraciones de arsénico del pozo entubado contra el agua filtrada. Se usaron dos fuentes de agua diferentes para cada uno de los filtros pero sus concentraciones de arsénico eran similares. Los resultados mostraron que el filtro que tenía 5 kg de clavos era más eficiente en la remoción de arsénico que el que contenía 2,5 kg de clavos.

CATEGORÍA 3 – REPORTES INFORMALES

Evaluación de cinco tecnologías para la mitigación del arsénico en el agua de pozo de Bangladesh

Referencia: Ontario Centre for Environmental Technology Advancement Environmental Technology Verification-Arsenic Mitigation, Arsenic Mitigation Based on an Agreement between the Governments of Canada and Bangladesh.

Disponible en:

www.physics.harvard.edu/~wilson/arsenic/remediation/ETVAM%20Poster.ppt

Esta presentación es un resumen de un estudio realizado en Bangladesh sobre cinco tecnologías de remoción de arsénico: MAGC/ALCAN, READ-F, SONO 45-25, TETRATREAT y AdsorpAs®-SIDKO. Se trataron y se hicieron pruebas en los efluentes y afluentes de cinco fuentes de agua de hidrogeologías diferentes. Los resultados mostraron que:

- Todas las tecnologías removieron arsénico a <50 ppb, brindando por lo menos 45 L en un día de 12 horas
 - La mayoría de las tecnologías no cumplió con las demandas de desempeño establecidos para la vida de los medios filtrante
 - La composición de las aguas subterráneas (por ejemplo, la concentración de fosfato) tuvo un efecto significativo en la vida del medio filtrante de una tecnología determinada.
 - Ninguno de los medios filtrantes usados pueden ser clasificados como residuos de acuerdo con las pautas de US-EPA
-

PART 4: RESUMEN DE LAS PUBLICACIONES

Tabla 1: Arsénico: incidencia y especificaciones químicas

| País | Autor(es) | Organización(es) | Año | Categoría | Hallazgos claves |
|------|--|---------------------------|------|--------------------|---|
| - | - | Banco Mundial | 2005 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Distribución de la contaminación por arsénico • Mecanismos de movilización de arsénico |
| - | Hitchon, B. Perkins, E.H. Gunter, W.D. | Geoscience Publishing Ltd | 1999 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Geoquímica general • Geoquímica acuosa |
| - | Smedley P.L. Kinniburgh, D.G. | OMS | 2001 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Concentraciones de arsénico en diferentes tipos de agua • Distribución de arsénico • Reacción redox y cinética del arsénico • Fuentes de arsénico • Interacciones minerales • Incidencia global del arsénico en agua subterránea |
| - | Rasmussen, L. Andersen, K.J. | OMS | 2001 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Las formas más tóxicas de arsénico son inorgánicas (dominantes en el agua de la superficie y subterránea) • Las formas orgánicas son mucho menos tóxicas (frecuentes en los productos de pesca) |
| - | Petrusevski, B. Sharma, S. Schippers, J.C. Shordt, K. | IRC | 2007 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Presencia global de arsénico • Fuentes de arsénico • Química del arsénico y especificaciones |

Tabla 2: Efectos del arsénico en la salud

| País | Autor(es) | Organización(es) | Año | Categoría | Hallazgos clave |
|------|---|------------------|------|--------------------|--|
| - | - | Banco Mundial | 2005 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • 60 millones de personas están en riesgo debido a los altos niveles de arsénico de origen natural en el agua subterránea y 700.000 han sido afectadas por el arsenicosis • Se deben considerar las medidas para la remoción del arsénico dentro de un contexto más amplio de suministro de agua potable ya que las enfermedades transmitidas por el agua son también un grave problema de salud. |
| - | Abernathy, C. Morgan, A. | OMS | 2005 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los efectos del arsénico en la salud |
| - | Petrusevski, B., Sharma, S. Schippers, J.C. Shordt, K. | IRC | 2007 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Exposición, efectos, formas y síntomas |

Tabla 3: Tecnologías para la remoción del arsénico

| País | Autor(es) | Organización(es) | Año | Categoría | Hallazgos claves |
|------------|---|---|------|--------------------|---|
| Nepal | Ngai, T. Dangol, B. Murcott, S. | Massachusetts Institute of Technology (MIT) ENPHO Banco Mundial | 2005 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> El 95% de 966 filtros cumplieron con las normas provisionales de arsénico nepalesas La eficiencia de remoción promedia del arsénico y del hierro estuvo en el intervalo de 90-95% El 85,3% de las familias utilizan el filtro después de un año |
| Bangladesh | Sutherland D. | Water Aid Bangladesh | 2001 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> 3 de las 7 tecnologías probadas en 63 pozos redujeron en arsénico por debajo del estándar de agua potable de Bangladesh (BDWS) de 0,05 mg/L: Alcan, BUET y Sono |
| - | Lien, H.-L. Wilkin, R.T. | ELSEVIER, Chemosphere 59 (2005) 337-386 | 2004 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> La remoción del arsénico es una reacción de dos etapas con una rápida desaparición inicial del arsenito seguido por un proceso lento de eliminación Se determinó que la capacidad de remoción del arsénico de valencia cero era aproximadamente de 7,5 mg As/g Fe |
| Bangladesh | Roberts, L.C. Hug, S.J. Ruettimann, T. Billah, MD.M. Khan, A.W. Rahman, M.T. | Environmental Science & Technology | 2003 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> La aplicación de Fe(II) en lugar de aplicar el Fe(III), que se utiliza generalmente, es ventajoso para remover el arsénico Estudio de campo con 22 pozos tubulares muestra que el tratamiento pasivo (con hierro) remueve eficientemente el fosfato, pero la concentración de hierro fue generalmente muy baja para una remoción eficiente del arsénico |
| Bangladesh | Al Rmalli, S.W. Harrington, C.F. Ayub, M. Haris, P.I. | The Royal Society of Chemistry | 2005 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> La remoción cuantitativa del arseniato de una solución a pH 6,0 se logró en 60 minutos, usando 30 mg/ml de raíz seca dejando las soluciones de 200 µg/l de arseniato con 9,50µg/l As(III) y 7,85µg/l As(V) |
| - | - | Pureflow© Filtration Systems Bulletin A2.9432.4 | - | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> Información general sobre osmosis inversa, el hidróxido férrico granular (HFG), intercambio iónico, alumina activada, ablandamiento con cal, coagulación-filtración, electrodiálisis (ED), electrodiálisis reversible (EDR), nano-filtración y proceso de coagulación de membrana asistida (PCMA) |
| - | - | Banco Mundial | 2005 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> Diferentes maneras de mitigar el arsénico en el agua de consumo Mitigación en el contexto del sector de abastecimiento de agua en general y los incentivos para las diferentes partes interesadas Explicación y comparación de los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Oxidación-sedimentación Coagulación-sedimentación-filtración |

| País | Autor(es) | Organización(es) | Año | Categoría | Hallazgos claves |
|------------|--|---|------|--------------------|---|
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Filtración de sorción - Técnicas de membrana |
| Varios | Feroze, A. Ashraf, A. Adeel, Z. | Bangladesh University of Engineering and Technology | 2001 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de los artículos presentados en el International Workshop on Technologies for Arsenic Removal from Drinking Water (Taller internacional sobre tecnologías para la eliminación de arsénico del agua de consumo) |
| Vietnam | Berg, M., S. Luzi, P.T. K. Trang, P.H. Viet, W. Giger and D. Stuben. | Center for Environmental Technology and Sustainable Development | 2006 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de los filtros de arena para remover el arsénico mediante la coprecipitación con hierro férrico hidratado |
| - | Petrusevski, B., Sharma, S. Schippers, J.C. Shordt, K. | IRC | 2007 | Artículo publicado | <ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías de remoción de arsénico • Sistemas de remoción de arsénico • Mitigación del problema de arsénico |
| Nepal | Sharma, D. | Kathmandu University | 2005 | Artículo inédito | <ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de coliformes totales en 5 filtros mostraron que 4 de cada 5 filtros eliminaron entre el 96 y el 100% |
| Nepal | Ghimire, B. | Kathmandu University | 2005 | Artículo inédito | <ul style="list-style-type: none"> • El hierro y el arsénico parecen estar efectivamente atrapados en la parte superior de la arena fina en 4 filtros (2 viejos, 2 nuevos) |
| Nepal | Shrestha, PK | Kathmandu University | 2004 | Artículo inédito | <ul style="list-style-type: none"> • La eliminación de arsénico es lo mejor para el agua subterránea que está presente de manera natural contaminada con arsénico al 91% • Estudios de laboratorio demuestran que se removió el 94% de coliformes totales |
| Nepal | Pandey, S. | Kathmandu University | 2004 | Artículo inédito | <ul style="list-style-type: none"> • La remoción del arsénico se produce en dos lugares: adsorción en los clavos de hierro y partículas de hierro acumuladas en la arena fina |
| Nepal | Odell, N. | US Peace Corps | 2004 | Artículo inédito | <ul style="list-style-type: none"> • Más del 95% del arsénico puede ser removido en el KAF con 5,0 kg de clavos de hierro • Se recomienda el uso de 5,0 kg de clavos de hierro |
| Nepal | Ngai, T. Walewijk, S. | MIT | 2003 | Artículo inédito | <ul style="list-style-type: none"> • Remoción de arsénico en un promedio del 93% en 16 filtros piloto • Remoción de hierro - >93% de promedio |
| Bangladesh | - | Ontario Centre for Environmental Technology Advancement | - | Informe informal | <ul style="list-style-type: none"> • MAGC/ALCAN, READ-F, SONO 45-25, TETRATREAT y AdsorpAs®-SIDKO • Todas las tecnologías removieron el arsénico a < 50 ppb, proveyendo por lo menos 45 L en 12 horas |