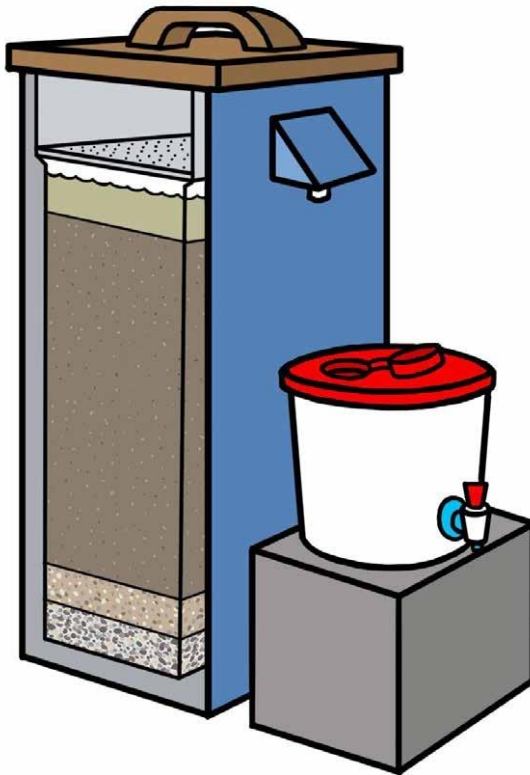


## **Filtro Bioarena - Especificaciones técnicas**

El filtro bioarena es una innovación sobre el proceso tradicional de filtración de arena lenta, y fue diseñado específicamente para el uso intermitente. El filtro es más apropiado al nivel domiciliario. El filtro se puede producir localmente dondequiera en el mundo porque se construye usando materiales que están fácilmente disponibles.



- Filtro construido de concreto o plástico
- Flujo máximo de 0.4 litros por minuto
- Flujo controlado por tamaño de arena (tamizado y lavado)
- Se puede producir 60-80 litros de agua cada día
- Operación intermitente
  - Capa de agua constante y poca profunda
  - Periodos de operación y de pausa (nivel de agua mantenido durante la pausa)
- Periodo de pausa (microorganismos consumen los patógenos)
- Agua – niveles de arena
  - Demasiado arena o insuficiente agua – la capa biológica se deseca
  - Agua demasiado profunda – no hay suficiente oxígeno para la capa biológica
- Tiempo requerido para establecer la capa biológica (hasta 30 días)
- Mantenimiento
  - Asegurar limpieza del cuerpo y del tubo de salida del filtro
  - Proceso de agitación simple para reestablecer el flujo
- Calidad de agua filtrada
  - Eficiencia de remoción > 97 %
  - Desinfección recomendada

### **Parámetros de Diseño**

- Tecnología al nivel domiciliario
- Adaptación de tecnología de filtración lenta de arena - la capa biológica se forma en la superficie de la arena

### **Mecanismos de Remoción**

- Combinación de mecanismos biológicos y mecánicos
- La arena fina retiene materia orgánica en la superficie de la arena donde se forma una capa propicia al crecimiento de los microorganismos
- 4 mecanismos principales de eliminación de patógenos
  - Trampa mecánica – los patógenos se quedan atrapados entre los granos de arena
  - Depredación – los patógenos están consumidos por los microorganismos
  - Adsorción – los patógenos se aseguran entre si mismos y sobre los granos de arena
  - Muerte natural – los patógenos se mueren porque no hay suficiente alimentos ni oxígeno

### **Eficiencia de remoción**

## Especificaciones técnicas del filtro bioarena



El filtro bioarena ha demostrado poder eliminar el 90-99% de los patógenos en el agua. El filtro ha sido evaluado por varias instituciones gubernamentales, de investigación y de salud así como por organismos no-gubernamentales.

Estos estudios han demostrado que el filtro de bioarena elimina:

- más del 97% de *E. coli* – un indicador de contaminación fecal (Duke, 2006; Stauber, 2006)
- más del 99% de protozoarios y helmintos (Palmateer, 1999)
- entre 80-90% de virus (Stauber, 2005)
- entre 50-90% de compuestos tóxicos orgánicos e inorgánicos (Palmateer, 1999)
- entre 90-95% de hierro (Ngai, 2007)
- la mayoría de los sedimentos suspendidos

Investigaciones sobre filtros lentos de arena indican que el filtro bioarena puede eliminar metales pesados (Muhammad, 1997; Collins, 1998). Hay una modificación del diseño del filtro bioarena que se llama el filtro Kanchan de Arsénico que es efectivo en eliminar los patógenos y entre 85-90% de arsénico del agua (Ngai, 2007).

Investigaciones sobre el impacto de salud indican que el filtro bioarena reduce casos de diarrea en entre 30-40% en todas las edades, incluyendo en niños menores de cinco años, una población especialmente vulnerable (Liang, 2007; Sobsey, 2007).

### **Tiempo de inicio**

Se requiere normalmente de un período de hasta 30 días para que la capa biológica alcance su madurez en un nuevo filtro. Durante este tiempo, la eficiencia de remoción del filtro aumenta con el crecimiento de la capa biológica.

### **Fuente de agua**

El agua que se trata con el filtro puede ser agua de lluvia, de pozos profundos o superficiales, de ríos, de lagos, de reservorios o de superficie. El usuario debe usar la fuente de agua más limpia que sea posible, porque el filtro se elimina un porcentaje de los patógenos. Si el agua de la fuente es muy contaminada, es posible que el agua filtrada todavía tenga algunos contaminantes. Es importante ser consistente y tratar de usar agua de la misma fuente.

La turbidez o cantidad de partículas suspendidas en el agua es también un factor clave en la operación del filtro. Debería ser relativamente libre de partículas en suspensión para prevenir que se obstruya rápidamente el filtro. Si la turbidez es mayor a 50 UTN, el agua debería ser pre-filtrada o sedimentada antes de ser utilizada con el filtro bioarena.

### **Flujo**

El filtro bioarena ha sido diseñado para permitir un flujo de 0.6 litro/minuto (100 segundos por litro) con el cual se ha hallado buenos resultados de análisis en laboratorio y pruebas en el campo.

La cantidad de agua que transcurre a través el filtro bioarena está controlada por el tamaño de los granos de arena en el filtro. Si el flujo es demasiado rápido, la eficiencia de remoción bacteriológica puede ser reducida. Si el flujo es demasiado lento, la cantidad de agua tratada no será suficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios. Es muy importante escoger y preparar la arena según las instrucciones, porque el tamaño de los granos de arena es lo que controla el flujo.

### **Periodos de Pausa**

El filtro bioarena es más eficaz y eficiente cuando está operado de manera intermitente y consistente. El período de pausa recomendado es de 6 a 12 horas con un mínimo de 1 hora y un máximo de 48 horas.

## Especificaciones técnicas del filtro bioarena



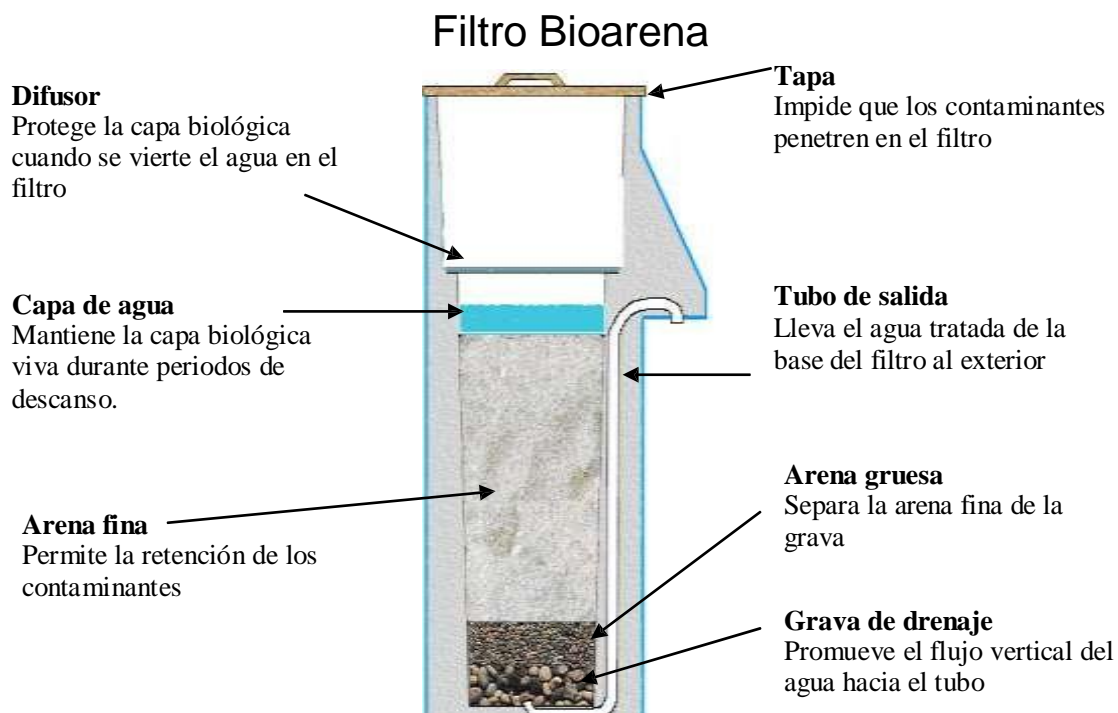
Los períodos de pausa son también muy importantes porque en este tiempo los microorganismos en la capa biológica pueden consumir los patógenos del agua. Si el período de pausa se extiende demasiado, los microorganismos consumirán eventualmente todo el sustrato y morirán. Esto afectará considerablemente la eficiencia de remoción del filtro.

### Profundidad de agua

Si el filtro bioarena está bien construido y operado, el nivel de agua debe ser constante, alrededor de 5 cm (2") encima del nivel de arena durante los períodos de pausa.

Una profundidad de agua de más de 5 cm (2") resulta en menos difusión de oxígeno y una capa biológica más débil.

Con una profundidad de agua de menos de 5 cm (2") es posible que el agua se evapore y que la capa biológica muera.



### Arena fina

- Lo ideal sería obtener la arena de piedra limpia, triturada
- Tamizado a través de malla de mosquitera metálica del tamaño 0.7 mm (#24)
- Lavado para asegurar un coeficiente de uniformidad de 1.5 – 2.5 mm (< 2.0mm preferido) y tamaño efectivo de 0.10 – 0.25 mm (0.15 – 0.20 mm preferido)

### Cuerpo de concreto del filtro (filtro de 170 lb.)

- Mezclar el concreto (a mano o con mezcladora)
  - 1 parte cemento normal (ordinario o general) (aproximadamente 15 kg [33 lb.])
  - 1 parte gravilla limpia 6mm (1/4")
  - 1 parte grava limpia 12mm (1/2")
  - 2 partes arena limpia
- Peso cuando está vacío – 72 kg (170 lb.)
- Peso cuando está lleno de arena y agua - 160 kg (350 lb.)

### Difusor

## Especificaciones técnicas del filtro bioarena



- Necesario para prevenir que el agua vertida en el filtro remueva demasiado la superficie de la arena
- Puede ser construido de varios materiales que pueden quedarse sumergidos en agua tales como plástico pesado, acrílico, plexiglás o metal galvanizado
- 100 agujeros, de un diámetro de no más de 0.3cm (1/8") son perforados o taladrados en el material siguiendo una grilla de 2.54cm (1") x 2.54cm (1")

### Remoción de arsénico

Si se requiere la remoción de arsénico, el difusor debe ser hecho en forma de caja o canasta y llenado con 5 kg (11lbs) de clavos de hierro no galvanizados. El diámetro de las perforaciones puede ser mayor 6cm (1/4") si se tapan mucho.

### Tapa

- Debe ser bien ajustada para prevenir la contaminación del agua y la presencia de insectos
- Puede ser construida de diferentes materiales, usualmente es de madera o metal galvanizado

### Mantenimiento

La operación y el mantenimiento del filtro son simples. No hay piezas móviles que se tengan que operar. Cuando el flujo de agua que sale del filtro disminuye demasiado, el mantenimiento consiste en lavar la capa superficial de arena.

Con tiempo, el uso continuo del filtro ocasiona la obstrucción de los poros entre los granos de arena por partículas finas. Esto resulta en una disminución del flujo a través del filtro.

Para limpiar el filtro, la superficie de la arena debe ser agitada para resuspender el material capturado en la capa de agua. Luego, se remueve el agua sucia mediante un recipiente pequeño. El proceso puede ser repetido hasta que el flujo sea reestablecido. Después de limpiar el filtro, la capa biológica se reestablece rápidamente, volviendo a su nivel anterior de remoción.

### Ventajas del filtro bioarena

- Fácil de mantener y usar
- Su construcción cuesta entre US\$12-30
- Ningún costo de operación - ninguna pieza a reemplazar
- Duradero y robusto, dura para siempre
- Produce 60-80 litros/día
- Construido con materiales locales
- El agua se ve y sabe bien
- Reduce la diarrea por 30-40%
- Elimina la mayoría de los patógenos
  - más del 97% de *E. coli* – un indicador de contaminación fecal
  - más del 99.9% de protozoarios y helmintos
  - más del 80-90% de los virus
- Elimina el 50-90% de compuestos tóxicos orgánicos e inorgánicos
- Elimina el 90-95% de hierro
- Elimina la turbiedad
- Se puede modificar el diseño para remover el arsénico (el filtro Kanchan de Arsénico)
- Oportunidades para negocios locales para construir y vender los filtros

### Limitaciones del filtro bioarena

- Pesado y difícil de mover
- La capa biológica toma hasta 30 días para llegar a su madurez.
- Agua de la fuente de agua con una alta turbidez (> 50 NTU) causará que el filtro se atranque y que se deba mantener de manera más frecuente
- Requiere que el filtro sea utilizado con una fuente del agua consistente
- No puede eliminar el color ni compuestos disueltos del agua ni químicos orgánicos

### **Referencias** (No están disponibles en español.)

Palmateer, G., Manz, D., Jurkovic, A., McInnis, R., Unger, S., Kwan, K.K., and B.J. Dutka. Toxicant and Parasite Challenge of Manz Intermittent Slow Sand Filter. *Environmental Toxicology*. 14:2; 217-225. (1999).

Duke, W.D., Nordin, R.N., Baker, D., and A. Mazumder. The use and performance of BioSand filters in the Artibonite Valley of Haiti: a field study of 107 households. *Rural and Remote Health*. 6:570. (Online), 2006.

Liang, K., Sobsey, M.D., Sorya, P., and M. Sampson. Independent Assessment of Biosand Filters – Cambodia. PowerPoint presentation. September, 2007.

Muhammad, N., Parr, J., Smith, M.D., and A.D. Wheatley. Removal of heavy metals by slow sand filtration. Proceedings of the 23rd WEDC International Conference on Water Supply and Sanitation, Durban, South Africa. (1997) 167-170.

Ngai, T., Shrestha, R., Dangol, B., Maharjan, M., & S. Murcott. Design for Sustainable development – Household drinking water filter for arsenic and pathogen treatment in Nepal. *Journal of Environmental Science and Health Part A*. (2007) 42, 1879-1888.

Sobsey, M.D. Biosand filter reduces diarrheal disease in Dominican Republic villages. UNC Press Release. March 119, 2007.

Stauber, C.E., Elliott, M.A., Koksal, F., Ortiz, G.M., DiGiano, F.A., and M.D. Sobsey. Characterization of the biosand filter for *E. Coli* reductions from household drinking water under controlled laboratory and field use conditions. *Water Science & Technology*. 54:3; 1–7. IWA Publishing (2006).

Stauber, C.E., Elliott, M.A., Koksal, F., Ortiz, G.M., Liang, K., DiGiano, F.A., and M.D. Sobsey. Characterization of the biosand filter for microbial reductions under controlled laboratory and field use conditions. World Health Organization Bangkok Presentation (2005).