

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliario y su Almacenamiento Seguro: Filtro de Bioarena

El Proceso de Tratamiento



Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Medianamente efectivo para:	No es efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> • Bacterias • Protozoos • Helmintos • Turbidez • Sabor, olor, color 	<ul style="list-style-type: none"> • Virus • Hierro 	<ul style="list-style-type: none"> • Químicos disueltos

¿Que es el filtro de bioarena?

El filtro de bioarena (BSF) es una adaptación del filtro de arena lento tradicional que se ha utilizado para el tratamiento de agua para comunidades por cientos de años. El filtro de bioarena es más pequeño y está adaptado para darle un uso continuo, lo cual lo hace muy apropiado para tenerlo en las casas.

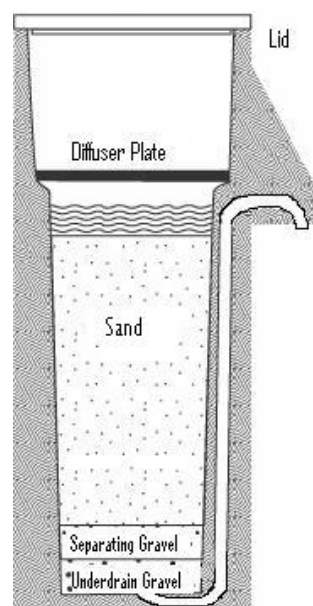
El tratamiento del agua es realizado por la arena contenida en el filtro. El contenedor del filtro puede estar hecho de concreto o plástico o cualquier otro material no tóxico, impermeable y con propiedades anticorrosivas. La caja de concreto del filtro se funde en un molde de lámina de acero o se elabora usando un tubo prefabricado.

El contenedor se llena con capas de arena y grava especialmente seleccionadas, lavadas y preparadas para este fin (también se le conoce como medio filtrante). Hay una capa de agua de 5 cm que sobresale por encima de la capa de arena.

De manera similar en los filtros lentos tradicionales, una capa biológica de microorganismos (también conocida como capa biológica o schmutzedecke) se

desarrolla sobre la superficie de la arena y contribuye al tratamiento del agua.

Un plato difusor perforado o una tapa es usado para proteger la capa biológica de las perturbaciones creadas cuando se vierte agua directamente en el filtro.



Vista transversal del filtro de bioarena

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Filtro de Bioarena

¿Cómo elimina la contaminación?

Los organismos patógenos y el material suspendido son removidos mediante una combinación de procesos biológicos y físicos que tienen ocurrencia tanto en la capa biológica como en la capa de arena. Estos procesos incluyen: atrapamiento mecánico, adsorción, depredación y muerte natural.



Vista de un filtro de bioarena elaborado en plástico
(Créditos: International Aid)

¿Cómo funciona?

El agua contaminada es vertida por la parte superior del filtro en forma discontinua o intermitente. El agua pasa lentamente a través del difusor, percolando hacia la parte baja a través de la capa biológica y las capas de arena y grava. El agua tratada fluye naturalmente hacia la salida al exterior del tubo.

La capa biológica es el componente clave del filtro que retira los patógenos. Sin ella, el filtro es significativamente menos efectivo. La formación completa de la capa biológica puede tomar hasta 30 días dependiendo de la calidad del agua de entrada y de la frecuencia de uso.

El agua obtenida durante las primeras semanas de uso del filtro, mientras se consolida la capa biológica, puede ser usada, aunque se recomienda su desinfección durante este tiempo. Así mismo, se recomienda practicar la

desinfección durante la operación normal del filtro.

Para la supervivencia de la capa biológica se requiere oxígeno. Cuando el agua fluye a través del filtro, el oxígeno disuelto en el agua es suministrado a la capa biológica. Durante los períodos de pausa, cuando no fluye agua, el oxígeno es obtenido por la difusión del aire.

Si el filtro ha sido correctamente instalado y se opera adecuadamente, se tendrá permanentemente una capa de agua de unos 5 cm por encima de la arena. Si la capa es mayor a los 5 cm se tendrá como resultado una menor difusión de oxígeno en la capa biológica. Si esta es menor a los 5 cm puede evaporarse rápidamente en zonas calidas y ocasionar que la capa biológica desaparezca.

Un período de pausa entre usos del filtro es necesario para permitir que los microorganismos presentes en la capa biológica consuman los patógenos del agua. Los usuarios pueden obtener entre 1 y 4 tandas de agua filtrada cada día y esperar al menos una hora para iniciar una nueva operación de filtrado. Se recomienda usar el filtro a diario, aunque los usuarios pueden esperar hasta 48 horas como máximo para una nueva operación de filtrado.

El filtro de bioarena ha sido diseñado para tratar un cierto flujo de agua (tasa de flujo por metro cuadrado de área de filtro) el cual ha probado ser efectivo en pruebas de laboratorio y de campo. Se ha determinado que esta carga no sea mayor a 600 litros/hora/metro cuadrado.

La tasa de flujo recomendada para el filtro de concreto es de 0.6 litros/minuto, tasa que debe ser medida cuando el reservorio de agua este completamente lleno. Si la tasa de flujo es mayor (rápida), el filtro se torna menos eficiente para la remoción de patógenos. Si la tasa de flujo es muy pequeña (lenta), el usuario podrá impacientarse y terminar no utilizando el filtro, incluso si el filtro esta trabajando bien en cuanto a la remoción de patógenos. Como la tasa de flujo es controlada por el tamaño de los granos de arena, es muy

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Filtro de Bioarena

importante seleccionar, cernir y lavar adecuadamente la arena a ser usada en el filtro.

La tasa de flujo de agua a través del filtro disminuirá con el tiempo a medidas que la capa biológica se desarrolla y los sedimentos se van acumulando en la parte superior de la capa de arena. Para niveles de turbidez superiores a 50 NTU, (Unidades Nefelométricas de Turbidez) el agua deberá ser colada usando una tela o sedimentada antes de ser usada en el BSF.

Cuando la tasa de flujo cae a niveles muy bajos, haciendo inadecuado para la vivienda el uso del filtro, se requiere el

mantenimiento de este. Esto se hace de manera sencilla con un procedimiento de 'revolver y eliminar' realizado en la parte superior de la arena, procedimiento que toma tan solo unos minutos.

La salida de agua también deberá ser limpiada con regularidad usando agua y jabón o una solución de cloro.

El agua tratada deberá ser recogida por el usuario y almacenada de manera segura en un recipiente colocado sobre un soporte, de manera que facilite la recolección del agua tratada minimizando el riesgo de recontaminación.

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Filtro de Bioarena Datos Importantes

Calidad del agua de entrada

- Turbidez < 50 NTU (Unidades Nefelometricas de Turbidez)

Eficiencia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Hierro
Laboratorio	Hasta 96.5% ^{1,2}	70 a >99% ³	>99.9% ⁴	hasta 100% ⁵	95% a <1 NTU ¹	No disponible
Campo	87.9 a 98.5% ^{6,7}	No disponible	No disponible	hasta 100% ⁵	85% ⁷	90-95% ⁸

1 Buzunis (1995)

2 Baumgartner (2006)

3 Stauber et al. (2006)

4 Palmateer et al. (1997)

5 No ha sido investigado. Sin embargo, los helmintos son demasiado grandes para pasar entre la arena, lo cual supone hasta un 100% de eficiencia en su remoción

6 Earwaker (2006)

7 Duke & Baker (2005)

8 Ngai et al. (2004) [Nota Estas pruebas fueron realizadas con una versión de plástico del filtro de bioarena]

- La selección de la arena y su preparación son tareas críticas para garantizar la tasa de flujo y la efectividad del tratamiento
- Las eficiencias dadas en la tabla de arriba requieren que se haya consolidado la capa biológica; eso toma hasta 30 días dependiendo de la calidad y utilización del agua suministrada
- El filtro deberá ser usado diariamente para mantener la capa biológica
- Para un mejor desempeño se requiere una fuente de agua consistente; cambiar de fuente puede ocasionar la disminución de la eficiencia del tratamiento
- Mantener revolviendo y cambiando la capa biológica reducirá la eficiencia hasta que ésta se haya reestablecido completamente
- Sabor, olor y color del agua filtrada son en general mejores
- La temperatura del agua tratada es generalmente baja debido al concreto del que esta hecho el filtro

Criterios de operación

Rata de Flujo	Volumen por tratamiento	Suministro de agua diario
< 0.6 litros/minuto*	12-18 litros	24-72 litros**

Nota: Los criterios de operación son para un filtro de bioarena elaborado en concreto; para filtros elaborados en plástico los parámetros pueden ser diferentes.

* 0.6 litros/minuto es la máxima tasa de flujo recomendada. La tasa de flujo real varía para el filtro limpio como entre filtros.

** Cifra basada en 4 tandas o cochadas por día, esto es, mañana, almuerzo, comida o cena y antes de acostarse.

- Se necesita un período de pausa entre cada uso para permitir que los microorganismos en la capa biológica consuman los patógenos presentes en el agua.
- El período de pausa recomendado es de 6 a 12 horas; con un mínimo de 1 hora y un máximo de 48 horas.

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Filtro de Bioarena

Datos Importantes

Durabilidad

- No posee partes móviles o mecánicas que se puedan romper
- Los filtros de concreto tienen un tubo de salida embebido en el concreto protegiéndolo contra rupturas o filtraciones.
- Los filtros plásticos tienen un tubo externo propenso a rupturas o filtraciones; una vez que este se rompe no hay forma de repararlo.
- Los filtros plásticos son más livianos (3.5 Kg.) que los de concreto (70-75 Kg. en la versión de pared delgada o 135 Kg. en la versión de pared gruesa)
- Un transporte deficiente del filtro de concreto puede ocasionar rajaduras y/o rupturas; algunas veces las rajaduras son reparables
- Los filtros de plástico son elaborados con material plástico grado medicinal, lo que significa que son resistentes a la degradación y ruptura ocasionada por los rayos ultravioletas (UV)
- Los filtros no deben ser movidos de su sitio una vez instalados

Vida útil estimada

- Los filtros de concreto de más de 30 años continúan manteniendo un desempeño satisfactorio, aún después de los diez años de uso
- Los filtros de plástico duran hasta más de diez años
- Las tapas y los difusores pueden necesitar reemplazo con el tiempo

Requisitos de fabricación

Fabricantes a nivel mundial:

- Los diseños de los filtros de concreto están disponibles gratuitamente en CAWST, Canadá
- Los filtros de plástico son manufacturados y vendidos por International Aid, USA

Producción local:

- Los filtros de concreto pueden ser producidos localmente
- Los moldes pueden ser tomados prestados, alquilados, comprados o elaborados localmente
- Los filtros pueden ser manufacturados en una instalación central de producción o en la comunidad
- La arena y la grava para los filtros puede ser preparada (cernida y lavada) en el sitio o en las cercanías a este

Materiales:

- Molde de lámina de acero
- Arena, grava y cemento
- Arena filtrante y grava
- Tubo de cobre o plástico
- Material metálico o plástico para el difusor
- Material metálico o madera para la tapa
- Agua para la mezcla de concreto y para el lavado de la arena y la grava
- Herramientas varias, esto incluye, llaves, tuercas, tornillos, etc.

Lugares de fabricación:

- Espacio (área) suficiente para la producción de filtros

Mano de obra:

- Se requiere un soldador profesional para la fabricación del molde de lámina de acero
- Cualquier persona puede ser entrenada para construir e instalar el filtro

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Filtro de Bioarena Datos Importantes

Peligros:

- La manipulación de cemento y moldes pesados es una fuente de peligros, por tanto se deben tomar las medidas preventivas de seguridad que sean necesarias
- Los filtros de concreto son pesados y difíciles de mover y transportar

Mantenimiento

- Es requerido cuando la tasa de flujo cae a niveles que hacen insuficiente el uso del filtro para las necesidades de la vivienda; la frecuencia dependerá de la turbidez del agua de entrada
- Revolver y disponer la capa superior de la arena es una tarea sencilla de mantenimiento, toma tan solo unos pocos minutos y puede ser realizada por los mismos usuarios
- La salida, la tapa y el difusor deben ser limpiados con regularidad

Costos

Tipo de Filtro	Costos de Capital	Costos Operacionales	Costos de Reemplazo
Concreto	US\$12-40	US\$0/año	US\$0
Plástico	US\$75 ¹	US\$0/año	US\$0

Nota: Los costos del programa, el transporte y la capacitación no están incluidos. Los costos varían según la localización.

¹ Los precios no incluyen movilización del contenedor, pagos de embarque o tasas aduaneras o relacionadas.

Hoja Informativa para el Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliar y su Almacenamiento Seguro: Filtro de Bioarena Datos Importantes

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. *[Note: These tests were done on a plastic biosand filter]*
- 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.
- Stauber, C., Elliot, M., Koksai, 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.

Información Adicional

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

International Aid: www.internationalaid.org or www.hydraid.org

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Bienestar a través del agua... mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org
Correo electrónico: cawst@cawst.org
Última actualización: julio de 2009