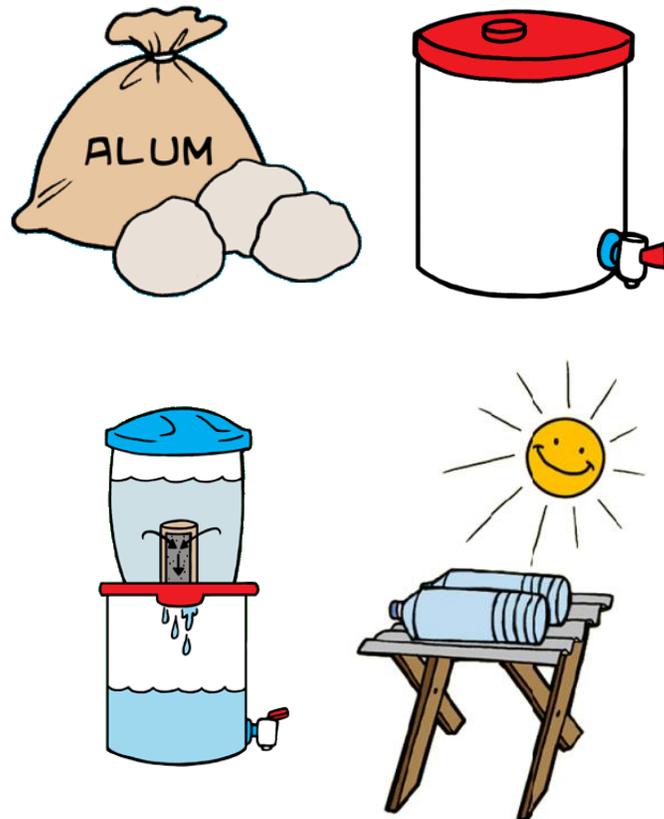


# Introducción al tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

---







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

CAWST es una organización canadiense sin fines de lucro centrada en el principio de que el agua limpia cambia la vida. El agua segura y el saneamiento básico son fundamentos necesarios para capacitar a los más pobres y para romper el ciclo de pobreza. CAWST cree que el punto de inicio es enseñarle a la gente las habilidades necesarias para tener agua segura en sus hogares.

CAWST transfiere conocimiento y habilidades a organizaciones e individuos en países en desarrollo a través de la educación, la capacitación y el asesoramiento. Esta red en constante expansión puede motivar a las familias a tomar medidas para conocer sus propias necesidades de agua y saneamiento.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Esto se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar su disponibilidad para los que más lo necesitan. Siéntase libre de copiar y distribuir este documento en cualquier formato, impreso o electrónico. Si desea utilizar alguna parte de este documento para crear su propio material, por favor asegúrese que CAWST sea reconocido apropiadamente. Por favor, incluya nuestro sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org).

No dude en incluir un enlace en su sitio web al sitio de CAWST. Por favor, no aloje este documento para descargar desde su sitio web ya que de vez en cuando tendremos versiones actualizadas. Envíenos un correo si tiene alguna duda o comentario.

Este documento es contenido abierto y está elaborado bajo licencia de Creative Commons Attribution Works 3.0 Unported License. Para ver una copia de la licencia visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>

Usted es libre de:

- Compartir – copiar, repartir y transmitir este documento
- Editar – adaptar este documento

Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Debe darle crédito a CAWST como la fuente original del documento.

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna de los resultados que puedan obtenerse por el uso de la información dada.



## Contenidos

Acrónimos.....	3
Abreviaturas.....	3
1 Motivos para tratar el agua a nivel domiciliario.....	5
1.1 ¿Qué es el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS)?.....	5
1.2 Prevención de la diarrea.....	7
1.3 Llegar a los más vulnerables.....	9
1.4 Contribuir a alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio.....	10
1.5 Resumen de mensajes clave.....	14
2 La contaminación del agua y las opciones para el TANDAS.....	16
2.1 ¿Qué cantidad de agua necesitan las personas?.....	16
2.2 ¿Qué es el agua segura?.....	17
2.2.1 Aspecto biológico.....	18
2.2.1.1 Bacterias patógenas.....	18
2.2.1.2 Virus patógenos.....	19
2.2.1.3 Protozoos patógenos.....	19
2.2.1.4 Helmintos patógenos.....	19
2.2.1.5 Dosis infectante.....	20
2.2.1.6 Organismos indicadores.....	20
2.2.2 Aspecto químico.....	21
2.2.2.1 Arsénico.....	21
2.2.2.2 Fluoruro.....	22
2.2.2.3 Nitrato y nitrito.....	22
2.2.2.4 Hierro.....	23
2.2.2.5 Manganeso.....	23
2.2.2.6 Sólidos disueltos totales.....	24
2.2.3 Aspecto físico.....	24
2.2.3.1 Turbidez.....	24
2.2.3.2 Color.....	25
2.2.3.3 Sabor y olor.....	25
2.2.3.4 Temperatura.....	25
2.2.4 Guías y estándares para la calidad del agua potable.....	26
2.3 El enfoque de barreras múltiples.....	28
2.3.1 Protección de las fuentes de agua.....	28
2.3.2 Sedimentación.....	29
2.3.3 Filtración.....	29
2.3.4 Desinfección.....	30
2.3.5 Almacenamiento seguro del agua.....	30
2.4 Selección de tecnologías.....	32
2.4.1 ¿Cuál es la mejor tecnología?.....	32
2.4.2 Criterios que influyen en la selección de tecnologías.....	33
2.4.2.1 Eficacia.....	33
2.4.2.2 Adecuación.....	33
2.4.2.3 Aceptabilidad.....	34

2.4.2.4 Costo .....	34
2.4.2.5 Implementación .....	35
2.5 Resumen de mensajes clave.....	36
3 Implementación del TANDAS.....	37
3.1 Creación de demanda .....	38
3.1.1 Identificar la población objetivo.....	39
3.1.2 Seleccionar opciones de TANDAS .....	39
3.1.3 Incrementar la concientización y el conocimiento .....	40
3.1.3.1 Campañas de promoción para crear conciencia .....	40
3.1.3.2 Educar para incrementar el conocimiento .....	40
3.1.4 Usar proyectos de demostración .....	42
3.1.5 Involucrar a organismos estatales .....	43
3.1.6 Dar un refuerzo positivo .....	44
3.2 Provisión de los productos y servicios necesarios .....	44
3.2.1 Productos .....	45
3.2.1.1 Asequibilidad .....	46
3.2.1.2 Disponibilidad .....	47
3.2.2 Servicios.....	49
3.3 Monitoreo y mejora continua .....	49
3.3.1 Qué debería monitorearse.....	50
3.3.2 Quién debería estar involucrado.....	51
3.4 Recursos humanos necesarios para la implementación .....	52
3.4.1 Ejecutores del programa .....	53
3.4.2 Promotores de salud comunitaria .....	54
3.4.3 Instructores .....	55
3.4.4 Otros actores.....	56
3.4.5 Uso de un proceso de creación de capacidades y validación de competencias .....	56
3.5 Financiamiento del programa .....	58
3.5.1 Planificación y administración del programa.....	59
3.5.2 Actividades de promoción y educación.....	59
3.5.3 Fabricación y distribución de productos.....	59
3.5.4 Monitoreo y evaluación.....	61
3.6 Estudios de caso sobre implementación .....	61
3.7 Resumen de mensajes clave.....	62
4 Recursos adicionales .....	63
5 Referencias.....	67
Apéndice A	Hojas informativas sobre contaminantes químicos del agua
Apéndice B	Hojas informativas sobre el tratamiento del agua a nivel domiciliar y su almacenamiento seguro
Apéndice C	Herramientas para la toma de decisiones
Apéndice D	Estudios de caso sobre implementación

## Acrónimos

CAWST	Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento
OC	organizaciones comunitarias
AVAD	años de vida ajustados en función de la discapacidad
VIH/SIDA	virus de la inmunodeficiencia humana/síndrome de inmunodeficiencia adquirida
TAND	tratamiento del agua a nivel domiciliario
TANDAS	tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ONG	organización no gubernamental
PAC	Hidroxiclورو de aluminio (del inglés <i>polyaluminium chloride</i> )
PDC	punto de consumo
SODIS	desinfección solar del agua
SDT	sólidos disueltos totales
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UV	ultravioleta
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCM	Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento (del inglés, <i>Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation</i> )

## Abreviaturas

L	litro
mg	miligramo



## 1 Motivos para tratar el agua a nivel domiciliar

El tratamiento del agua a nivel domiciliar y su almacenamiento seguro (TANDAS) es un componente esencial de una estrategia mundial para proveer agua potable a las 884 millones de personas que en la actualidad no la tienen y a millones de personas más que sufren de la contaminación de sus fuentes mejoradas de agua.

La salud puede verse comprometida cuando los agentes patógenos (microorganismos que causan enfermedades) contaminan el agua destinada para el consumo. La contaminación puede ocurrir en la fuente o dentro de la red de agua potable. Incluso el manejo antihigiénico del agua durante el transporte o en el hogar puede contaminar agua que antes era potable. Por esos motivos, muchas de las personas que tienen acceso a fuentes mejoradas de agua gracias a tuberías, pozos protegidos y otras fuentes mejoradas aún consumen, de hecho, agua contaminada (OMS, 2007).

En todo momento, cerca de la mitad de las personas que viven en países en desarrollo sufren de uno o más síntomas de las principales enfermedades asociadas con el suministro inadecuado de agua y la falta de saneamiento, como la diarrea, la dracunculosis, el tracoma y la esquistosomosis (PNUD, 2006). La diarrea ocupa el primer lugar entre las enfermedades infecciosas que causan la muerte o enfermedad, y cada año mata a más personas que la tuberculosis o el paludismo.

Las pruebas obtenidas mediante la investigación y la experiencia adquirida a través de la implementación sugieren que el TANDAS:

- Mejora radicalmente la calidad microbiológica del agua
- Reduce significativamente la diarrea
- Es uno de los programas más eficaces de intervención en cuanto a agua, saneamiento e higiene
- Es altamente rentable
- Se puede poner en práctica con rapidez y puede ser adoptado por poblaciones vulnerables

En esta sección, se define el tratamiento del agua a nivel domiciliar y el almacenamiento seguro, y se presentan las pruebas de su eficacia. También se abordan las circunstancias en las cuales el TANDAS es más adecuado y cómo contribuye a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

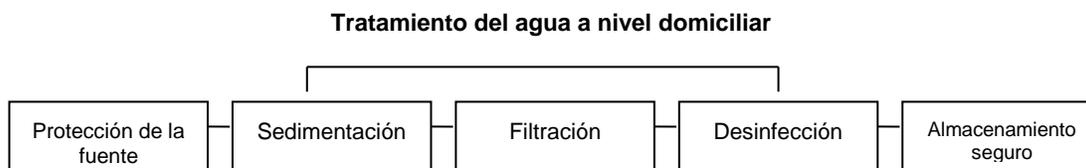
### 1.1 ¿Qué es el tratamiento del agua a nivel domiciliar y su almacenamiento seguro (TANDAS)?

Los enfoques orientados al tratamiento del agua a nivel domiciliar y a su almacenamiento seguro también son conocidos como tratamientos del agua en el punto de consumo (PDC). Los miembros de una familia juntan agua, preferentemente agua que provenga de una fuente mejorada, y luego la tratan y la almacenan en sus hogares.

La utilización de un enfoque de barreras múltiples es la mejor forma de reducir el riesgo de consumir agua que no sea segura. Cada instancia del proceso, desde la protección de la fuente, el tratamiento del agua hasta el almacenamiento seguro, ayuda a reducir gradualmente

los riesgos para la salud. Los sistemas comunitarios y los domiciliarios siguen el mismo proceso básico de tratamiento del agua: la sedimentación, la filtración y la desinfección. La principal diferencia es la escala de los sistemas utilizados por los individuos y las comunidades.

**Gráfico 1.1: Enfoque de barreras múltiples para obtener agua potable**



Entre las tecnologías de tratamiento del agua a nivel domiciliario que se abordarán en la sección 2 se incluyen: la sedimentación (asentamiento, coagulación), la filtración (filtración a través de una tela, filtros de bioarena, filtros de cerámica, filtros de membrana) y la desinfección (cloro, solar, ultravioleta, pasteurización, hervido).

Muchos países no cuentan con el dinero y los recursos necesarios para construir, operar y mantener un sistema de tratamiento de agua a nivel comunitario. Para alcanzar el ODM en cuanto al agua segura utilizando sistemas comunitarios se necesitaría una inversión de decenas de miles de millones de dólares por año para conectar los hogares (Hutton y Bartram, 2008).

La principal ventaja del tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS) es que puede ser adoptado de inmediato en los hogares de familias de bajos recursos para mejorar la calidad del agua que consumen. Se ha comprobado que es una forma eficaz de prevenir enfermedades relacionadas con el consumo de agua no potable. El TANDAS permite que las personas se hagan responsables de la calidad del agua que consumen al ser ellos mismos quienes la tratan y la almacenan de forma segura.

El TANDAS también es menos costoso, es más adecuado para tratar volúmenes de agua pequeños y representa un punto de partida para la educación sobre higiene y saneamiento. Hay un rango amplio de tecnologías simples para el TANDAS que proporcionan un abanico de opciones basado en lo que sea más adecuado y asequible para cada hogar. Mediante la adopción del TANDAS, los hogares están facultados para hacerse cargo de la calidad del agua.

Algunas de las limitaciones del TANDAS son que es necesario que las familias estén informadas sobre la operación y el mantenimiento de los dispositivos y que es necesario incentivarlas para que utilicen la tecnología de manera correcta. Asimismo, la mayor parte de las tecnologías de TANDAS están diseñadas para eliminar los agentes patógenos más que las sustancias químicas. Hay tecnologías para uso a nivel domiciliario que son capaces de eliminar sustancias como el hierro, el manganeso, olores indeseables y la turbidez, y en muchos casos es necesario reducir la presencia de esos elementos antes de llevar a cabo cualquier proceso de remoción de agentes patógenos.

Cada vez más investigaciones indican que el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS):

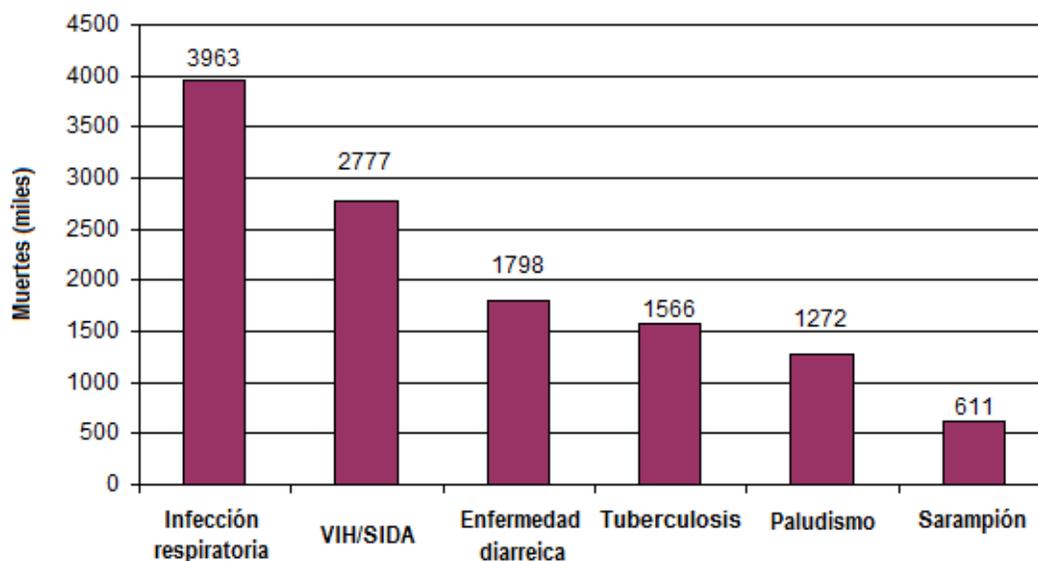
- Mejora radicalmente la calidad microbiológica del agua
- Reduce significativamente los casos de diarrea
- Es uno de los programas más eficaces de intervención en cuanto a agua, saneamiento e higiene
- Es altamente rentable
- Se puede poner en práctica con rapidez y puede ser adoptado por poblaciones vulnerables

(OMS, 2007)

## 1.2 Prevención de la diarrea

La diarrea lidera la lista de afecciones que causan la muerte o enfermedad. Por año, mata a 1,8 millones de personas y ocasiona 4000 millones de casos de enfermedad. El 90% de las muertes por diarrea se dan en niños menores de cinco años, principalmente en países en desarrollo (OMS, 2004).

**Gráfico 1.2.1: Principales causas de muerte por enfermedades infecciosas**



(OMS, 2004)

Por cada niño que muere, muchos otros padecen de problemas de salud y pierden oportunidades de educación que conducen a la pobreza en la adultez. Cada episodio de diarrea reduce la absorción de calorías y nutrientes, lo cual obstaculiza el crecimiento y el desarrollo. El PNUD (2006) calcula que las parasitosis afectan el potencial de aprendizaje de

más de 150 millones de niños y que las enfermedades relacionadas con el agua causan la pérdida de 443 millones de días lectivos por año.

Disponer de agua potable es esencial para revertir el ciclo de desigualdad y pobreza, ya que mejora la salud, la habilidad para ir a la escuela y la fortaleza para trabajar. La OMS estima que es posible prevenir el 94% de los casos de diarrea mediante modificaciones en el entorno, lo que incluye realizar intervenciones para incrementar la disponibilidad de agua limpia y para mejorar el saneamiento y la higiene (Prüss-Üstün y Corvalan, 2006).

Además, Fewtrell *et al.* (2005) realizaron una revisión sistemática y llegó a la conclusión de que los episodios de diarrea se reducen un 25% si se mejora el suministro de agua (p. ej. incrementar el acceso a más agua posibilita que mejore la higiene), 32% si se mejora el saneamiento, 45% mediante el lavado de manos y 39% mediante el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro.

Una revisión sistemática más reciente de estudios clínicos comparativos confirmó el rol clave que podrían tener las intervenciones del PDC a nivel domiciliario para reducir los episodios de diarrea. Los autores informaron una reducción de la muerte por diarrea a casi la mitad, en promedio. En algunos estudios incluso hubo descensos del 70% o más (Clasen *et al.*, 2006).

"Cada vez se comprende mejor que los enfoques simples basados en el hogar que buscan asegurar la potabilidad del agua deberían incorporarse a las estrategias a nivel nacional para reducir las enfermedades transmitidas por el agua".

(OMS, 2007)

**Gráfico 1.2.2: Prevención de la diarrea**

Cifra anual de muertes de niños menores de cinco años

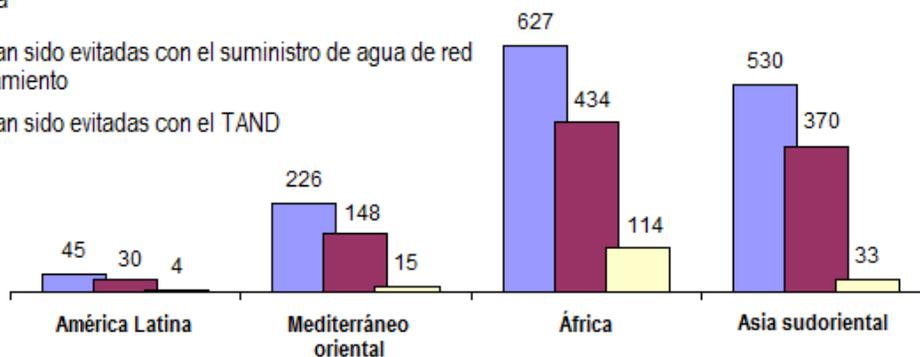
2002

(miles)

■ por diarrea

■ que habrían sido evitadas con el suministro de agua de red y el saneamiento

□ que habrían sido evitadas con el TAND



(Adaptado de OMS, 2004)

### 1.3 Llegar a los más vulnerables

Muchas personas se encuentran entre los grupos más vulnerables y resulta difícil llegar a ellas: familias que viven en zonas rurales remotas o en barrios marginales, familias desplazadas por la guerra y la hambruna, y familias atrapadas en el círculo vicioso de pobreza y muerte, para quienes consumir agua de fuentes mejoradas podría representar una salida.

En millones de hogares carenciados, el uso diario de agua puede variar temporal o estacionalmente, a causa de modificaciones en la calidad y la disponibilidad del agua. La presión baja y la irregularidad del suministro de una red de agua potable hacen que las personas que viven en barrios marginales tengan que buscar una fuente alternativa, como un pozo somero. En zonas rurales, las personas podrían obtener agua de un pozo protegido o de grifos públicos durante una parte del año pero podrían verse forzadas a buscar agua a un río durante la estación seca. El uso de fuentes de agua se modifica constantemente para tener en cuenta factores como la calidad, la proximidad, el precio y la confiabilidad del agua (PNUD, 2006).

El tratamiento del agua a nivel domiciliario permite que las personas usen una amplia gama de fuentes de agua que podrían resultar más convenientes y accesibles, aunque se trate de fuentes de mala calidad, como ríos, estanques, arroyos y canales. Tratar el agua en los hogares posibilita que las personas se adapten a las variaciones temporales o estacionales del suministro de agua. En algunos casos, el TANDAS podría ser la única opción para obtener agua potable en aquellos hogares aislados y apartados.

Incluso si el agua se obtiene a partir de una fuente mejorada, podría estar expuesta a la contaminación fecal durante la recolección, el almacenamiento o el uso en el hogar. La contaminación del agua entre la fuente y el punto de consumo es un fenómeno generalizado y a menudo significativo, en particular en las áreas urbanas donde existen fuentes de agua potable (Wright *et al.*, 2004). En una evaluación realizada en 2007 por la OMS se encontró que en un país más de la mitad de las muestras de hogares mostraron que el agua se contaminó después de obtenerla. La investigación indica que tratar y almacenar el agua potable en el hogar justo antes de su consumo mejorará su calidad. El tratamiento del agua también necesita estar acompañado del almacenamiento seguro.

Para llegar a los más vulnerables, la provisión de agua potable debe estar pensada para ellos, es decir, debe ser simple, aceptable, asequible y sostenible. El tratamiento del agua a nivel domiciliario cumple con todas esas características.

Existe una amplia variedad de tecnologías y métodos simples para el tratamiento del agua a nivel domiciliario. Muchos han sido puestos a prueba y se aplican con éxito en una variedad de lugares y en poblaciones diversas. Muchas de esas tecnologías son convenientes y fáciles de usar, lo cual minimiza la necesidad de realizar cambios significativos de comportamiento en la rutina diaria y los hábitos de las personas.

Los estudios de campo revelan que el sabor y otras propiedades estéticas del agua son factores importantes en materia de aceptabilidad del agua (OMS, 2007). Todas las personas, sin importar si son ricas o pobres, quieren que el agua se vea, sepa y huelga bien. A este respecto, el tratamiento del agua a nivel domiciliario proporciona una variedad de opciones para que las personas mejoren inmediata y sistemáticamente las propiedades estéticas del agua que consumen y, al mismo tiempo, la potabiliza.

La asequibilidad afecta significativamente el uso del agua y la selección de las fuentes. Los hogares con los niveles más bajos de acceso a las fuentes de agua segura a menudo pagan por el agua mucho más que quienes están conectados a la red de agua potable. El elevado costo del agua podría forzar a las personas a recurrir a fuentes alternativas de menor calidad que representen un riesgo mayor para la salud (OMS, 2005). Por eso, el tratamiento del agua a nivel domiciliario puede ser una opción de bajo costo para que esos hogares tengan agua potable, incluso si usan fuentes contaminadas.

Además de reducir el costo del agua, el TANDAS también puede ahorrarles dinero a las personas y a los gobiernos en materia de salud. Las compensaciones de costos directos cubren ampliamente los costos de implementación de la mayoría de las intervenciones de TAND, lo cual significa que los gobiernos, que son quienes afrontan la mayor parte de esos gastos, reducirían el gasto total mediante la inversión en el tratamiento del agua en lugar de en el tratamiento de enfermedades diarreicas (Clasen y Haller, 2008).

Un informe de la OMS indica que, a nivel mundial, las intervenciones de tratamiento del agua a nivel domiciliario podrían llevar a un ahorro de hasta USD 60 por cada USD 1 invertido (Hutton y Haller, 2004).

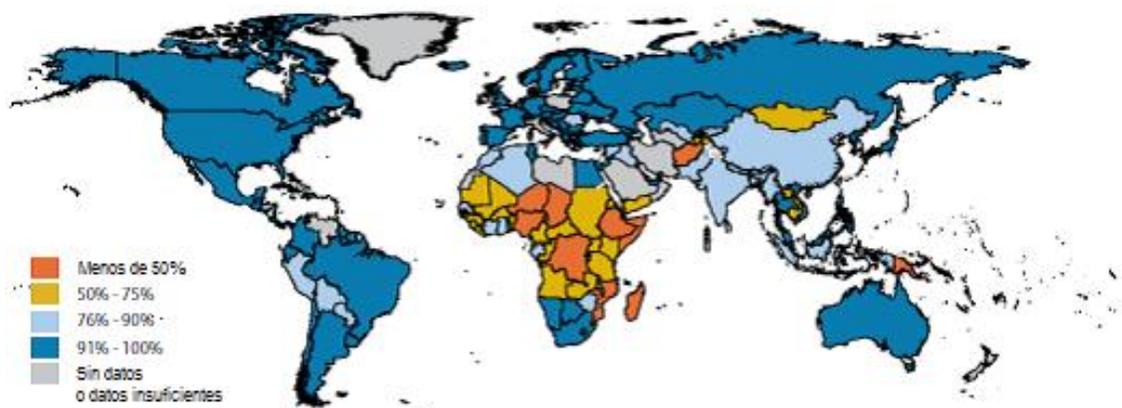
Sin embargo, llegar a los más vulnerables implica mucho más que desarrollar productos simples y asequibles para el TANDAS. Esas intervenciones son eficaces para prevenir enfermedades solo si se usan de manera correcta y sistemática. Identificar e implementar enfoques exitosos para incrementar la aceptación y el uso del TANDAS de manera sostenible es esencial para que la intervención sea generalizada y tenga éxito a largo plazo (OMS, 2007).

#### **1.4 Contribuir a alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio**

La décima meta del ODM 7 es reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable para el año 2015. Alcanzar esa meta implica abordar dos aspectos relacionados con el agua potable: la cantidad (el acceso) y la calidad (la potabilidad). El progreso en esa área es supervisado por el Programa Conjunto OMS/UNICEF de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y Saneamiento (PCM).

El PCM calcula que, a nivel mundial, 884 millones de personas no usan fuentes mejoradas de agua. Sin embargo, el porcentaje de personas en el mundo que no tienen acceso al suministro mejorado de agua se elevó del 77% en 1990 al 87% en 2008, un incremento de 1800 millones de personas. Todas las regiones del mundo han logrado reducir la proporción de personas que utilizan fuentes no mejoradas de agua. Al paso actual, se espera que se exceda la meta planteada por los ODM en cuanto al agua potable. Aun así, 672 millones de personas todavía no tendrán acceso a fuentes mejoradas de agua para el año 2015, en particular en zonas rurales (PCM de OMS/UNICEF, 2010).

**Gráfico 1.4: Cobertura mundial del agua potable, 2006**



(PCM de OMS/UNICEF, 2008)

Es importante hacer una distinción entre agua "mejorada" y "segura". El agua segura no tiene ningún rastro detectable de contaminación fecal en ninguna muestra de 100 ml y cumple con las Guías de la OMS para la calidad del agua potable (2006). Por otro lado, en el PCM de OMS/UNICEF (2010) se define al agua mejorada como aquella obtenida de una fuente que por la naturaleza de su construcción está protegida de la contaminación externa, en particular de la contaminación con materia fecal. En la tabla 1.4.1 se dan ejemplos de fuentes mejoradas de agua.

Se supone que ciertas fuentes son más seguras que otras, pero **no todas las fuentes mejoradas proveen en realidad agua segura para el consumo**. De hecho, muchas personas que tienen acceso a fuentes mejoradas aún beben agua contaminada (OMS, 2007). La contaminación puede ocurrir en la fuente o dentro de la red de agua potable. Incluso el manejo antihigiénico del agua durante el transporte o en el hogar puede contaminar agua que antes era potable.

**Tabla 1.4.1: ¿Cuáles son las fuentes mejoradas de agua?**

Fuentes mejoradas	Fuentes no mejoradas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubería o conexión que llega a la vivienda, parcela o patio</li> <li>• Grifos públicos</li> <li>• Pozo entubado/de perforación</li> <li>• Pozo excavado protegido</li> <li>• Manantial protegido</li> <li>• Recolección de agua de lluvia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pozo excavado no protegido</li> <li>• Manantial no protegido</li> <li>• Carro con pequeño tanque / tonel</li> <li>• Camión cisterna</li> <li>• Agua superficial (p. ej. río, arroyo, represa, lago, estanque)</li> <li>• Agua embotellada<sup>1</sup></li> </ul>

<sup>1</sup>Se considera que el agua embotellada es mejorada solo cuando se usa agua de otra fuente mejorada para cocinar y para higienizarse; cuando esa información no está disponible, el agua embotellada se clasifica caso por caso.

<sup>2</sup>Las instalaciones públicas o compartidas no se consideran mejoradas. (OMS/UNICEF, 2010)

El progreso en cuanto al cumplimiento del ODM sobre agua potable está dado por la proporción de hogares que usan fuentes "mejoradas". Las estadísticas sobre la cantidad de personas en el mundo que hoy en día consumen agua no potable y, como consecuencia, el progreso realizado para alcanzar las metas de los ODM, son aproximados. Las encuestas y censos realizados en los hogares por el programa conjunto OMS/UNICEF no proporcionan datos específicos relativos a la calidad del agua. Se considera que evaluar la calidad del agua mediante encuestas de salud y demográficas consume demasiado tiempo y dinero para ser práctico. En cambio, el PCM de OMS/UNICEF se basa en indicadores indirectos, como las fuentes mejoradas de agua, para evaluar la calidad del agua.

También es importante notar que las encuestas y censos en los cuales se basa el PCM miden el "uso" y no el "acceso". La proporción de la población que usa una fuente mejorada de agua es un indicador indirecto del acceso al agua mejorada. El acceso involucra muchos otros criterios adicionales además del uso, como el tiempo requerido o la distancia recorrida para obtener el agua. Algunos argumentan que el tiempo que conlleva obtener el agua también debería ser tenido en cuenta para determinar si una fuente es mejorada porque es un factor en uso (OMS/UNICEF, 2008).

Las intervenciones a nivel domiciliario pueden contribuir inmediatamente a mejorar la seguridad del agua y ayudar significativamente a alcanzar los ODM en situaciones en las que el acceso al suministro de agua está garantizado pero no está asegurada la calidad del agua (OMS, 2007).

Las dos principales encuestas a hogares usadas por el PCM incluyen preguntas sobre el tratamiento del agua a nivel domiciliario. El objetivo de las preguntas es saber si el agua se trata dentro del hogar y, en caso afirmativo, qué tipo de tratamiento se usa. Las preguntas dan indicios sobre la calidad del agua que se consume en el hogar. Los resultados obtenidos en encuestas recientes llevadas a cabo en 35 países muestran que se utilizan diversos métodos de tratamiento. Es posible obtener pruebas adicionales y llevar a cabo un análisis de tendencia a medida que se dispone de más encuestas (OMS/UNICEF, 2008).

Como se muestra en la siguiente tabla, la problemática del agua potable es un asunto complejo que está interrelacionado con el cumplimiento de otras metas establecidas en los ODM, desde la reducción de la pobreza extrema, pasando por la igualdad de género, hasta la salud y la educación. La falta de progreso en el logro de la meta en materia de agua potable impedirá que se avance en todas las otras áreas.

**Tabla 1.4.2: El agua potable y los Objetivos de Desarrollo del Milenio**

Objetivos de Desarrollo del Milenio	Importancia del agua potable
Objetivo 1: Erradicar la pobreza extrema y el hambre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de agua limpia es una de las principales causas de la pobreza y la desnutrición</li> <li>• Las enfermedades y la pérdida de productividad asociadas al agua y al saneamiento en los países en desarrollo presentan un 2% del PIB</li> <li>• En los hogares más pobres se paga hasta 10 veces más por el agua que en los hogares adinerados</li> </ul>
Objetivo 2: Lograr la enseñanza primaria universal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Millones de niñas no van a la escuela porque deben recolectar agua y transportarla por grandes distancias, lo cual las condena a un futuro de analfabetismo y opciones restringidas</li> <li>• Las enfermedades relacionadas con el agua, como la diarrea y las parasitosis, hacen que se pierdan 443 millones de días lectivos por año y disminuyen la capacidad de aprendizaje</li> <li>• La ausencia de saneamiento adecuado y de agua en las escuelas es una de las razones clave por las que las niñas dejan la escuela</li> <li>• Las parasitosis que se transmiten a través del agua contaminada y de la falta de saneamiento afectan negativamente la capacidad de aprendizaje de más de 150 millones de niños</li> </ul>
Objetivo 3: Promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de la mujer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las mujeres cargan con la mayor parte de la responsabilidad de recolectar agua, una de las principales causas de falta de tiempo</li> <li>• El tiempo que pasan cuidando a los niños cuando se enferman por el agua contaminada les quita oportunidades para abocarse al trabajo productivo</li> </ul>
Objetivo 4: Reducir la mortalidad infantil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El agua contaminada causa la gran mayoría de las 1,8 millones de muertes de niños por año por diarrea, lo cual la convierte en la segunda causa de mortalidad infantil</li> <li>• El acceso al agua limpia puede reducir hasta un 50% el riesgo de muerte en niños</li> </ul>
Objetivo 5: Mejorar la salud materna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El suministro de agua potable reduce la incidencia de las enfermedades y afecciones que afectan la salud materna y contribuyen a la mortalidad de las madres, como la anemia, la falta de vitaminas y el tracoma</li> </ul>
Objetivo 6: Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El acceso inadecuado al agua restringe las oportunidades de higienizarse y expone a las personas con VIH/SIDA a mayores riesgos de infección</li> <li>• Las madres infectadas con VIH/SIDA necesitan agua potable para preparar leche maternizada</li> </ul>

(Adaptado de PNUD, 2006)

## 1.5 Resumen de mensajes clave

- El tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS) es un componente esencial de una estrategia mundial para proveer agua segura a 884 millones de personas que hoy en día carecen de ella y a otras tantas que sufren de la contaminación de las fuentes mejoradas de agua.
- La investigación y la experiencia adquirida a través de la implementación sugieren que el TANDAS:
  - Mejora radicalmente la calidad microbiológica del agua
  - Reduce significativamente la diarrea
  - Es uno de los programas más eficaces de intervención en cuanto a agua, saneamiento e higiene
  - Es altamente rentable
  - Se puede poner en práctica con rapidez y puede ser adoptado por poblaciones vulnerables
- Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) se proponen reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable para el año 2015. Aunque se ha avanzado, las tendencias actuales muestran que aun así cientos de millones de personas no tendrán acceso a fuentes mejoradas de agua para la fecha límite.
- Hay una diferencia entre agua "mejorada" y "segura". No todas las fuentes mejoradas proporcionan en realidad agua segura para el consumo. De hecho, muchas personas que tienen acceso a fuentes mejoradas aún beben agua contaminada.
- Proveer agua segura y confiable, y conectar a los hogares a la red de agua es un objetivo primordial. Sin embargo, no siempre se cuenta con el dinero y los recursos necesarios para construir, operar y mantener un sistema de suministro de agua a nivel comunitario. El TANDAS puede proporcionar los beneficios del agua potable en materia de salud mientras que se avanza a nivel de infraestructura.
- El TANDAS debería estar orientado hacia los más vulnerables, entre ellos:
  - Personas con sistemas inmunitarios debilitados o subdesarrollados, como niños menores de cinco años, personas mayores, pacientes con VIH/SIDA
  - Personas con alta exposición al agua contaminada, como familias que viven en zonas rurales remotas o en barrios marginales, o quienes han sido desplazados por la guerra y la hambruna
- El TANDAS es altamente rentable en comparación con intervenciones convencionales de suministro de agua. Además de reducir el costo del agua, el TANDAS también puede ahorrarles dinero a las personas y a los gobiernos en materia de salud. Si se tiene en cuenta el ahorro de costos en materia de salud, los gobiernos podrían reducir el gasto total mediante la inversión en TANDAS en lugar de tratar las enfermedades diarreicas.

- Para aprovechar al máximo el potencial del TANDAS es esencial que las tecnologías funcionen bien y que sean asequibles. También es necesario que lleguen a las personas más vulnerables (cobertura) y que aprendan a utilizarlas de manera correcta y consistente a largo plazo (adopción).

## 2 La contaminación del agua y las opciones para el TANDAS

La primera prioridad es asegurarse de que el agua no contenga agentes patógenos que causen enfermedades, aunque hay diversas sustancias químicas y contaminantes físicos que también podrían ser dañinos para los seres humanos. El tratamiento del agua a nivel domiciliario está orientado, ante todo, a eliminar los agentes patógenos, la amenaza más grande para la salud pública.

La utilización del enfoque de barreras múltiples es la mejor forma de reducir el riesgo de consumir agua que no sea segura. Cada instancia del proceso, desde la protección de la fuente, el tratamiento del agua hasta el almacenamiento seguro, ayuda a reducir gradualmente los riesgos para la salud. Los sistemas comunitarios y los domiciliarios siguen el mismo proceso básico de tratamiento del agua: sedimentación, filtración y desinfección.

En la mayoría de los casos, las personas se centran sobre una opción de TANDAS en particular en lugar de considerar el proceso de tratamiento del agua en su totalidad. Si bien cada tecnología puede mejorar gradualmente la calidad del agua, el enfoque de barreras múltiples es primordial para proveer la mejor calidad de agua posible.

Muchas personas solo pretenden que se les indique cuál es el "mejor" método de tratamiento. Lamentablemente, no existe una solución fácil para esta problemática pues hay muchos factores para tener en cuenta, como la eficacia del tratamiento, la adecuación, la aceptabilidad, la asequibilidad y los requisitos para su implementación. Cada uno de los criterios de selección mencionados se describen en detalle en esta sección.

Para seleccionar la opción más adecuada, los ejecutores necesitan saber sobre la calidad del agua, así como sobre el funcionamiento de las distintas opciones y su eficacia contra distintos contaminantes. En esta sección se abordan los distintos contaminantes biológicos, químicos y físicos encontrados frecuentemente en el agua no potable. También, en el apéndice B, se proveen hojas informativas detalladas que resumen la experiencia de campo y las pruebas obtenidas mediante investigación sobre la operación y la eficacia de tratamiento de diversas opciones de TANDAS.

### 2.1 ¿Qué cantidad de agua necesitan las personas?

Todos necesitamos agua para realizar actividades básicas: beber, asearnos, cocinar, lavar la ropa y limpiar. No existe una regla sobre cuánta cantidad necesita cada uno. En promedio, una persona necesita beber de 2 a 4,5 litros de agua por día solo para sobrevivir; la cantidad mayor se indica para aquellas personas que realizan trabajo manual en climas cálidos. Las mujeres que amamantan y realizan aunque sea actividad física moderada deberían beber alrededor de 5,5 litros de agua por día, e incluso podrían necesitar hasta 7,5 litros si trabajan en climas cálidos (OMS, 2003).

En total, las personas deberían contar con al menos 20 litros de agua segura por día para poder satisfacer sus necesidades básicas de consumo e higiene personal. Por debajo de esa cantidad las personas se ven limitadas en la capacidad para mantener su bienestar físico y la dignidad que conlleva estar limpio. Esa cantidad es el requerimiento mínimo para respetar el derecho de acceso al agua y el objetivo mínimo para los gobiernos. Si se tienen en cuenta las

necesidades de aseo y lavado de ropa, el umbral por persona asciende a 50 litros por día (PNUD, 2006).

Las aproximadamente 884 millones de personas del mundo que viven a más de 1 kilómetro de una fuente de agua usan a menudo menos de 5 litros de agua no segura por día (PNUD, 2006).

Cada persona debería contar con al menos 20 litros de agua por día para satisfacer sus necesidades básicas.

## 2.2 ¿Qué es el agua segura?

A medida que el agua realiza su ciclo, recoge naturalmente muchas cosas en el camino. Por naturaleza, la calidad del agua varía de acuerdo con el lugar, las estaciones o los tipos de rocas y suelo que atraviesa.

El agua también se puede contaminar a causa de las actividades de los seres humanos, como la defecación al aire libre, el manejo inadecuado de las aguas residuales, la basura, las prácticas agrícolas incorrectas (p. ej. el uso de fertilizantes o pesticidas cerca de fuentes de agua) y los derrames de sustancias químicas en zonas industriales. En los países en desarrollo, el 75% de todos los desechos industriales y hasta el 95% de las aguas negras se desechan sin ningún tratamiento en fuentes de agua (Carty, 1991).

Aunque el agua sea cristalina, no significa necesariamente que es apta para el consumo. Es importante analizar la potabilidad del agua en función de los siguientes aspectos:

1. **Biológico:** bacterias, virus, protozoos y gusanos
2. **Químico:** minerales, metales y sustancias químicas
3. **Físico:** temperatura, color, olor, sabor y turbidez

Cada tecnología de tratamiento elimina distintos tipos de contaminantes. Conocer la calidad del agua local y sus contaminantes influirá en la selección de las opciones adecuadas para el tratamiento. El tratamiento del agua a nivel domiciliario se centra sobre la remoción de agentes patógenos. Sin embargo, algunos de los tratamientos disponibles también eliminan sustancias químicas y mejoran el aspecto físico del agua.

### Microbiología versus Epidemiología

**Microbiología:** el estudio de aquellos organismos que son demasiado pequeños para el ojo humano, como las bacterias, los virus y los protozoos.

**Epidemiología:** el estudio de las causas, la distribución y el control de las enfermedades en una población. Está orientada hacia los grupos más que hacia los individuos. La epidemiología se desarrolló a partir de la búsqueda de las causas de las enfermedades de los seres humanos durante el siglo XIX. Uno de sus principales objetivos es identificar los grupos de alto riesgo para determinada enfermedad, para así identificar la causa y tomar medidas preventivas. Los epidemiólogos usan sus conocimientos de microbiología cuando estudian las enfermedades.

### 2.2.1 Aspecto biológico

Por naturaleza el agua contiene muchos seres vivos. La mayoría son inofensivos o incluso beneficiosos, pero otros pueden causar enfermedades. A los seres vivos que causan enfermedades se los denomina **agentes patógenos**. También se los conoce por otros nombres, como microorganismos, microbios o virus, según la zona o país.

Existen cuatro categorías de agentes patógenos: **bacterias, virus, protozoos y helmintos**. En las siguientes secciones se abordará la microbiología y la epidemiología de cada uno de ellos.

**Tabla 2.2.1: Enfermedades relacionadas con el agua**

Tipo	Forma de transmisión	Enfermedades	Prevención
Transmisión por consumo	Beber agua con agentes patógenos	Diarrea, cólera, fiebre tifoidea, sigelosis, hepatitis A y E	Mejorar la calidad del agua mediante la remoción o la eliminación de los agentes patógenos.
Transmisión relacionada con la higiene	Los agentes patógenos entran en contacto con la piel o los ojos	Tracoma, sarna	Proveer el agua necesaria para el aseo básico. Mejorar las prácticas básicas de aseo.
Transmisión basada en el agua	Los agentes patógenos atraviesan la piel	Esquistosomosis, dracunculosis	No bañarse o nadar en aguas contaminadas. Mejorar la calidad del agua mediante la remoción o la eliminación de los agentes patógenos.
Transmisión por un insecto vector	Los agentes patógenos son transmitidos por insectos que se reproducen o viven en el agua, como los mosquitos	Malaria, dengue, fiebre amarilla, filariasis, oncocercosis, tripanosomosis africana	Evitar que los insectos se reproduzcan en el agua. Usar pesticidas para combatir los insectos. Usar mallas de tul y ropa de manga larga para prevenir las picaduras.

#### 2.2.1.1 Bacterias patógenas

Las bacterias son organismos unicelulares muy pequeños que están presentes en todas partes y son los seres vivos que más frecuentemente se encuentran en las heces de los seres humanos y de los animales. Beber agua que contiene heces es la principal causa de las enfermedades relacionadas con el agua.

La **diarrea** es uno de los principales síntomas de las enfermedades más comunes causadas por bacterias patógenas, como el **cólera**, la **sigelosis** (también llamada disentería bacilar) y la **fiebre tifoidea**. Alrededor de 1,8 millones de personas mueren por año a causa de enfermedades diarreicas, de las cuales el 90% son niños menores de cinco años (OMS/UNICEF, 2008).

El cólera ya no es un problema en países que tienen estándares básicos relativos al agua, la higiene y el saneamiento. Sin embargo, continúa siendo un problema en zonas donde el acceso al agua potable y las prácticas adecuadas de saneamiento son limitadas. Casi todos los países en desarrollo tienen brotes de cólera o la amenaza latente de una epidemia de cólera (OMS, 2007).

La fiebre tifoidea también es frecuente en aquellos lugares que no tienen agua potable o saneamiento adecuado. Se estima que hay 17 millones de casos de fiebre tifoidea en el mundo, que causan 600.000 muertes (OMS, 2007).

### **2.2.1.2 Virus patógenos**

Los virus son los microorganismos más pequeños. No pueden reproducirse por sí mismos y por eso usan a otro ser vivo para reproducirse. Estudiar a los virus es difícil y costoso, por eso se sabe menos sobre ellos, en comparación con otros agentes patógenos.

Algunos de los virus patógenos presentes en el agua pueden causar **hepatitis A** y **hepatitis E**. La hepatitis A es una enfermedad común en los países en desarrollo, donde más de 1,5 millones de personas se enferman por año (OMS, 2004).

Otros virus son transmitidos por ciertos mosquitos, que se reproducen o viven en el agua. Por ejemplo, esos insectos pueden diseminar enfermedades víricas como el **dengue**, la **encefalitis japonesa** o la **encefalitis del Nilo Occidental**. La mayoría de esas enfermedades ocurren en zonas tropicales donde hay agua estancada que permite que los mosquitos se reproduzcan.

El agua no transmite el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) ni otros virus que causan un resfriado leve. El agua no es un entorno adecuado para que esos virus sobrevivan.

### **2.2.1.3 Protozoos patógenos**

Los protozoos son más grandes que las bacterias y los virus. Algunos protozoos son parásitos que necesitan un anfitrión vivo para sobrevivir. Debilitan al anfitrión pues usan su comida y energía, dañan sus órganos internos o causan reacciones inmunitarias.

Las **amebas**, el **criptosporidio** y la **giardia** son algunos de los protozoos patógenos presentes en el agua, principalmente en países tropicales. La amibiasis es la enfermedad más frecuente y afecta a alrededor de 500 millones de personas por año.

Algunos protozoos, como el criptosporidio, son capaces de formar quistes que les permiten mantenerse con vida sin un anfitrión y sobrevivir en ambientes adversos. Los quistes de protozoos se activan cuando las condiciones del entorno son óptimas para su desarrollo.

El paludismo es otra enfermedad protozoica transmitida por mosquitos. Aproximadamente 1,3 millones de personas mueren por año a causa del paludismo, de los cuales el 90% son niños menores de cinco años. Por año se registran 396 millones de casos de paludismo, la mayoría en el África subsahariana (OMS, 2004).

### **2.2.1.4 Helmintos patógenos**

Los helmintos son gusanos. Los helmintos patógenos usualmente se transmiten a través de las heces humanas y animales. Algunos pasan parte de sus vidas en anfitriones acuáticos antes de pasar a los seres humanos a través de la piel. En otros casos, la transmisión ocurre por ingestión o por vectores como los mosquitos. Muchos helmintos pueden vivir durante varios años en el cuerpo humano. Según la OMS, se estima que 133 millones de personas están infectadas con helmintos y cerca de 9400 mueren por año (OMS, 2000).

Los tipos de helmintos patógenos más comunes que causan enfermedades en los países en desarrollo son los **nematodos**, **platelmintos**, **anquilostomas** y **dracuncullos**. La

**esquistosomosis**, también conocida como bilharzia, es causada por el platelminto trematodo *Schistosoma*. Esa enfermedad afecta a alrededor de 200 millones de personas en todo el mundo y causa diversos síntomas. La esquistosomosis está asociada por lo general a proyectos hídricos de gran envergadura, como la construcción de represas y canales de riego, que proporcionan el ambiente ideal para que el gusano se reproduzca.

### 2.2.1.5 Dosis infectante

Se denomina dosis infectante al número mínimo de agentes patógenos necesarios para que una persona se enferme. La presencia de agentes patógenos en el agua no siempre hace que alguien se enferme. La dosis infectante es diferente según cada tipo de patógeno. En general, las bacterias tienen una dosis infectante mayor que los virus, los protozoos y los helmintos. Por eso, con algunas bacterias es necesario ingerir una mayor cantidad para enfermarse, en comparación con otros agentes patógenos.

En los lactantes, los niños, los enfermos y los ancianos la dosis infectante por lo general es menor que en un adulto promedio, lo cual significa que para ellos el riesgo es mayor y tienen más probabilidades de morir a causa de enfermedades relacionadas con el agua. Más del 90% de las muertes causadas por enfermedades diarreicas en los países en desarrollo ocurren en niños menores de 5 años (OMS, 2007).

**Tabla 2.2.2: Dosis de microorganismos necesaria para producir una infección en humanos DI50<sup>1</sup>**

Enfermedad	Patógeno	Tipo de patógeno	Dosis infectante
Sigelosis	<i>Shigella spp.</i>	Bacteria	10 - 1000
Fiebre tifoidea	<i>Salmonella typhi</i>	Bacteria	100.000
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	Bacteria	100.000.000

(Adaptado de Ryan *et al.*, 2003)

### 2.2.1.6 Organismos indicadores

Analizar la presencia de cada agente patógeno en el agua lleva mucho tiempo, es complicado y costoso. Como alternativa, se utiliza la presencia o ausencia de ciertos indicadores microbiológicos para determinar la potabilidad del agua, sobre todo porque no hay técnicas de análisis de rutina disponibles para detectar virus, protozoos y helmintos. Se ha concluido que los indicadores microbiológicos son más baratos, más fáciles de poner en práctica y dan resultados más rápidos que los análisis de agentes patógenos específicos.

No existe un indicador universal que asegure que el agua está libre de agentes patógenos, pero hay una diversa cantidad de indicadores, cada uno con ciertas características. Las bacterias coliformes son las más usadas como indicadores ya que se presentan en grandes cantidades, lo que las hace más fáciles de detectar en una muestra de agua.

Según las Guías de la OMS para la calidad del agua potable (2006), se recomienda usar la bacteria *Escherichia coli* (también conocida como *E. coli*) como organismo indicador de

<sup>1</sup>La dosis infectante es la dosis necesaria para causar una enfermedad en el 50% de los individuos expuestos, por eso se la llama DI50. Estos valores deberían tomarse con precaución y no pueden ser usados directamente para evaluar el riesgo pues usualmente se extrapolan a partir de investigaciones epidemiológicas, estimaciones óptimas obtenidas a partir de una base de datos de brotes limitada, estimaciones más desfavorables y otras variables complejas (EE.UU., FDA).

contaminación fecal. En muchas circunstancias, en lugar de *E. coli* puede analizarse la presencia de bacterias coliformes termotolerantes. Según las Guías de la OMS, el agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores. Para más información sobre las Guías de la OMS para la calidad del agua potable, véase la sección 3.4.

### 2.2.2 Aspecto químico

Es posible que el agua también contenga sustancias químicas que pueden ser beneficiosas o dañinas para la salud. Hay distintas formas en las que las sustancias químicas se mezclan con el agua. Algunas sustancias se encuentran por naturaleza en el agua subterránea, como el arsénico, el fluoruro, el sulfuro, el calcio y el magnesio. Las actividades humanas como la agricultura, la industria y la vida cotidiana también pueden incorporar al agua sustancias químicas como el nitrógeno, el fósforo y pesticidas. En muchos países se registra un alza en la actividad industrial sin que se cumplan estrictamente normas y regulaciones sobre medioambiente. En consecuencia, las fuentes de agua están cada vez más contaminadas con desechos químicos industriales.

Es posible que el agua contenga muchas sustancias químicas, pero solo algunas hacen que las personas se enfermen enseguida. Solo unas pocas sustancias químicas pueden traer problemas de salud después de una única exposición, a menos que ocurra una contaminación accidental a gran escala de las fuentes de agua potable (OMS, 2006). Los principales problemas son las sustancias químicas que causan enfermedades a causa del consumo prolongado.

Aunque el agua puede contener muchas sustancias químicas, solo unas pocas tienen efectos nocivos para la salud en gran magnitud. El arsénico y el fluoruro son usualmente las sustancias químicas que más preocupan. Otras, como los nitratos y los nitritos también podrían ser un problema en ciertas situaciones (OMS, 2006).

Las tecnologías de tratamiento del agua a nivel domiciliario se orientan por lo general a mejorar la calidad microbiológica del agua y podrían no ser capaces de eliminar los contaminantes químicos. Por lo tanto, analizar la calidad del agua en la fuente puede ayudar a identificar cuál es la tecnología de tratamiento domiciliario más eficaz y apropiada para una zona en particular.

Si bien la contaminación microbiológica es la amenaza más importante en términos de salud pública, la contaminación química también puede ser una preocupación de importancia en algunos casos. El agua puede estar contaminada químicamente por causas naturales (p. ej. arsénico, fluoruro) o por la actividad humana (p. ej. nitrato, metales pesados, pesticidas).

(UNICEF, 2008)

#### 2.2.2.1 Arsénico

El **arsénico** está presente de forma natural en el agua subterránea y en algunas aguas superficiales. Es uno de los principales problemas en materia de sustancias químicas en los países en desarrollo. Según la OMS, el arsénico es una sustancia a la que debe darse una prioridad alta en el análisis de fuentes de agua de consumo (OMS, 2006).

Es posible encontrar concentraciones altas de arsénico de forma natural en agua de pozos profundos en más de 30 países, entre ellos la India, Nepal, Bangladés, Indonesia, Camboya,

Vietnam, Laos, México, Nicaragua, El Salvador y Brasil. Se calcula que solo en Asia del Sur 60 a 100 millones de personas se ven afectadas por concentraciones inseguras de arsénico en el agua de consumo. Bangladés es el país más afectado, donde 35 a 60 millones de sus 130 millones de habitantes están expuestos a agua contaminada con arsénico. Es posible que se encuentren otras zonas contaminadas con arsénico a medida que se realizan más análisis.

El arsénico es tóxico. Por eso, si las personas beben agua o consumen alimentos contaminados con arsénico durante varios años, desarrollan un problema de salud crónico llamado arsenicosis. Según el PNUD (2006), se prevé que durante los próximos 50 años habrá unas 300.000 muertes por cáncer asociado al arsénico y 2,5 millones de casos de intoxicación con arsénico.

En la actualidad no existe una cura eficaz para la intoxicación con arsénico. Sin embargo, es posible revertir los efectos nocivos para la salud en las primeras etapas al eliminar la exposición al arsénico. El único método de prevención es beber agua que esté dentro de los parámetros seguros de contenido de arsénico. Hay distintas tecnologías de TAND que eliminan el arsénico del agua hasta niveles seguros.

En el **apéndice A "Hojas informativas sobre contaminantes químicos del agua"** se proporciona más información sobre el arsénico.

### **2.2.2.2 Fluoruro**

El fluoruro también está presente de forma natural en el agua subterránea y en algunas aguas superficiales.

Es posible encontrar concentraciones altas de fluoruro de forma natural en muchas partes del mundo, entre ellas el África, el Mediterráneo oriental y en Asia Meridional. Una de las áreas con concentraciones altas de fluoruro más conocidas se extiende desde Turquía, pasando por Iraq, Irán, Afganistán, la India, el norte de Tailandia hasta China. Es posible que se encuentren otras zonas contaminadas con fluoruro a medida que se realizan más análisis.

En general, el fluoruro en poca cantidad es bueno para los dientes. Pero concentraciones elevadas a lo largo del tiempo pueden dañar los dientes y hacer que cambien de color y se corroan. Con el tiempo, el fluoruro se puede acumular en los huesos y causar daño óseo incapacitante. Los lactantes y los niños están más en riesgo porque sus cuerpos todavía están creciendo y desarrollándose.

En la actualidad no existe una cura eficaz para la intoxicación con fluoruro. El único método de prevención es beber agua que esté dentro de los parámetros seguros de contenido de fluoruro. Hoy en día se están desarrollando tecnologías de TAND capaces de eliminar el fluoruro del agua. Sin embargo, se necesita investigar más para hallar un método simple, asequible y con disponibilidad local que pueda ser usado con facilidad en los hogares.

En el **apéndice A "Hojas informativas sobre contaminantes químicos del agua"** se proporciona más información sobre el fluoruro.

### **2.2.2.3 Nitrato y nitrito**

El nitrato y el nitrito están presentes de forma natural en el medio ambiente. El nitrato se utiliza usualmente en fertilizantes y para la agricultura, y el nitrito se usa en conservantes de alimentos, en particular para la carne procesada.

Por lo general, la presencia de nitrato en el agua subterránea y en el agua de superficie es baja, pero puede alcanzar niveles elevados si hay filtración o escorrentía de fertilizantes o contaminación por heces humanas o animales (OMS, 2006). Los niveles elevados de nitrato se asocian con frecuencia a niveles elevados de contaminación microbiológica pues los nitratos podrían provenir de las heces.

El exceso de nitrato y de nitrito puede causar metahemoglobinemia, generalmente llamado síndrome del bebé azul. Esa enfermedad se da en lactantes alimentados por biberón con leche maternizada preparada con agua. Hace que tengan dificultad para respirar y que la piel se torne azul a causa de la falta de oxígeno. Es una enfermedad grave que en ocasiones puede provocar la muerte.

En el **apéndice A "Hojas informativas sobre contaminantes químicos del agua"** se proporciona más información sobre el nitrato y el nitrito.

#### **2.2.2.4 Hierro**

El hierro está presente de forma natural en el agua subterránea y en algunas aguas superficiales (como riachuelos, ríos y algunos pozos excavados a mano). En algunas partes del mundo, el agua subterránea tiene por naturaleza niveles altos de hierro. El hierro también traspasa al agua de consumo a causa del acero oxidado y las tuberías de hierro fundido que se corroen.

Las personas no se enferman por beber agua con niveles elevados de hierro. Sin embargo, el hierro puede hacer que el agua se torne anaranjada y que por eso las personas no la usen y elijan en cambio otra fuente de agua, posiblemente contaminada.

El hierro es un fastidio; niveles elevados de ese metal pueden causar olor y sabor desagradables y manchar los alimentos cocidos, las tuberías y la ropa lavada. Asimismo, algunos tipos de bacterias se alimentan de hierro y dejan sedimentos viscosos rojos que pueden obstruir las tuberías de agua.

En el **apéndice A "Hojas informativas sobre contaminantes químicos del agua"** se proporciona más información sobre el hierro.

#### **2.2.2.5 Manganeso**

El manganeso está presente de forma natural en el agua subterránea y en el agua superficial, y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Sin embargo, las actividades de los seres humanos también podrían ser responsables de la contaminación del agua con manganeso en algunas zonas.

Las personas necesitan pequeñas cantidades de manganeso para mantenerse saludables y los alimentos son la mayor fuente para los seres humanos. Sin embargo, el exceso o la falta de manganeso podría causar efectos adversos para la salud.

El manganeso trae problemas similares a los del hierro. El exceso de manganeso puede hacer que el agua se torne negruzca y que por eso las personas no la usen y elijan en cambio otra fuente de agua, posiblemente contaminada. También hace que el agua tenga un sabor desagradable, mancha las tuberías y la ropa lavada, y también forma capas en las tuberías.

Asimismo, algunos tipos de bacterias se alimentan de manganeso y dejan sedimentos color negro oscuro que pueden obstruir las tuberías de agua.

En el **apéndice A "Hojas informativas sobre contaminantes químicos del agua"** se proporciona más información sobre el manganeso.

### **2.2.2.6 Sólidos disueltos totales**

Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de sodio, de calcio, de magnesio y de potasio) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. En algunas partes del mundo, el agua de consumo tiene por naturaleza niveles altos de SDT.

En general, se conoce como agua "dura" a aquella con concentración alta de SDT y agua "blanda" a la que presenta niveles bajos de SDT. El agua dura recibe ese nombre porque se necesita más jabón para que haga espuma y hace que sea difícil trabajar con ella. El jabón es menos eficaz con el agua dura a causa de su reacción con el magnesio y el calcio, lo que hace que se use más jabón al lavar o bañarse. Asimismo, el agua dura puede dejar residuos y hacer que se forme sarro en recipientes de cocina y tuberías. En general, las personas prefieren el sabor del agua dura debido a los minerales disueltos. Sin embargo, concentraciones muy altas de SDT pueden causar sabor amargo o salado.

Para lavar ropa, bañarse y cocinar, las personas por lo general prefieren agua blanda. Sin embargo, el agua con niveles muy bajos de SDT (p. ej. el agua de lluvia) podría resultar inaceptable a causa de su sabor soso.

En el **apéndice A "Hojas informativas sobre contaminantes químicos del agua"** se proporciona más información sobre los SDT.

### **2.2.3 Aspecto físico**

Las características físicas del agua de consumo son aquellas que podemos identificar con los sentidos: la turbidez, el color, el sabor, el olor y la temperatura. En general, se considera que el agua tiene buenas cualidades físicas si es cristalina, tiene buen sabor, no tiene olor y es fresca.

#### **2.2.3.1 Turbidez**

El agua turbida tiene aspecto sucio, turbio. La turbidez está causada por la presencia de arena, limo y arcilla; y por partículas de hierro en suspensión que flotan en el agua. Beber agua turbida no causa enfermedades. Sin embargo, los virus, los parásitos y algunas bacterias a veces pueden adherirse a las partículas en suspensión. Así, el agua turbida tiene por lo general más agentes patógenos y por eso su consumo incrementa las probabilidades de enfermarse.

También es importante recordar que el hecho de que el agua sea cristalina no significa necesariamente que esté libre de agentes patógenos y sea apta para el consumo.

Los niveles altos de turbidez disminuyen la eficacia de algunas tecnologías de tratamiento del agua a nivel domiciliario como la cloración, la desinfección solar (SODIS) y la desinfección ultravioleta. La arena también puede desgastar las tuberías, las válvulas y las bombas antes de tiempo.

### **2.2.3.2 Color**

En general, el agua con color no hace que las personas se enfermen. Aun así, podría hacer que las personas no la utilicen y elijan en cambio otra fuente de agua, posiblemente contaminada.

A continuación se detallan los motivos por los que el agua puede tener diferentes colores:

- La vegetación, como las hojas, la corteza y la turba, pueden darle un color marrón oscuro o amarillento
- La arena, el limo y la arcilla pueden darle un color marrón o rojo
- El hierro puede darle un color anaranjado o marrón, que puede manchar la ropa lavada y las instalaciones de plomería y hacer que el agua tenga sabor feo
- El manganeso puede tornar al agua color negro y causar los mismos problemas que el hierro
- Las algas pueden hacer que el agua tenga aspecto verde brillante o verde azulado, y algunas variedades producen toxinas que pueden ser dañinas
- El crecimiento de bacterias también hace que se torne negra. Las bacterias también pueden causar enfermedades.

### **2.2.3.3 Sabor y olor**

La mayoría de las personas prefieren beber agua con buen sabor y olor. El sabor u olor desagradables podrían indicar algún tipo de contaminación, en particular cuando el cambio es repentino. En la mayoría de los casos, el sabor u olor desagradables no hacen que las personas se enfermen. Sin embargo, es casi imposible convencer a las personas de que el agua es apta para consumir si tiene feo sabor u olor.

A continuación se detallan los motivos por los que el agua podría tener mal sabor u olor:

- Las algas y algunas bacterias podrían causar mal sabor u olor
- Niveles elevados de sulfato ( $\text{SO}_4$ ) podrían hacer que el agua tenga sabor amargo o medicinal
- Algunas bacterias pueden convertir el sulfato ( $\text{SO}_4$ ) en sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ), que tiene olor a huevo podrido
- El hierro, en combinación con té, café u otras bebidas, produce un sabor áspero e inaceptable
- El cloro tiene sabor marcado y podría estar presente en el agua tratada
- El agua de lluvia tiene menos sabor que el agua subterránea o el agua de superficie

### **2.2.3.4 Temperatura**

La mayoría de las personas prefieren beber agua fresca en lugar de agua tibia. La temperatura deseada oscila entre  $4^\circ\text{C}$  a  $10^\circ\text{C}$  ( $39$ - $50^\circ\text{F}$ ); en general, a las personas no les gusta beber agua cuya temperatura supere los  $25^\circ\text{C}$  ( $77^\circ\text{F}$ ). Las bacterias pueden proliferar en el agua tibia, lo cual haría que el agua tuviera sabor, olor y aspecto desagradables con el paso del tiempo.

### 2.2.4 Guías y estándares para la calidad del agua potable

#### ¿Cuál es la diferencia entre guías y estándares?

**Estándar:** un límite obligatorio que no debe excederse; los estándares usualmente indican una obligación o deber impuesto por ley.

**Guía:** un límite recomendado que no debería excederse; las guías no están pensadas para ser normas de procedimiento ni indican una obligación o deber jurídico, pero en ciertas circunstancias podrían ayudar a evaluar y a mejorar.

La OMS elaboró las **Guías para la calidad del agua potable** (2006) para ayudar a asegurar que las personas beban agua segura en el mundo.

En las guías de la OMS se explica que el agua segura no hará que las personas se enfermen en ningún momento de sus vidas, ya sea en la juventud, en la vejez o cuando estén enfermos. El agua segura debería estar disponible para todas las necesidades personales, entre ellas: beber, cocinar y lavar.

En las guías de la OMS se abordan los aspectos microbiológicos, químicos y físicos del agua. Sin embargo, se hace hincapié en que el aspecto microbiológico es el de mayor importancia ya que es el mayor causal de enfermedad y muerte en el mundo.

Aunque hay muchos contaminantes del agua que pueden ser dañinos, la prioridad es asegurarse de que el agua de consumo esté libre de agentes patógenos que causen enfermedades.

(OMS, 2006)

La implementación de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable varía según cada país. No existe un enfoque único que sea utilizado en todo el mundo. Las guías son recomendaciones deseables pero no son límites obligatorios.

Los países pueden tomar las guías de la OMS en consideración junto con las condiciones medioambientales, sociales, económicas y culturales de la zona. Eso podría llevar a que los países establezcan sus propios estándares nacionales, que pueden diferir de las guías de la OMS. Por ejemplo, en 2007 Nepal estableció estándares nacionales para el agua potable en donde se fijó que la presencia de coliformes totales debería ser cero en al menos el 95% de los casos.

En la siguiente tabla se resumen las Guías de la OMS para la calidad del agua potable.

**Tabla 2.2.4: Resumen de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable**

Parámetro	Valor de referencia
Aluminio	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Amoníaco	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Antimonio	0,02 mg/L
Arsénico	0,01 mg/L
Bario	0,7 mg/L
Boro	0,5 mg/L
Cadmio	0,003 mg/L
Calcio	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Cloruro	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Cloro	5 mg/L
Cromo	0,05 mg/L
Cobre	2,0 mg/L
Cianuro	0,07 mg/L
Contaminación fecal	0 <i>E. coli</i> o coliformes termotolerantes en ninguna muestra de 100 ml
Fluoruro	1,5 mg/L (Se recomienda entre 0,5 y 1,0 mg/L para la fluoración artificial del agua)
Hierro	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Plomo	0,01 mg/L
Manganeso	0,4 mg/L
Mercurio	0,006 mg/L (para el mercurio inorgánico)
Molibdeno	0,07 mg/L
Níquel	0,07 mg/L
Nitrato	50 mg/L
Nitrito	3 mg/L (exposición a corto plazo) 0,2 mg/L (exposición a largo plazo)
pH	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Potasio	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Plata	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Sodio	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Sólidos disueltos totales (SDT)	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Uranio	0,015 mg/L
Zinc	No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud

(OMS, 2006)

## 2.3 El enfoque de barreras múltiples

**El TAND se enfoca principalmente en la remoción de agentes patógenos, el problema más importante en términos de calidad del agua a nivel mundial.** Además de mejorar la calidad microbiológica del agua, algunas tecnologías podrían también ser capaces de eliminar ciertas sustancias químicas como beneficio secundario, como el arsénico y el hierro.

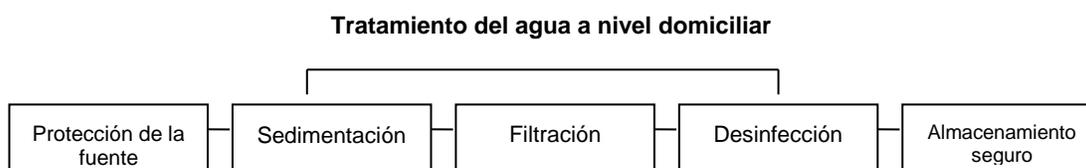
La utilización de un enfoque de barreras múltiples es la mejor forma de reducir el riesgo de consumir agua que no sea segura.

Cada instancia del proceso, desde la protección de la fuente, el tratamiento del agua hasta el almacenamiento seguro, ayuda a reducir gradualmente los riesgos para la salud. El concepto del enfoque de barreras múltiples también es aplicable como parte de planes de seguridad del agua, y sus principios son aplicables a nivel comunitario y domiciliar. La OMS proporciona información adicional sobre planes de seguridad del agua en su sitio Web.

Los sistemas convencionales y los domiciliarios siguen el mismo proceso básico de tratamiento del agua: la sedimentación, la filtración y la desinfección. La principal diferencia es la escala de los sistemas utilizados por los individuos y las comunidades.

En la mayoría de los casos, las personas se centran en una tecnología de tratamiento en particular en lugar de considerar el proceso de tratamiento en su totalidad. Si bien cada tecnología puede mejorar gradualmente la calidad del agua, todo el proceso es esencial para proveer la mejor calidad de agua posible.

**Gráfico 2.3: El enfoque de barreras múltiples para obtener agua potable**



- La sedimentación elimina las partículas grandes y usualmente > 50% de los agentes patógenos
- La filtración elimina las partículas pequeñas y usualmente > 90% de los agentes patógenos
- La desinfección elimina, desactiva o mata los agentes patógenos restantes

### 2.3.1 Protección de las fuentes de agua

Hay muchas maneras en las que la contaminación puede afectar la calidad del agua de consumo en la fuente o punto de recolección. Entre ellas se incluyen:

- Mala elección del lugar
- Baja protección de la fuente de agua contra la contaminación
- Diseño o construcción defectuosa de la estructura
- Deterioro o daños en las estructuras
- Falta de higiene y falta de conocimientos y práctica sobre saneamiento en la comunidad

Proteger las fuentes de agua reduce o elimina los riesgos mencionados y puede mejorar la calidad del agua y la salud. A nivel comunitario, se pueden poner en práctica las siguientes medidas:

- Limpiar con frecuencia el área alrededor de la fuente de agua
- Alejar aguas abajo las letrinas del punto de recolección
- Cercar las fuentes de agua al aire libre para evitar que los animales se acerquen
- Revestir los pozos para evitar que el agua de superficie contamine el agua subterránea
- Construir drenajes adecuados para las aguas residuales alrededor de grifos y pozos
- Estabilizar los manantiales contra la erosión y protegerlos de la contaminación por escorrentía superficial
- Asegurarse de que el uso de la cuenca no sea contaminante

Para más información, véase la **hoja informativa "Protección de las fuentes"** del **apéndice B**.

### **2.3.2 Sedimentación**

La **sedimentación** es un proceso de tratamiento físico usado para reducir el nivel de turbidez del agua. Consiste en algo tan simple como dejar que las partículas se asienten durante cierto tiempo en un recipiente pequeño, como un balde o cubo.

Es posible acelerar el proceso de sedimentación mediante el agregado de sustancias químicas especiales o de plantas nativas, también conocidos como **coagulantes**. Los coagulantes ayudan a que la arena, el limo y la arcilla se aglutinen y formen grupos, lo cual hace que sea más fácil que decanten en el fondo del recipiente.

Los coagulantes químicos más comunes son el sulfato de aluminio (alumbre), el hidroxiclورو de aluminio (también conocido como PAC o alumbre líquido), alumbre de potasio y sales de hierro (sulfato férrico o cloruro férrico).

Tradicionalmente, las plantas nativas también se usan en algunos países para acelerar la sedimentación, dependiendo de la disponibilidad local. Por ejemplo, las semillas de chumbera o moringa se han usado para mejorar la sedimentación del agua.

Para más información sobre distintos métodos de sedimentación, véanse las **hojas informativas** correspondientes en el **apéndice B**.

### **2.3.3 Filtración**

La **filtración** se usa frecuentemente después de la sedimentación para reducir aún más la turbidez y eliminar los agentes patógenos. La filtración es un proceso físico que consiste en el paso del agua a través de un medio de filtrado. Algunos filtros también están diseñados para tener una capa biológica que destruye los agentes patógenos y mejora la eficacia de remoción.

La arena y la cerámica son los medios de filtrado más comunes, aunque también pueden utilizarse telas o membranas. Hay diversos tipos de filtros hogareños usados en todo el mundo, entre ellos:

- Filtros de tela
- Filtros de bioarena
- Filtro de cerámica tipo vasija
- Filtro de cerámica tipo vela
- Filtros de membrana

Para más información sobre distintos métodos de filtración, véanse las **hojas informativas** correspondientes en el **apéndice B**.

### **2.3.4 Desinfección**

El último paso en el proceso de tratamiento es la eliminación de los agentes patógenos restantes mediante la **desinfección**. Los métodos más comunes utilizados en los hogares del mundo para desinfectar el agua son:

- Desinfección con cloro
- Desinfección solar (SODIS)
- Pasteurización solar
- Desinfección ultravioleta (UV)
- Hervido

Cuando el agua presenta niveles elevados de turbidez, los agentes patógenos se "esconden" en las partículas en suspensión y resulta difícil eliminarlos mediante el uso de sustancias químicas, SODIS o la desinfección UV. Reducir la turbidez mediante la sedimentación (véase paso 2) y la filtración (véase paso 3) mejorará la eficacia de esos métodos de desinfección.

La destilación es otro método en el cual se usa la energía solar para tratar el agua. El proceso consiste en la evaporación del agua y la posterior captura y enfriamiento del vapor para que condense y vuelva a estado líquido. Los contaminantes se eliminan cuando el agua se evapora.

Para más información sobre distintos métodos de desinfección y destilación, véanse las **hojas informativas** correspondientes en el **apéndice B**.

### **2.3.5 Almacenamiento seguro del agua**

Las personas trabajan mucho para recolectar, transportar y tratar el agua de consumo. Pero incluso después de tratarla, debería manipularse y almacenarse adecuadamente para que siga siendo segura. Si no se almacena correctamente, el agua tratada podría ser de peor calidad que el agua de la fuente de abastecimiento y causar enfermedades.

La recontaminación del agua potable es un problema significativo. El riesgo de contraer diarrea a causa de la contaminación del agua durante el almacenamiento, registrado por primera vez

en la década de 1960, ha sido observado en sucesivas oportunidades por otros (Mintz *et al.*, 2001).

Distribuir y utilizar recipientes para el almacenamiento seguro ha reducido significativamente las enfermedades diarreicas (Roberts *et al.*, 2001). Almacenar el agua de forma segura significa mantener el agua tratada lejos de fuentes de contaminación y utilizar un recipiente limpio y cubierto. También implica sacar el agua del recipiente de forma tal que no vuelva a contaminar el agua y provoque enfermedades. El recipiente debería evitar que las manos, las tazas y los cucharones entren en contacto con el agua.

Existen muchos diseños de recipientes para el agua. Un recipiente seguro debería:

- Tener una tapa o cubierta sólida y que cierre bien
- Tener un grifo o abertura pequeña en la salida
- Tener una base estable para no volcarlo
- Ser fuerte y duradero
- No ser transparente o que no se vea a través de él
- Fácil de limpiar

Un buen recipiente seguro también debería traer instrucciones sobre cómo usarlo y mantenerlo de manera correcta.

Entre otras prácticas para el manejo seguro del agua se incluyen:

- Utilizar un recipiente para recolectar y almacenar solo agua sin tratar
- Usar otro recipiente para almacenar el agua tratada
- Limpiar con frecuencia el recipiente de almacenamiento con jabón o cloro
- Almacenar el agua tratada fuera del piso y a la sombra, en el hogar
- Almacenar el agua tratada lejos de niños pequeños y animales
- Verter el agua tratada del recipiente en lugar de sacarla
- Una vez tratada, usar el agua lo antes posible, preferentemente el mismo día

En zonas rurales o en hogares de bajos recursos, a veces resulta difícil conseguir o comprar buenos recipientes para almacenamiento. Lo más importante es asegurarse de que estén cubiertos y que solo se usen para almacenar agua tratada.

Para más información, véase la **hoja informativa "Almacenamiento seguro y manipulación"** del **apéndice B**.

## 2.4 Selección de tecnologías

La toma de decisiones y la selección de tecnologías puede tener lugar en distintos niveles, desde los gobiernos, pasando por ejecutores de programas independientes, hasta los hogares.

No hay una forma correcta de tomar decisiones y, usualmente, las mismas se basan pragmáticamente en la información y los recursos disponibles. La toma de decisiones puede ser un proceso formal llevado a cabo por las partes interesadas, o bien puede ser algo informal e inconsciente realizado por los individuos.

### 2.4.1 ¿Cuál es la mejor tecnología?

Muchas personas solo pretenden que se les indique cuál es el "mejor" método de tratamiento. Lamentablemente, no existe una solución fácil para esta problemática pues hay muchos factores para tener en cuenta.

En primer lugar, es importante recordar que el tratamiento del agua a nivel domiciliario es un proceso (es decir, incluye la sedimentación, la filtración y la desinfección), no es solo una tecnología aislada. No es fácil saber cuál es la combinación de tecnologías más adecuada. Muchas tienen la capacidad de reducir en buena medida las enfermedades diarreicas, si bien cada una tiene sus ventajas y desventajas dependiendo de las circunstancias locales. La adecuación de cada tecnología varía según cada situación local.

La selección del "mejor proceso" debe estar motivada por una cantidad de factores, entre ellos la eficacia del tratamiento basada en la calidad del agua recogida y los contaminantes locales, la idoneidad, la adecuación, la asequibilidad y la aceptabilidad para que su uso sea sostenible en hogares de bajos recursos.

Ya que el proceso de tratamiento del agua a nivel domiciliario depende de tantos factores diferentes, no existe una solución estándar. Sin embargo, existen herramientas para la toma de decisiones que ayudan a identificar cuál es el proceso de TANDAS más adecuado para determinado contexto local. En el **apéndice C** se proporcionan diversas de esas herramientas para comparar las distintas opciones de TANDAS con los criterios que resultan de importancia para las partes interesadas.

Las herramientas son actividades participativas que fomentan el involucramiento de distintos actores en un proceso grupal. Los participantes pueden contribuir activamente en la toma de decisiones, en lugar de recibir información de forma pasiva por parte de expertos ajenos al proceso, que podrían no comprender el contexto y los problemas locales.

Las actividades participativas están pensadas para mejorar la autoestima y crear un sentido de responsabilidad por las decisiones propias. La experiencia muestra que cuando todos participan en el proceso de toma de decisiones, las personas se apropian del problema y desarrollan soluciones más adecuadas para la situación. La toma de decisiones participativa empodera a las comunidades para que pongan en práctica sus propias mejoras en términos de TANDAS.

## 2.4.2 Criterios que influyen en la selección de tecnologías

Hay cinco criterios principales que deberían tenerse en cuenta para decidir qué tecnología de tratamiento es la más adecuada:

1. **Eficacia:** ¿Cuál es el grado de eficacia de la tecnología seleccionada?
2. **Adecuación:** ¿Cuán bien encaja esa tecnología en la vida diaria de las personas?
3. **Aceptabilidad:** ¿Qué opinan las personas sobre esa tecnología?
4. **Costo:** ¿Qué costo tiene para los hogares?
5. **Implementación:** ¿Qué se necesita para llevar esa tecnología a los hogares?

En las siguientes secciones se describen los criterios mencionados. También, es posible agregar otros criterios que sean de importancia para las partes interesadas.

### 2.4.2.1 Eficacia

La eficacia es la capacidad que tiene la tecnología para proveer calidad y cantidad de agua suficientes. El agua apta para el consumo debería alcanzar para que todos los miembros del hogar cubran sus necesidades básicas. Entre los criterios que muestran la eficacia de la tecnología se incluyen:

#### Calidad del agua

- ¿Cuáles son los contaminantes microbiológicos, físicos y químicos que puede eliminar dicha tecnología? ¿En qué cantidad?

#### Cantidad de agua

- ¿Cuánta cantidad de agua se puede proveer por día?
- ¿Es suficiente para cubrir las necesidades básicas del hogar?

#### Fuente de agua local

- ¿Esa tecnología será capaz de tratar los contaminantes microbiológicos, físicos y químicos específicos de la fuente de agua local?
- ¿Será capaz de tratar las distintas fuentes al mismo nivel?

### 2.4.2.2 Adecuación

Algunas tecnologías serán más adecuadas que otras, dependiendo de las necesidades y las condiciones de la comunidad. Las siguientes preguntas ayudan a identificar la tecnología más adecuada para una comunidad en particular:

#### Disponibilidad local

- ¿Es posible fabricar los elementos necesarios para esa tecnología en la comunidad o en sus cercanías utilizando materiales y mano de obra del lugar?
- ¿Es necesario importar repuestos o insumos?
- ¿Es posible conseguir repuestos o insumos a nivel local?

- ¿La cadena de abastecimiento es confiable?

### **Tiempo**

- ¿Cuánto tiempo se requiere para que en el hogar se trate el agua necesaria para cubrir las necesidades diarias?
- ¿Representa una carga significativa de tiempo para la carga de trabajo del hogar?

### **Operación y mantenimiento**

- ¿Qué tareas necesitan realizar en el hogar para operar y mantener esa tecnología?
- ¿Resulta fácil y conveniente que las mujeres y los niños la utilicen?

### **Vida útil**

- ¿Cuánto durará hasta que sea necesario repararla o reemplazarla?

#### **2.4.2.3 Aceptabilidad**

La opinión que tengan las personas sobre la tecnología seleccionada afectará la adopción generalizada y el uso sistemático. A muchas personas les resulta difícil aceptar una tecnología hasta que no comprueban personalmente sus beneficios. Los criterios que pueden afectar la aceptabilidad son:

#### **Sabor, olor y color**

- ¿Qué aspecto tiene el agua tratada en términos de sabor, olor y color?

#### **Necesidades y motivaciones**

- ¿En qué se beneficiarán las personas al adoptar dicha tecnología?
- ¿Es conveniente? ¿Mejora la salud y el estatus social? ¿Ahorra tiempo y dinero?

#### **2.4.2.4 Costo**

La mayoría de las opciones de tratamiento no son gratuitas. Es necesario considerar los siguientes costos:

#### **Costos de capital**

- Compra inicial de un bien durable
- Transporte

#### **Costos operativos**

- Compra de insumos
- Operación y mantenimiento
- Posibles reparaciones o reemplazo de piezas

#### **Predisposición para pagar y asequibilidad**

- ¿Pueden pagar el costo total de la tecnología?

- ¿Hay predisposición en el hogar para pagar los costos de capital?
- ¿Hay predisposición en el hogar para pagar los costos operativos y de mantenimiento?
- ¿De qué forma está sujeta la tecnología a las variaciones en los ingresos del hogar?
- ¿Es necesario subsidiar la compra de bienes duraderos o insumos?

### **Costos de implementación**

- Costo de funcionamiento del programa (p. ej. sueldos del personal, oficinas, etc.)
- Costo para crear conciencia en la comunidad
- Costo para enseñarles a las personas sobre el uso de la tecnología
- Costo para proporcionar un soporte constante a los hogares

La recuperación de costos es una parte importante de la sostenibilidad del programa. Es necesario que los ejecutores tengan en cuenta cómo recuperar los costos, ya sea mediante el aporte de los hogares, de los gobiernos, donaciones u otros. Es importante decidir quién es responsable financieramente por cada costo y durante cuánto tiempo.

#### **2.4.2.5 Implementación**

Hay muchos factores para tener en cuenta en términos de la implementación de la tecnología:

- ¿Cómo se fabrica y se distribuye a los hogares?
- A nivel local, ¿se dispone de habilidades para la fabricación y la reparación? ¿Es posible conseguir repuestos? En caso contrario, ¿cómo puede disponerse de lo mencionado anteriormente?
- ¿Cuán rápido puede implementarse esa tecnología?
- ¿Qué entrenamiento se necesita en el hogar para usar la tecnología de manera adecuada?
- ¿Quién será el encargado de ayudar a las personas si tienen un problema o una consulta?
- ¿Cuál es el monitoreo necesario para esa tecnología?
- ¿Qué otro tipo de soporte adicional se necesita?
- ¿Los miembros del hogar consideran que la tecnología les trae beneficios?
- ¿En qué medida es posible integrar esa tecnología con los programas estatales actuales?

## 2.5 Resumen de mensajes clave

- La prioridad es asegurarse de que el agua de consumo esté libre de agentes patógenos que causen enfermedades. El tratamiento del agua a nivel domiciliario está orientado, ante todo, a eliminar los agentes patógenos, la amenaza más grande para la salud pública. Algunos de los tratamientos disponibles también eliminan sustancias químicas y mejoran el aspecto físico del agua.
- Hay cuatro tipos de categorías de agentes patógenos: las bacterias, los virus, los protozoos y los helmintos. Cada tecnología de tratamiento del agua a nivel domiciliario tiene distintos grados de eficacia para la remoción, desactivación o eliminación de distintos tipos de agentes patógenos.
- Es posible encontrar muchos tipos de sustancias químicas en el agua de consumo. Sin embargo, solo algunas producen efectos para la salud en gran magnitud, como el arsénico y el fluoruro. El análisis de la calidad de agua en la fuente de abastecimiento puede ayudar a identificar cuáles son las opciones para la mitigación y tratamiento para determinadas sustancias químicas.
- La implementación de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable varía según cada país. No existe un enfoque único que sea utilizado en todo el mundo. Las guías son recomendaciones deseables pero no son límites obligatorios.
- El agua segura y el agua mejorada no son lo mismo. El agua mejorada es aquella fuente que por la naturaleza de su construcción protege de forma adecuada contra la contaminación externa, en particular contra la materia fecal. Se supone que ciertas fuentes son más seguras que otras, pero no todas las fuentes mejoradas proveen en realidad agua segura para el consumo.
- La utilización de un enfoque de barreras múltiples es la mejor forma de reducir el riesgo de consumir agua que no sea segura. Cada instancia del proceso, desde la protección de la fuente, el tratamiento del agua hasta el almacenamiento seguro, ayuda a reducir gradualmente los riesgos para la salud. Los planes de seguridad del agua usan el enfoque de barreras múltiples, y sus principios pueden aplicarse a nivel comunitario y domiciliario.
- Los sistemas comunitarios y los domiciliarios siguen el mismo proceso básico de tratamiento del agua: la sedimentación, la filtración y la desinfección.
- En la mayoría de los casos, las personas se centran sobre una opción de TANDAS en particular en lugar de considerar el proceso de tratamiento del agua en su totalidad.
- No existe una tecnología "ideal" para el TANDAS. Es necesario tener en cuenta muchos criterios para cada contexto local, entre ellos la eficacia del tratamiento, la adecuación, la aceptabilidad, la asequibilidad y los requisitos para la implementación.
- No hay una única forma correcta de tomar decisiones en cuanto a la selección de TANDAS. Las decisiones por lo general se basan pragmáticamente en la información y los recursos disponibles.

### 3 Implementación del TANDAS

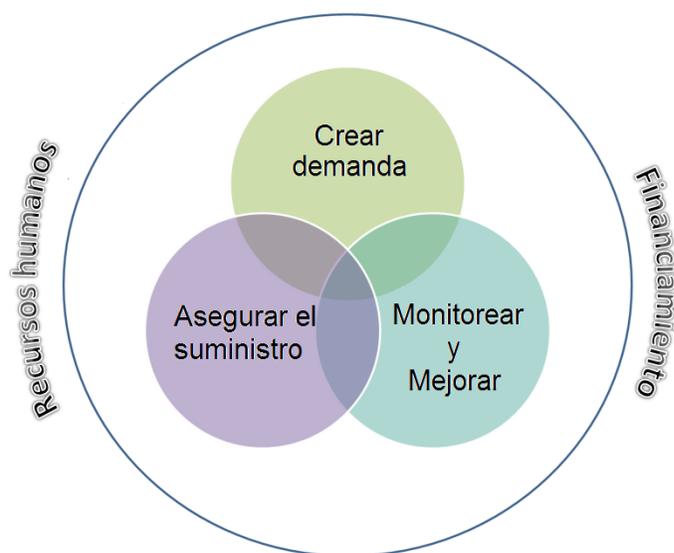
En esta sección se busca mostrar la diversidad de implementación del TANDAS y explicar los elementos que comparten programas que han sido exitosos. Entender qué conlleva implementar un programa de TANDAS ayudará a los gobiernos a fomentar y apoyar prácticas óptimas en el país.

Una revisión de los programas de implementación de todo el mundo muestra que **no hay un enfoque estándar para lograr que el TANDAS entre en los hogares**. Hay una amplia variedad de organizaciones que utilizan distintas opciones de TAND y una variada gama de programas, desde planes de respuesta a emergencias hasta programas de desarrollo a largo plazo. Si bien no hay un modelo de implementación estándar, muchos de esos programas incluyen los siguientes componentes clave, que hacen que sea mucho más probable que tengan éxito:

1. Crear demanda para el TANDAS
2. Proveer los productos y servicios necesarios para el TANDAS para satisfacer la demanda
3. Monitorear y mejorar continuamente el programa de implementación

La capacidad de la organización para planificar e implementar los puntos enumerados está determinada por sus **recursos humanos (las personas)** y su **financiamiento (el dinero)**. Los programas exitosos comprenden e integran esos componentes de apoyo a su planificación y implementación.

**Gráfico 3: Marco para la implementación del TANDAS**



En las siguientes secciones se aborda más detalladamente cada uno de los elementos de este marco. También se usan estudios de caso para ilustrar la diversidad de ejecutores y sus enfoques.

La **implementación** es el proceso de crear y seguir un plan para poner en práctica un programa de TANDAS. También abarca el seguimiento de las actividades diarias y la evaluación de los resultados del programa.

### 3.1 Creación de demanda

Crear demanda requiere crear conciencia y educar a las personas para convencerlas de la necesidad y los beneficios de contar con el TANDAS, para que así deseen y busquen tratar el agua. Hay demanda cuando las personas necesitan y quieren el TANDAS y tienen la oportunidad y la capacidad de llevarlo a sus hogares. Es primordial que en los hogares realmente quieran y valoren el TANDAS; de esta manera, el TANDAS se usará a largo plazo.

En última instancia, todos los programas de implementación quieren generar un cambio: un aumento en el número de personas que tienen agua potable. Para que algo cambie, uno tiene que hacer las cosas de manera distinta; por ejemplo, tratar el agua en el hogar. Cambiar el comportamiento de las personas y, acto seguido, crear demanda para el TANDAS es un desafío considerable para los ejecutores, que requiere tiempo, una inversión sostenida y una variedad de estrategias.

Muchos ejecutores exitosos siguen los siguientes pasos para crear demanda para el TANDAS:

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Planificar                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar una población objetivo adecuada.</li> <li>2. Seleccionar una opción de TANDAS adecuada y factible</li> </ol>   |
| Poner en marcha y poner a prueba | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Aumentar la concientización sobre el TANDAS como una solución para obtener agua potable y educar a las personas sobre la relación entre agua y salud.</li> <li>4. Usar proyectos de demostración para convencer a las personas de los beneficios del TANDAS.</li> <li>5. Involucrar a organismos estatales para darle credibilidad al TANDAS.</li> </ol> |
| Mantener y expandir              | <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Brindar un refuerzo positivo a los hogares para que sigan usando el TANDAS.</li> </ol>   |

En las siguientes secciones se abordan en detalle cada uno de los pasos mencionados.

La fase de prueba es particularmente importante. Antes de expandir el programa, muchas organizaciones se benefician significativamente de la implementación previa de un pequeño proyecto de prueba para establecer los procesos, aprender de la experiencia, recibir comentarios de los hogares, asegurarse la calidad del servicio, y mostrar los resultados y la capacidad del programa a potenciales financiadores.

### **3.1.1 Identificar la población objetivo**

Durante la planificación del programa, los ejecutores deberían identificar una población objetivo. En general, podrían tener éxito inicialmente si trabajan con hogares más predispuestos a adoptar el TANDAS y si trabajan dentro de su capacidad organizativa.

Es más fácil empezar la implementación en una zona donde las personas ya han autoidentificado una necesidad y encontrado la motivación para adoptar prácticas más saludables. Los ejecutores también pueden enfocarse estratégicamente en personas que son más vulnerables al agua no segura, como personas que:

- Tienen sistemas inmunitarios débiles, como los niños menores de cinco años, personas enfermas (incluso personas con VIH/SIDA) y ancianos
- Sufren de enfermedades diarreicas y de otras enfermedades que pueden prevenirse mediante programas de agua potable, higiene y saneamiento
- Usan agua de superficie o pozos excavados a mano, que es más probable que estén contaminados por agentes patógenos
- Viven en zonas propensas a las inundaciones, zonas con falta de higiene y saneamiento u lugares donde hay conflictos u otras emergencias

### **3.1.2 Seleccionar opciones de TANDAS**

La mayoría de las organizaciones seleccionan solo una opción de TANDAS dentro del enfoque de barreras múltiples. Por lo general, eso se debe a que sus recursos y su capacidad para proporcionarles a los hogares más de una opción son limitados.

Los ejecutores generalmente basan su decisión en los criterios presentados en la sección 2:

1. **Eficacia:** ¿Cuál es el grado de eficacia de la tecnología seleccionada?
2. **Adecuación:** ¿Cuán bien encaja esa tecnología en la vida diaria de las personas?
3. **Aceptabilidad:** ¿Qué opinan las personas sobre esa tecnología?
4. **Costo:** ¿Qué costo tiene para los hogares?
5. **Implementación:** ¿Qué se necesita para llevar esa tecnología a los hogares?

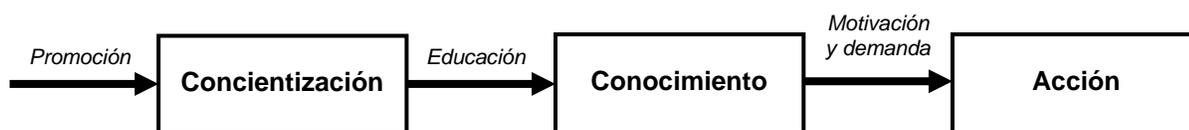
Se cree que es posible aumentar la demanda si se dan más opciones de TANDAS, para que en los hogares elijan entre una variedad de productos con diferentes precios de venta (WSP, 2002; UNICEF, 2008; Clasen, 2009). En general, cuanto más se involucre a los hogares en la selección del TANDAS, mayor será la comprensión y la motivación para usarlo.

Sin embargo, es posible que las personas se sientan abrumadas si tienen muchas opciones. La dificultad de tomar una decisión podría hacer que las personas no hagan nada y sigan bebiendo agua no potable. Con frecuencia, las personas necesitan que alguien los ayude a decidir, dándoles sugerencias. Algunos ejecutores ayudan a las personas a decidir cuál es el método más apropiado según su situación mediante la educación y el entrenamiento y ofreciéndoles pocas opciones.

### 3.1.3 Incrementar la concientización y el conocimiento

Es necesario que los ejecutores incrementen la concientización y el conocimiento para motivar a las personas a luchar contra las malas condiciones en materia de agua potable. Se utilizan actividades de promoción para aumentar el nivel de concientización y estimular a las personas a que aprendan más sobre las soluciones para obtener agua potable. La educación incrementa el conocimiento de las personas sobre la relación entre el agua y la salud y las distintas opciones de TANDAS disponibles. Esas cuestiones son necesarias para motivar a los individuos a que actúen diferente e incorporen el TANDAS a su rutina diaria. El trabajo de promoción y de educación tiene que estar diseñado específicamente para la población objetivo.

**Gráfico 3.1.3: Incrementar la concientización y el conocimiento**



#### 3.1.3.1 Campañas de promoción para crear conciencia

Las actividades de promoción están orientadas por lo general a una amplia variedad de individuos, a sabiendas de que quienes estén más interesados darán un paso hacia adelante. Se prestan para el uso de medios de comunicación masiva como la televisión, la radio, el diario, las carteleras, el teatro callejero, etc. Las campañas realizadas en medios masivos usualmente se enfocan en algunos mensajes clave para el público en general, como:

- "El agua sucia puede hacer que te enfermes".
- "El agua limpia te hace saludable".
- "Puedes tratar el agua sucia en tu hogar para tener agua limpia".

Los medios masivos pueden ser muy oportunos (p. ej. pueden crear conciencia sobre el cólera justo antes de la época lluviosa) y llegan a una gran cantidad de público usando recursos humanos limitados. Sin embargo, los mensajes transmitidos por medios masivos deberían acompañarse rápidamente con **educación** para motivar aún más a las personas a que pongan manos a la obra. Los medios masivos por sí solos son menos eficaces para provocar un cambio a largo plazo porque la comunicación es unidireccional. Asimismo, podrían llegar solo a un público selecto, como hogares adinerados, que podrían ser los únicos que tienen una televisión o una radio (Namsaat, 2001).

#### 3.1.3.2 Educar para incrementar el conocimiento

Para que las personas empiecen a tratar el agua en sus hogares, es necesario enseñarles tres cosas:

1. Por qué es necesario el TANDAS
2. Qué hacer para tratar el agua
3. Cómo usar los métodos de TANDAS

Los promotores de salud comunitaria son esenciales para la implementación exitosa del programa, pues ayudan a las personas a aprender sobre la necesidad de contar con agua segura y sobre el TANDAS. Son personas de la comunidad; por ejemplo: enfermeras, maestros, líderes femeninos, líderes de la comunidad, personas mayores. Las personas confían en ellos y los respetan, lo cual le da credibilidad al TANDAS.

### **La educación como un primer acercamiento al agua segura – Filtros cerámicos, Thirst-Aid, Myanmar**

El objetivo de Thirst-Aid es que saber cómo tratar el agua en el hogar sea tan común como saber cocinar arroz o freír un huevo. Usan la educación y el conocimiento para que el impulso en cuanto a la necesidad de agua potable provenga del interior de la comunidad antes de la introducción del TANDAS.

La organización crea demanda mediante el uso de la educación y el conocimiento como capital de inversión. Su enfoque se basa en la premisa de que las personas que han sido educadas no beben voluntariamente agua contaminada ni mucho menos se la dan a sus hijos.

Una vez completado con éxito el programa de educación de Thirst-Aid, la organización emite *Certificados de conocimiento*, que sirven como moneda de curso legal para la compra de elementos para el tratamiento del agua.

(Bradner, C., Comunicación personal, julio de 2010)

Los estudios realizados muestran que es mucho más factible que las personas traten el agua si comprenden la relación que existe entre agua y salud, y si tienen algún conocimiento en cuanto a prácticas para el uso del agua potable (Kraemer y Mosler, 2010; Brown *et al.*, 2007). Sin embargo, muchísimas personas alrededor del mundo no comprenden esa relación.

El pensamiento tradicional que sostiene que la diarrea no es una enfermedad sino que es causada por poderes sobrenaturales es una de las causas que mencionan con frecuencia los ejecutores para explicar la falta de demanda. Otros han encontrado que las personas creen que, como han estado bebiendo ese agua durante mucho tiempo, son inmunes y no necesitan tratarla (Heri y Mosler, 2008; Graf *et al.*, 2008; Clasen, 2009).

Elegir los mensajes clave y los medios de comunicación más adecuados es esencial para incidir sobre las creencias y las motivaciones del público objetivo. Por ejemplo, los promotores de salud comunitaria podrían coordinar visitas casa por casa y encuentros con grupos de mujeres para hacer llegar el mensaje a las madres, mientras que el teatro callejero podría ser más eficaz para llegar a los padres y los jóvenes.

Algunos sostienen que la comunicación individual con cada persona consume muchos recursos y no es expandible, y que por ese motivo debería limitarse a zonas a las que no llegan los medios masivos de comunicación (Parker, 2009). Sin embargo, muchos ejecutores indican que las reuniones grupales y las visitas a hogares realizadas por promotores de salud comunitaria son las estrategias más exitosas para educar a las personas y darles el apoyo necesario para que adopten el TANDAS. Así, es más probable que las personas acepten, adopten y usen a

largo plazo el tratamiento, y además se crea un efecto "boca a boca" que excede la inversión del proyecto, lo cual posibilita una expansión aún más grande.

### **Uso de medios adecuados para la comunicación – Cloro, Afganistán**

En Afganistán, los hombres se enteran sobre el agua segura principalmente a través de los medios masivos de comunicación, como la televisión y la radio. Sin embargo, las mujeres se enteraban sobre los productos de cloro fabricados por PSI a través de amigos, vecinos o hablando con otras personas. Dado que en general los hombres controlan la economía familiar y que las mujeres usualmente preparan el agua en el hogar, dirigirse a ambos sexos fue crítico para lograr que el programa tuviera éxito.

(Proyecto POUZN, 2007)

### **3.1.4 Usar proyectos de demostración**

Ver para creer: así reza el dicho. Los proyectos de demostración hacen que las personas vean y experimenten los beneficios del TANDAS. Hacer una pequeña demostración al principio de un programa es una buena estrategia. Así, se genera interés y se crea demanda antes de que el programa se expanda.

#### **Ver para creer**

Los ejecutores han informado que cuando las personas observan los beneficios que tienen sus vecinos gracias al TANDAS, también quieren lo mismo para sí mismos.

En un estudio realizado por Moser *et al.* (2005) se mostró que cuantas más personas alguien haya visto usando SODIS, mayor es el porcentaje de uso del método.

La organización Clean Water for Haiti colocó filtros de bioarena en escuelas, en centros de salud, en iglesias y en hogares de líderes de la comunidad para mostrar esa tecnología. Las personas pudieron ver por sí mismas que el agua filtrada era mejor y que la salud de las personas mejoraba. El éxito de esa demostración ayudó a convencerlos de que adoptaran los filtros. A la fecha, más de 10.000 hogares tienen instalado el filtro de bioarena y la demanda supera la capacidad de la organización para proveerlos (Dow Baker *et al.*, 2008).

En general, las mejores ubicaciones para montar una demostración son instituciones públicas y comunitarias, como escuelas y centros de salud. Esas ubicaciones resaltan el liderazgo de las personas a cargo y le da credibilidad al programa. También es una forma mediante la cual los ejecutores obtienen acceso a algunas de las poblaciones más vulnerables: los niños y los enfermos.

En la escuela, puede demostrarse la eficacia del TANDAS y también puede capacitarse a los docentes sobre el agua potable, la higiene y el TANDAS para que compartan sus conocimientos con los alumnos. Una vez que los jóvenes toman conocimiento de la importancia

del agua potable y de las soluciones disponibles, pasan el mensaje a sus padres y alientan a que en el hogar se pongan manos a la obra.

Del mismo modo, las demostraciones en centros de salud pueden acompañar la instrucción de los trabajadores de la salud, quienes transmiten la información a sus pacientes y clientes. La asistencia provista por las clínicas llega directamente a los niños menores de cinco años, que son quienes tienen la mayor tasa de enfermedad y muerte por diarrea, y a las madres que se preocupan por la salud de su familia y que buscan soluciones.

Los productos de TANDAS por lo general se otorgan sin cargo en escuelas y clínicas. Para asegurarse de que las personas estén de acuerdo y cumplan con los criterios de operación y mantenimiento adecuados para los productos de TANDAS, se firman acuerdos o contratos. Algunos programas también entregan sin costo productos de TANDAS a maestros y trabajadores de la salud para que los usen en sus hogares.

### **Educar a las comunidades a través de las escuelas y los centros de salud – Cloro, Kenia**

La organización CARE puso en práctica en Kenia un programa de agua segura e higiene para escuelas rurales. A las escuelas se les dieron recipientes para almacenar el agua tratada, WaterGuard (cloro) y puestos para el lavado de manos. Se evaluó el programa para medir el impacto que tenía sobre el conocimiento de los alumnos y sobre la adopción de prácticas en cuanto al agua y la higiene por parte de los padres. El enfoque resultó prometedor para lograr la transmisión del mensaje de alumnos a padres para promover la adopción del agua segura y la higiene en el hogar (O'Reilly *et al.*, 2006; O'Reilly *et al.*, 2008).

En otro estudio, se entrenó a las enfermeras de una clínica materno-infantil en cuanto al uso de la cloración con WaterGuard y el lavado de manos correcto. Se les pidió que transmitieran esa información a sus pacientes. Se realizaron entrevistas a pacientes de la clínica inmediatamente después del entrenamiento otorgado y el 76% de los pacientes manifestaron que se les había hablado sobre la cloración y el lavado de manos durante la visita a la clínica (Parker *et al.*, 2006).

### **3.1.5 Involucrar a organismos estatales**

Es necesario contar con el reconocimiento y el apoyo estatal para ayudar a aumentar la demanda con el paso del tiempo. El respaldo por parte de organismos estatales les da credibilidad a los ejecutores y al TANDAS.

Los ejecutores deberían ser proactivos y dar los pasos necesarios para involucrar al estado en todos los niveles: local, regional y nacional. El TANDAS se relaciona con distintos sectores (como la salud, el agua y el saneamiento, el desarrollo rural y la educación) y por eso debería involucrarse a funcionarios de cada una de esas áreas. Es posible involucrar a funcionarios enseñándoles sobre los beneficios del TANDAS y mostrándoles cómo puede potenciar sus esfuerzos para proveer servicios (Clasen, 2009).

En Nepal, el gobierno trabaja activamente para promover el TANDAS. Coordina el desarrollo de materiales de promoción y mensajería del TANDAS con las organizaciones ejecutoras. El gobierno de Laos también trabaja de cerca con los ejecutores para promover distintas opciones

para el TANDAS, entre ellas el hervido, la cloración, SODIS y los filtros de bioarena. También brinda capacitación a través de su sistema de extensión gubernamental y participan de manera conjunta con los ejecutores en la elaboración de materiales de educación (SODIS, 2010).

Los gobiernos de algunos países (incluidos Haití, Tanzania, Vietnam, Camboya, Indonesia, Nepal y las Filipinas) también han elaborado guías de TANDAS para fomentar la implementación y respaldar la calidad de los productos.

### **El éxito del hervido**

El hervido es el método predominante de tratamiento. El 21% de los hogares de clase baja y media lo utiliza. Está más difundido en Mongolia (95,1%), Vietnam (91%) e Indonesia (90,6%) y también es muy utilizado en Timor Oriental (73,4%), Camboya (60,1%) y Laos (62,7%). En algunos países, el éxito del método responde a que el gobierno lo ha recomendado como parte de las campañas de salud e higiene. Asimismo, muchos gobiernos han capacitado a trabajadores comunitarios y de la salud para promoverlo en pueblos y comunidades.

(Clasen, 2009; Rosa y Clasen, 2010)

### **3.1.6 Dar un refuerzo positivo**

Después de introducir el TANDAS en el hogar, el refuerzo positivo juega un rol muy importante. Las personas necesitan aliento y apoyo a medida que aprenden a incorporar el TANDAS a su rutina diaria. Con frecuencia, tienen preguntas o necesitan que se les recuerde cómo usar y mantener correctamente el producto.

Para los ejecutores, uno de los desafíos más grandes es realizar un seguimiento a los hogares de manera oportuna para monitorear y reforzar el uso del TANDAS. Muchos ejecutores han usado con éxito promotores de salud comunitaria para reforzar los mensajes y las prácticas clave. Los promotores visitan los hogares y organizan actividades grupales para ayudar a las personas a tratar el agua, resuelven problemas y responden preguntas.

### **La necesidad del refuerzo constante – SODIS, Bolivia**

En un estudio sobre SODIS realizado en Bolivia, se observó que cambiar los hábitos existentes y desarrollar nuevos es un proceso largo y dificultoso. Se recomienda realizar un monitoreo y seguimiento frecuente de los nuevos usuarios durante un período prolongado para dar apoyo y reforzar el uso de SODIS.

(Moser *et al.*, 2005)

## **3.2 Provisión de los productos y servicios necesarios**

Los hogares necesitan tanto los productos como los servicios de soporte de TANDAS para que su uso sea adecuado y sistemático a largo plazo. Eso requiere mucho más esfuerzo en el área de servicios o el "software" que el realizado tradicionalmente en el sector de agua y saneamiento.

Los ejecutores deben trabajar con miras a proveer productos y servicios de gran calidad para crear demanda y satisfacerla. Muchas organizaciones eligen hacer un pequeño proyecto de prueba para establecer los procesos, aprender de la experiencia y asegurarse la calidad de los productos y el servicio antes de expandir el programa.

Si bien hay casos exitosos de provisión de productos de TANDAS a gran escala, muchas organizaciones confían en el abastecimiento a nivel local. Las cadenas de abastecimiento que usan recursos, rutas de abastecimiento, fabricación y recursos humanos (mano de obra, educación y seguimiento) disponibles a nivel local son exitosas pues:

- Capacitan a las personas del lugar, lo cual empodera a los beneficiarios para que satisfagan sus propias necesidades
- Ayudan a crear demanda y a que el abastecimiento sea sostenible
- Permiten que la expansión sea más gradual, ya que es posible limitar la implementación a un área predefinida
- Llegan a lugares que resultan de difícil acceso a través de las vías comerciales existentes

### 3.2.1 Productos

La asequibilidad y la disponibilidad son dos cuestiones clave para asegurar la provisión de productos para el TANDAS. Los recipientes de almacenamiento seguro son productos muy importantes que también son necesarios en los hogares.

Las opciones de TANDAS pueden dividirse en insumos y bienes de consumo durables, y cada una requiere distintas estrategias de implementación para que sean asequibles y para asegurar la disponibilidad.

En el caso de los insumos, como el alumbre o el cloro, es necesario reponerlos con cierta frecuencia (p. ej. semanal o mensualmente). Por lo tanto, generan costos recurrentes, pero en general no tienen un costo de capital.

Los bienes durables requieren una compra única u ocasional (p. ej. los filtros de bioarena pueden durar toda una vida; en los filtros cerámicos, es necesario reemplazar los elementos filtrantes cada 1 o 2 años). El costo de capital es relativamente más alto que en los insumos, pero los costos recurrentes son mínimos.

**Tabla 3.2.1: Productos de TANDAS: Comparación entre insumos y bienes durables**

Insumos	Bienes durables
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario reponerlos constantemente</li> <li>• Costo de capital nulo o bajo; generan costos recurrentes</li> <li>• Su compra no debería requerir subsidios</li> <li>• La implementación es similar a la de los productos comerciales</li> <li>• Adecuados para la implementación por parte del sector privado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra única u ocasional</li> <li>• Costo de capital relativamente alto; costos recurrentes mínimos</li> <li>• Los costos de capital inicial podrían ser subsidiados</li> <li>• La implementación es similar a la de los programas de desarrollo comunitario o de infraestructura</li> <li>• Adecuados para la implementación por parte de ONG y del estado</li> </ul>

### **3.2.1.1 Asequibilidad**

Muchos programas están orientados a las poblaciones de bajos recursos porque en general son quienes más se benefician del TANDAS. Por lo tanto, es necesario que el costo de capital inicial y los costos recurrentes sean asequibles para los pobres, en particular para quienes viven con USD 1 o USD 2 por día.

En general, existe un amplio consenso en que, para que los programas sean sostenibles, los costos recurrentes deberían ser asequibles y no estar subsidiados. Es necesario que los hogares puedan afrontar el costo completo de la compra de insumos de forma constante y a largo plazo. En el caso de los productos durables, las personas deberían poder pagar los costos recurrentes mínimos asociados al reemplazo de partes y a la operación y mantenimiento constantes.

Es posible que sea necesario subsidiar el costo de capital de los bienes durables para que las personas de bajos recursos puedan adquirirlos. El elevado costo inicial de los bienes durables, como los filtros de bioarena, en general hace que sea imposible que los más pobres los compren. Por lo general se necesita compartir los costos de alguna manera, como sucede en el caso de otros proyectos de infraestructura.

La mayor parte de los ejecutores recomienda que los hogares contribuyan de alguna manera con la compra inicial de los bienes durables. La experiencia ha mostrado que las personas valoran más el producto de TANDAS y lo usan a largo plazo cuando invierten en él de alguna forma. No se aconseja la distribución gratuita.

Han surgido diversos tipos de planes para que las personas pobres puedan contribuir con los costos de capital. En general, la contribución es en especie, ya sea con trabajo voluntario para la construcción o el transporte, o con la provisión de materiales locales. También puede suceder que se les ofrezca realizar pagos de pequeñas sumas de dinero en cuotas, en lugar de tener que pagar el total de una sola vez.

Las instituciones que otorgan microcréditos también pueden tener un rol útil al financiar el costo de capital de los productos durables para el TANDAS. En la India, los proyectos de prueba de microcréditos mostraron casi el 100% de reembolso de los créditos por parte de grupos de bajos ingresos para la compra de filtros que usualmente solo están al alcance de familias de clase media. El agua potable ahorra dinero ya que reduce las enfermedades y mejora la productividad, por lo cual es más fácil pagar el crédito con el paso del tiempo. Incluso con ese nivel de éxito, actualmente el acceso a pequeños créditos para la compra de productos que no generan ganancias (como en el caso del TANDAS) es limitado. Para los ejecutores que deseen usar microcréditos, será importante educar a esas instituciones sobre los beneficios del TANDAS (IFC, 2009).

#### **Inversión de los hogares en TANDAS – Filtros de bioarena, Camboya**

En Camboya, la organización Clear subsidia los filtros de bioarena para brindar apoyo a quienes no pueden pagar el costo total. Las personas pagan un monto simbólico y aportan mano de obra para ayudar a construir y transportar los filtros hasta sus hogares. Así, las personas han realizado una inversión personal y Clear ha logrado una tasa de adopción alta, con más de 67.000 filtros de bioarena instalados en el país.

(Heng, K. Comunicación personal, julio de 2010)

### **3.2.1.2 Disponibilidad**

Es necesario contar con una cadena de abastecimiento para asegurarse de que los productos estén disponibles para responder a la demanda. Como parte de la cadena de abastecimiento, los ejecutores necesitan considerar de qué manera se fabricará, empaquetará y distribuirá el producto y a qué precio (la recuperación de costos y el financiamiento se abordan en detalle en la sección 4). La complejidad de la cadena de abastecimiento depende de muchos factores, entre ellos:

- El tipo de producto de TANDAS (es decir, durable o insumo)
- Disponibilidad local de materiales y de mano de obra
- Fortaleza del sector privado
- Transporte
- Vida útil de almacenamiento
- Comprobación de calidad
- Magnitud y capacidad del programa

Los insumos requieren una cadena de abastecimiento ininterrumpida y de largo plazo. La vida útil de almacenamiento y la comprobación de la calidad del producto son factores críticos a tener en cuenta al fabricar y distribuir los insumos. Por ejemplo, los insumos que tienen una vida útil de almacenamiento corta, como la solución de cloro, es mejor fabricarlos localmente y distribuirlos usando redes pequeñas. En cambio, los productos que tienen una vida útil de almacenamiento prolongada, como Aquatabs® o Pur®, son adecuados para la fabricación y distribución internacional.

Los bienes durables de TANDAS son más apropiados para la fabricación local. Es posible construir los filtros de bioarena y de cerámica usando materiales disponibles a nivel local. Tienen procesos de producción estables que permiten que se construyan siguiendo estándares uniformes en diversas comunidades y a menor costo que importándolos. Además, esos productos son difíciles de transportar por grandes distancias, a causa del peso y la fragilidad; por eso, es mejor fabricarlos tan cerca de los usuarios como sea posible.

Para implementar una cadena de abastecimiento se necesitan diversos roles. La fabricación y la distribución podría estar a cargo de una o varias organizaciones. La organización ejecutora primero tiene que decidir qué partes de la cadena de distribución administrarán ellos mismos y cuál puede estar a cargo de otra organización o del sector privado. En las siguientes secciones, la fabricación y la distribución se tomarán en cuenta de forma separada.

#### **(a) Fabricación**

Los ejecutores que fabrican y distribuyen ellos mismos los productos tienen más control sobre la calidad pues supervisan todo el proceso, desde el principio hasta la instalación del producto en el hogar. Sin embargo, esa situación podría hacer que necesiten habilidades y entrenamiento especiales, y una base financiera y de recursos humanos más grande.

Los ejecutores que fabrican ellos mismos los productos necesitan decidir si la producción será centralizada o descentralizada. Por ejemplo, RDI en Camboya y FilterPure en Haití centralizan la producción de filtros cerámicos en una fábrica y los distribuyen por todo el país. En cambio,

Clear Camboya usa el modelo descentralizado para la construcción de filtros de bioarena. Cuentan con equipos itinerantes que transportan los moldes de los filtros y las herramientas a un lugar de trabajo temporario en un pueblo. El equipo permanece en ese lugar durante varias semanas hasta que satisface la demanda, y luego se traslada al próximo pueblo.

Si el ejecutor decide comprarle los productos de TANDAS a otra organización o al sector privado, la decisión en ese caso es si se usarán productos locales o importados y de empresas nacionales o internacionales. Si bien existen casos exitosos de abastecimiento de productos importados a gran escala, muchas organizaciones se apoyan en la provisión local de productos de TANDAS.

Con frecuencia se recurre a las cadenas de abastecimiento que usan recursos, rutas de abastecimiento, fabricación y recursos humanos (mano de obra, educación y seguimiento) disponibles a nivel local ya que:

- Crean capacidades y habilidades a nivel local, lo cual empodera a los beneficiarios para que satisfagan sus propias necesidades
- Crean puestos de trabajo y apoyan a la economía local
- Permiten que la expansión sea más gradual, ya que es posible limitar la implementación a un área predefinida
- Llegan a lugares que resultan de difícil acceso a través de las vías comerciales existentes

Aprovechar los recursos de los empresarios locales y de otras organizaciones trae muchos beneficios. Sin embargo, a algunos ejecutores les ha resultado difícil y les ha consumido mucho tiempo trabajar con empresarios locales en las primeras etapas de la implementación. Pero, a fin de cuentas, informaron que es esencial para la sostenibilidad y la rentabilidad del programa.

Fabricantes regionales e internacionales de gran reputación, como Medentech, Procter & Gamble y Hindustan Unilever Limited, corren con la ventaja de tener altos estándares de control de calidad y consistencia en la fabricación de sus productos. Sin embargo, los productos de TANDAS que dependen de cadenas de abastecimiento internacionales podrían estar sujetas a impuestos a la importación y a tasas de almacenamiento y tramitación, lo cual podría traer demoras y generar gastos.

Incluso en los casos de tercerización al sector privado, la experiencia ha mostrado que los ejecutores aún podrían necesitar estar involucrados en el desarrollo del producto, la búsqueda de proveedores de materias primas, el registro y las pruebas de producto, y en asegurarse el control de la calidad (Proyecto POUZN, 2007; Ngai, 2010).

## **(b) Distribución**

También hay muchas estrategias usadas por organizaciones ejecutoras para la distribución de productos de TANDAS. En función de la fortaleza del sector privado, algunos ejecutores elijen distribuir los productos a través de puntos de venta tradicionales, como tiendas y farmacias. Otros también usan vías no convencionales para la venta, como voluntarios de la comunidad y grupos de vendedores itinerantes. En algunos programas, los hogares tienen que comprar el producto de TANDAS directamente al fabricante o a la organización ejecutora.

### **Alianzas para la fabricación y la producción – Cloro, AmanTirta, Indonesia**

AmanTirta, Safe Water Systems (SWS), un proyecto de cinco años financiado por USAID, tenía como objetivo asegurar el acceso generalizado en Indonesia a una solución de cloro asequible (Air RahMat) para familias de bajos recursos que tuvieran hijos menores de cinco años. Encabezado por la Universidad Johns Hopkins, en conjunto con el Ministerio de Salud, CARE International Indonesia, PT Tanshia Consumer Products y Ultra Salur, el proyecto usó un modelo de asociación público-privada (APP) para crear el primer modelo de negocio completamente sostenible para SWS.

La APP combinó la fabricación y distribución comercial de Air RahMat por parte de PT Tanshia con la participación de la comunidad y la promoción en los medios para crear demanda. El proyecto gestionó y apoyó la distribución masiva de Air Rahmat a través de puntos de venta tradicionales (p. ej. tiendas y quioscos) y también no tradicionales (p. ej. organizaciones comunitarias, organizaciones que otorgan microcréditos, voluntarios de la comunidad).

(Universidad Johns Hopkins, 2009)

### **3.2.2 Servicios**

Es necesario que los ejecutores establezcan un sistema para asistir a los hogares en el uso adecuado y sistemático del TANDAS a largo plazo. Las personas necesitan tener un centro de contacto para recurrir al servicio de seguimiento, comprar repuestos o realizar consultas.

*"Los filtros cerámicos no son un recurso pasivo; necesitan atención y mantenimiento permanente por parte de los usuarios. Por lo tanto, al igual que con las computadoras, el servicio de posventa es esencial para el uso continuo y adecuado de los filtros cerámicos".*

(Hagan et al., 2009)

Es necesario que las organizaciones identifiquen el nivel de servicio requerido y cómo financiarlo como parte del programa para asegurar la prestación. Brindar servicios a largo plazo, incluso después de que el programa de implementación haya finalizado, por lo general implica usar promotores de salud comunitaria, instituciones locales (p. ej. clínicas de salud) y organismos estatales.

En el caso de los insumos de venta al público, el sector privado tiene incentivos para proporcionar a los hogares un servicio de seguimiento, para así asegurarse de que estén satisfechos y vuelvan a comprar el producto. Sin embargo, los comercios que venden productos durables que se compran una vez y tienen menos probabilidades de ser reemplazados tienen pocos incentivos para brindar soporte a los hogares dado que eso reducirá sus márgenes de ganancia.

## **3.3 Monitoreo y mejora continua**

El monitoreo es esencial para mejorar continuamente los programas de implementación. Ayuda a crear un círculo de retroalimentación dentro de un programa. Es de particular importancia para mejorar el programa y también para medir el impacto y el éxito del mismo, en particular si una organización desea extender sus actividades.

La clave para el monitoreo exitoso es que sea simple y esté dentro de las posibilidades de la organización. La tendencia de muchos ejecutores es recolectar demasiada información, lo cual hace que sea inmanejable y en general no sirve en la práctica. Lo ideal es usar un conjunto pequeño de indicadores que pueda ser recolectado sin que se convierta en una carga adicional para el programa.

El alcance del monitoreo variará en función de la capacidad del ejecutor y el carácter de sus actividades. No existe una fórmula específica, aunque los programas por lo general monitorean los siguientes elementos:

- Gestión
- Calidad del producto
- Sistemas de distribución
- Educación de los hogares
- Funcionamiento y uso de la opción de TANDAS elegida
- Impacto

Los buenos sistemas de monitoreo comparten las siguientes características:

- Tienen un propósito bien definido
- Recolectan información específica sobre un conjunto de indicadores pequeño pero bien definido
- Se integran por completo a las actividades del programa
- Son simples y están dentro de las posibilidades de la organización
- Analizan periódicamente lo sucedido para aprender de la experiencia
- Se enfocan en factores que estén completamente dentro del control del programa
- Realizan modificaciones y mejoras al programa, basados en la experiencia y la información recolectada

### **3.3.1 Qué debería monitorearse**

Hay dos grandes categorías de monitoreo que pueden utilizarse durante la implementación: el monitoreo del proceso y el monitoreo del impacto.

El **monitoreo del proceso** examina los procesos que contribuyen al funcionamiento del programa. Eso abarca la producción, el control de calidad, los sistemas de distribución, el control financiero, el uso de materiales y la gestión del programa. El monitoreo del proceso ayuda a los ejecutores a responder la pregunta: "¿Estamos haciendo las cosas adecuadamente?". Según el enfoque de implementación, hay muchos indicadores de proceso diferentes que podrían usarse para el monitoreo. Algunos de esos indicadores son:

- Cantidad de productos fabricados
- Cantidad de productos distribuidos

- Costo por producto
- Cantidad de personas entrenadas (p. ej. promotores, técnicos, empleados)
- Cantidad de materiales de educación distribuidos
- Cantidad de visitas a hogares realizadas

El **monitoreo del impacto** evalúa el impacto del programa sobre la población objetivo y podría tener en cuenta lo siguiente: cantidad de personas que tienen agua mejorada como resultado de la implementación del TANDAS; uso adecuado y sistemático del TANDAS; eficacia del tratamiento; adecuación del trabajo de promoción y educación; y utilidad del material de entrenamiento y educación. El monitoreo del impacto ayuda a los ejecutores a responder la pregunta: "¿Estamos haciendo las cosas adecuadas?". Algunos de esos indicadores del impacto son:

- Porcentaje de productos que cumplen con los parámetros básicos de operación
- Porcentaje de productos que continúan en uso después de determinado tiempo
- Porcentaje de productos que se usan correctamente después de determinado tiempo
- Percepción del usuario sobre los beneficios y limitaciones del producto
- Cantidad de personas con acceso al agua segura
- Cantidad de personas que notaron una mejora en la salud, como la reducción de la diarrea

### **3.3.2 Quién debería estar involucrado**

En general, el **monitoreo del proceso** se efectúa internamente dentro de la organización y es realizado por el personal mediante registros, controles al azar, y el análisis y la evaluación frecuentes.

En primera instancia, el **monitoreo del impacto** lo realiza por lo general el ejecutor y luego debería pasar a manos de la comunidad local para asegurarse de que continúe más allá de la duración del programa. Los promotores de salud comunitaria constituyen un mecanismo excelente para monitorear el cambio del comportamiento y fomentar el uso correcto y sistemático del TANDAS. En la mayoría de los casos, el gobierno local cuenta con una mejor posición que los ejecutores para asegurar el monitoreo y el soporte a largo plazo.

Además, las evaluaciones de proyecto son una forma de monitoreo del impacto, y en general incluyen una revisión del monitoreo del proceso para asegurar que sea suficiente y se realice de manera correcta y sistemática. Usualmente son realizadas por personas ajenas al monitoreo del proceso para reducir el riesgo de pasar por alto los problemas.

Las evaluaciones de proyecto también son una forma de análisis del impacto. Las evaluaciones incluyen en general una revisión de los indicadores del monitoreo del proceso y del impacto así como una mirada más profunda sobre el impacto a largo plazo del programa. Sirven para asegurarse de que el programa se realice de manera correcta y sistemática. Con frecuencia, las evaluaciones son realizadas por personas ajenas al monitoreo para reducir el riesgo de pasar por alto los problemas.

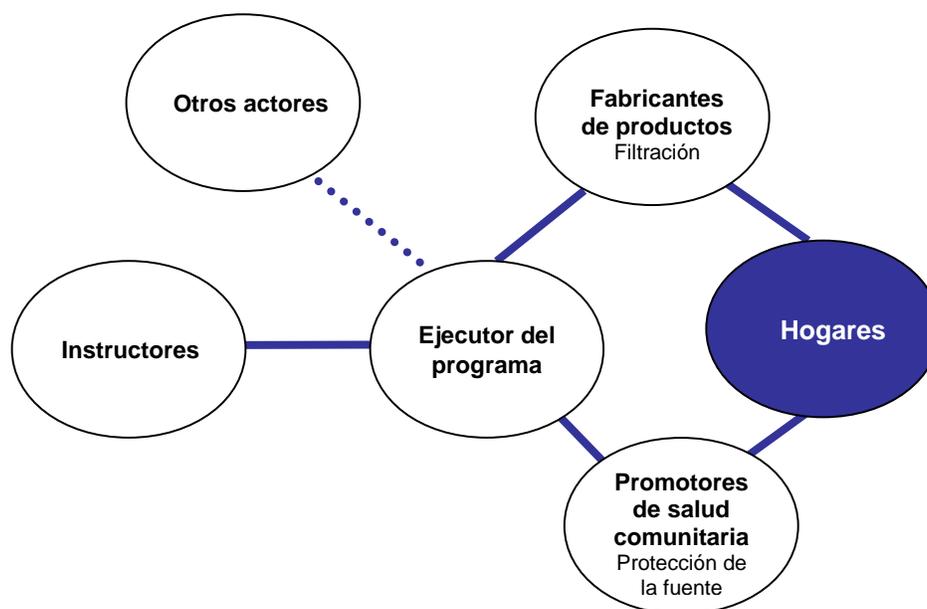
### 3.4 Recursos humanos necesarios para la implementación

Desarrollar el conocimiento y las habilidades individuales de las personas es parte de la construcción de la capacidad organizativa general requerida para la implementación. Para incrementar la capacidad individual y organizativa, puede usarse un proceso de creación de capacidades con validación de competencias. El objetivo fundamental de los programas de TANDAS debería ser desarrollar la capacidad de las poblaciones locales para que puedan satisfacer sus necesidades.

Para la implementación de los programas de TANDAS, se necesitan diversos roles. Los siguientes roles podrían estar a cargo de una o varias organizaciones:

- **Ejecutores del programa:** Individuo u organización que planifica e implementa un programa de TANDAS.
- **Promotores de salud comunitaria:** Crean conciencia y educan a los hogares sobre la necesidad de contar con agua potable y soluciones de TANDAS.
- **Fabricantes de productos:** Construyen y distribuyen el producto para el TANDAS.
- **Instructores:** Proveen entrenamiento y consultoría para asistir a los ejecutores.
- **Otros actores:** Donantes, gobiernos, universidades e instituciones educativas

**Gráfico 3.4: Roles requeridos para la implementación de un programa de TANDAS**



El traspaso fluido del conocimiento de un rol a otro es vital, y se da mejor cuando:

- Todas las partes interesadas contribuyen a definir las metas y objetivos del programa
- Todas las partes interesadas comprenden y están de acuerdo con sus roles y responsabilidades

- Todas las partes interesadas comprenden las necesidades de los otros (p.ej. información, recursos y apoyo)
- Los canales de comunicación están siempre abiertos
- Los sistemas y las herramientas formales e informales están para ayudar a transmitir el conocimiento
- La comunicación y el traspaso de conocimientos es bidireccional
- Se dispone de planes y herramientas para la creación de competencias y capacidades

### 3.4.1 Ejecutores del programa

No hay un tipo de ejecutor de programa estándar. En una revisión de programas de TANDAS de todo el mundo, se destaca la diversidad de ejecutores, descritos en la siguiente tabla. Sin embargo, los ejecutores exitosos tienen, en efecto, características en común, como habilidades de planificación, gestión, organización y comunicación excelentes.

**Tabla 3.4.1: Características de las organizaciones ejecutoras**

Tipo de organización	Características
ONG locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciadas y gestionadas en el país por personas del lugar</li> <li>• Tienen fuertes lazos con la población objetivo</li> <li>• Crean un sentido de apropiación a nivel local y capacidad para resolver los problemas</li> <li>• En general, tienen procesos más simples para la implementación de proyectos</li> <li>• Pueden aprender rápido de la experiencia y realizar cambios</li> <li>• Podrían necesitar ayuda externa en términos de conocimientos técnicos y desarrollo institucional</li> <li>• Podrían depender de la financiación externa</li> </ul>
ONG internacionales y multinacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proviene de países desarrollados que inician programas, en general en asociación con una organización local</li> <li>• Incluyen desde pequeñas organizaciones internacionales hasta grandes organizaciones multinacionales</li> <li>• En general, tienen buen acceso al financiamiento</li> <li>• Tienen gran cantidad de conocimientos técnicos y con frecuencia están bien conectados con las investigaciones más recientes</li> <li>• En general, es necesario transferir el conocimiento y la capacidad a la comunidad local, ya que las mismas están en manos de expertos del exterior</li> <li>• Gran parte de las experiencias y las lecciones aprendidas podrían perderse una vez finalizado el programa</li> </ul>

Tipo de organización	Características
Organismos de la ONU	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNICEF es el principal organismo que implementa programas y apoya a los gobiernos en cuestiones de tratamiento del agua en diversos países</li> <li>• La OMS y el programa ONU-Habitat promocionan el TANDAS junto a los gobiernos y brindan capacitación</li> <li>• En general, tienen buen acceso al financiamiento</li> <li>• Tienen gran cantidad de conocimientos técnicos y con frecuencia están bien conectados con las investigaciones más recientes</li> <li>• La burocracia podría limitar la implementación y demorar las actividades planificadas</li> </ul>
Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede ser local, regional o nacional. Responsable de la salud, el desarrollo rural, el agua o el medio ambiente.</li> <li>• Favorece el cambio de la voluntad política</li> <li>• Da credibilidad al TANDAS y lleva a una mayor aceptación por parte de los hogares</li> <li>• Puede apoyar el proceso de implementación al incorporar el TANDAS a los programas de salud pública y educación; también podría ser una fuente de financiamiento</li> <li>• La burocracia podría limitar la cooperación formal con otras organizaciones y demorar la puesta en marcha de actividades planificadas</li> </ul>
Sector privado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede estar constituido por empresarios locales o empresas nacionales e internacionales</li> <li>• Tienen los conocimientos, incentivos y recursos necesarios para la fabricación, distribución y promoción de los productos de TANDAS</li> <li>• En muchos casos, son capaces de proveer financiamiento a largo plazo y sostenibilidad institucional a los programas de TANDAS</li> <li>• Es posible que no se llegue a los más pobres a causa de los modelos de recuperación total del costo regidos por el mercado que utilizan en el sector privado</li> </ul>

### 3.4.2 Promotores de salud comunitaria

Los promotores de salud comunitaria son esenciales para la implementación exitosa de cualquier programa de TANDAS. El principal rol que cumplen es facilitar el proceso de aprendizaje y ayudar a que las personas mejoren sus prácticas en cuanto al agua, la higiene y el saneamiento mediante actividades comunitarias y visitas a hogares.

En general, los promotores están bajo las órdenes de los ejecutores. Pueden ser empleados pagos o voluntarios, y trabajar todo el día o solo algunas horas a la semana. Según cada organización, podrían tener responsabilidades adicionales, como realizar las actividades de monitoreo.

Casi cualquier persona que tenga las siguientes capacidades puede convertirse en promotor de salud comunitaria:

- La comunidad confía en él y lo respeta
- Habla la lengua local
- Comprende la cultura local
- Se comunica eficazmente y escucha a otras personas
- Demuestra que en su hogar tiene prácticas adecuadas en cuanto al agua, la higiene y el saneamiento
- Está comprometido en abordar las necesidades de la comunidad en cuanto al agua, la higiene y el saneamiento

No es necesario que los promotores de salud comunitaria sean expertos en agua, higiene y saneamiento. Esos conocimientos pueden adquirirlos mediante la capacitación. Es más importante que tengan la capacidad de comunicarse y aprender nuevas habilidades.

### **3.4.3 Instructores**

El apoyo en términos de entrenamiento y consultoría en general es necesario para generar recursos humanos para los distintos roles. La asistencia en la práctica puede ser un factor significativo que contribuya al éxito de los programas. Para muchas personas, el entrenamiento los ayuda a expandir sus conocimientos, desarrollar habilidades y ganar confianza, para poder superar los distintos desafíos que se les presentan día a día.

*"Relacionarse con expertos de gran nivel de distintas organizaciones puede ser difícil porque sentimos que nos falta conocimiento y pericia para poder hablar al mismo nivel, a pesar de que construimos e instalamos muchos filtros que funcionan correctamente y brindan agua potable. Necesitamos entrenamiento y apoyo profesional extra", afirmó Koshish, encargado de implementar filtros de bioarena en Pakistán.*

(Dow Baker *et al.*, 2008)

Es necesario que todo entrenamiento sea práctico y ayude a abordar los desafíos reales que enfrentan los ejecutores. Usualmente los ejecutores se centran en el entrenamiento sobre la tecnología y en la teoría, y eso en general no es suficiente. En función de sus recursos humanos, las organizaciones también deberían aprender cómo planificar, implementar y monitorear sus programas.

Las organizaciones de entrenamiento del exterior pueden brindar entrenamiento, consultoría y contactos profesionales a los ejecutores a través de asesores y voluntarios altamente capacitados. Las organizaciones locales con experiencia también pueden servir como capacitadores locales y son capaces de instruir a otras organizaciones comunitarias sobre los diversos roles requeridos para la implementación de los programas de TANDAS.

### Organizaciones de entrenamiento técnico y educación

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés), con sede en Canadá, provee entrenamiento técnico y servicios de consultoría sobre TANDAS a organizaciones ejecutoras de todo el mundo. En primera instancia, CAWST brinda educación y entrenamiento para desarrollar capacidades a nivel local. El entrenamiento está adaptado para cada rol de implementación diferente. Una vez concluido el entrenamiento, CAWST brinda apoyo continuo para ayudar a las organizaciones a desarrollar el programa, superar los obstáculos y conectarlos con otros ejecutores.

El Instituto Federal Suizo para Ciencias y Tecnologías Acuáticas (EAWAG, por su sigla en alemán), con sede en Suiza, provee programas de asistencia técnica, apoyo y educación a ONG y gobiernos de países en desarrollo. Se enfocan en la promoción e implementación de programas de SODIS a nivel mundial.

#### 3.4.4 Otros actores

Es importante que los ejecutores trabajen en conjunto con otros actores y creen lazos útiles. Hay distintos tipos de actores que participan en diversas ocasiones, entre ellos los donantes, los gobiernos, las universidades y los institutos de educación.

- Entre los **donantes** se incluyen a individuos, organizaciones comunitarias, fundaciones y organismos estatales, tanto locales como internacionales. Las organizaciones ejecutoras necesitan financiamiento constante y a largo plazo para asegurar la realización de sus actividades sin interrupción. Los ejecutores tienen la función de educar a los donantes que no estén familiarizados con el TANDAS y las prácticas óptimas de implementación. Al revisar y aprobar propuestas, dar consejos y realizar las evaluaciones del programa, ayuda que los donantes comprendan qué están financiando y por qué.
- Los **gobiernos** tienen el mandato de proveer agua segura y pueden beneficiarse de los programas de ejecución de TANDAS. Algunos gobiernos han delineado guías de TANDAS nacionales. El apoyo y la aprobación por parte del gobierno les da credibilidad al TANDAS y a los ejecutores. Los gobiernos podrían ser una fuente de financiamiento y pueden proveer recursos en especie para apoyar a los ejecutores, como espacio para trabajar o transporte.
- Las **universidades e institutos de educación** aportan investigación que puede apoyar la causa del TANDAS como una intervención digna de apoyo por parte de legisladores y donantes (Clasen, 2009). Las universidades y otros institutos pueden llevar a cabo investigaciones sobre desarrollo de tecnologías y ejecución del programa. Las universidades también pueden ayudar a los ejecutores a realizar las evaluaciones del programa.

#### 3.4.5 Uso de un proceso de creación de capacidades y validación de competencias

Una **competencia** es un conocimiento, una habilidad o una actitud que es un requisito estándar para que alguien se desempeñe adecuadamente en una función o rol específico. Los ejecutores pueden crear una lista de competencias para cada rol dentro de la organización, como instructor, fabricante de productos o promotor de salud comunitaria.

La **validación** es el proceso por el cual se verifican los conocimientos, habilidades o actitudes de las personas para confirmar que son competentes para el rol que ocupan. El validador

puede pertenecer a la organización ejecutora o ser parte de organizaciones de entrenamiento externas.

Los ejecutores podrían utilizar un proceso de creación de capacidades y validación de competencias por diversos motivos:

- Brinda la oportunidad y el marco adecuado en el que los individuos y las organizaciones pueden mejorar sus conocimientos, habilidades y actitudes en relación con un proceso o tarea específicos
- Da credibilidad a la organización al confiar justificadamente en su capacidad para proveer productos y servicios de gran calidad
- Permite que el ejecutor busque oportunidades de financiamiento o fondos ya que puede demostrar la calidad de sus productos y servicios
- Distingue quiénes están capacitados para proveer un producto o servicio de calidad y quiénes no

Los ejecutores necesitan asegurarse de que disponen de tiempo y recursos para ayudar a los individuos a mejorar sus capacidades actuales y desarrollar nuevas. Se puede realizar una evaluación de necesidades para ayudar a las organizaciones a identificar huecos en las competencias de las personas y crear un plan para abordar el problema y desarrollar sus capacidades. El tiempo necesario para el proceso de creación de capacidades y validación de competencias es específico para cada individuo y depende de la base de conocimientos y habilidades que tenga cada persona.

No hay un método estándar para desarrollar capacidades. En general, las personas participan de sesiones de entrenamiento y luego trabajan como aprendices junto a personal calificado y expertos externos para ir teniendo poco a poco más responsabilidades a medida que ganan confianza, conocimientos y habilidades. El desarrollo de capacidades y competencias lleva mucho más que solo una sesión de entrenamiento. Es importante proveer asistencia y tutoría constantes para así generar retroalimentación y dar apoyo a medida que las personas desarrollan y practican sus nuevas destrezas.

### **Ejemplo de competencias para promotores de salud comunitaria**

Un promotor de salud comunitaria debería ser capaz de:

- Describir su rol como promotor de salud comunitaria
- Identificar problemas de la comunidad en cuanto al agua y el saneamiento
- Describir rutas de transmisión de enfermedades relacionadas con el agua
- Describir el enfoque de barreras múltiples para obtener agua potable
- Demostrar su aptitud para escuchar activamente y realizar preguntas eficaces
- Demostrar cómo facilitar las actividades de aprendizaje participativas
- Demostrar el uso y mantenimiento adecuados de diversas opciones de TANDAS
- Demostrar cómo realizar eficazmente una visita a un hogar

### 3.5 Financiamiento del programa

Los ejecutores necesitan financiamiento constante y a largo plazo para asegurar la realización ininterrumpida de sus actividades. El financiamiento adecuado es esencial para asegurar que no se interrumpa la realización del trabajo y que pueda expandirse el programa. Dada la cantidad de organizaciones independientes que operan en distintos niveles, el éxito de la expansión del TANDAS dependerá de la provisión de distintas cantidades de financiamiento a numerosos ejecutores, incluso a organizaciones pequeñas que en general son dejadas de lado.

Los costos de ejecución son en gran medida específicos de cada programa. Como mínimo, deberían tenerse en cuenta los siguientes costos:

- Planificación y administración del programa
- Actividades de promoción y educativas
- Fabricación y distribución de productos
- Monitoreo
- Evaluación

En general, los ejecutores necesitan distintas fuentes de financiamiento para cubrir sus gastos. Es importante decidir quién es responsable financieramente por cada costo y durante cuánto tiempo. El financiamiento también depende de la estructura jurídica de la organización (p. ej. con fines de lucro, ONG) y su estrategia de implementación (p. ej. productos subsidiados, venta minorista). Entre las potenciales fuentes de financiamiento, se podría incluir a:

- Donantes locales e internacionales
- Organizaciones ejecutoras
- Ingresos obtenidos de los hogares
- Alianzas con gobiernos

La clave para obtener financiamiento es saber cómo pedir ayuda, especificar las razones por las que se necesita y explicar cómo llevará a mejorar los programas de TANDAS.

Generalmente, en un principio se financian los pequeños costos necesarios para iniciar un proyecto de demostración, y se habilitan más fondos según los resultados y los planes.

Si bien no hay modelos establecidos para el financiamiento, se han aprendido muchas lecciones a través de la implementación del TAND, entre ellas:

- La concientización, la educación y la creación de capacidades son casi siempre una actividad del sector público, y están subsidiadas en gran medida
- Es necesario que los usuarios paguen por la operación y el mantenimiento a largo plazo, mientras que los costos de capital iniciales pueden (y en algunos casos deberían) estar subsidiados
- En general, es necesario que los productos durables estén subsidiados para que los más pobres puedan acceder a ellos

- Los hogares tienen que invertir en el TANDAS en alguna medida, ya sea en especie o con pequeñas contribuciones monetarias

Los puntos mencionados se abordarán en detalle en las secciones a continuación.

### **3.5.1 Planificación y administración del programa**

Es necesario prestar la atención y el financiamiento adecuados a la planificación y administración del programa para aumentar las probabilidades de que la implementación sea exitosa. Quienes no planifican, planifican para el fracaso.

Muchos ejecutores subestiman el tiempo y los recursos financieros necesarios para hacer planes exhaustivos y, por lo tanto, no logran conseguir o destinar recursos suficientes para planificar actividades. En consecuencia, se pasan por alto muchos elementos de planificación esenciales, y el diseño del programa en su totalidad se fragmenta. No se toman en cuenta plenamente los diferentes componentes (p. ej. la creación de demanda, la provisión de productos y servicios y el monitoreo), y la coordinación y la comunicación con las partes interesadas es débil. En general, el resultado final es que la implementación del TANDAS es ineficaz o no es exitosa.

Los fondos para la planificación y administración del programa usualmente son aportados por donantes o provienen del interior de la organización ejecutora. El nivel de financiamiento depende de muchos factores, como la capacidad financiera e institucional interna de la organización, el conocimiento y el compromiso con el TANDAS de los donantes, y la percepción de reputación de la organización ejecutora.

### **3.5.2 Actividades de promoción y educación**

En muchos casos, los ejecutores se dieron cuenta que los costos de las actividades de promoción y educación (es decir, el *software*) son mucho más elevados que el costo de fabricación del producto de TANDAS (es decir, el *hardware*).

Como se mencionó anteriormente, la creación de demanda mediante el cambio de comportamiento es un proceso largo y demandante. Para generar un cambio real y duradero en la percepción y la práctica del TANDAS es importante realizar una inversión a largo plazo en los recursos humanos y financieros necesarios para la promoción y educación.

La concientización, la educación y la creación de capacidades son casi siempre una actividad del sector público, y están subsidiadas en gran medida. Esos gastos se cubren con donaciones y con alianzas con gobiernos para generar una aceptación y adopción generalizada del TANDAS. Por ejemplo, la estrategia de marketing social usada por PSI fue pensada para recuperar el costo de fabricación y distribución del producto, pero no los costos de promoción, que se cubren con fondos donados por USAID.

### **3.5.3 Fabricación y distribución de productos**

Para la mayoría de las opciones de TANDAS, hay costos de capital y costos recurrentes relacionados con la fabricación, distribución, operación y mantenimiento. En el caso de los insumos, es necesario reponerlos con cierta frecuencia y por lo tanto tienen un costo recurrente; en general, no tienen costos de capital. Los productos durables tienen costos de capital pero costos recurrentes mínimos.

La relación entre lo que se espera que paguen los hogares y los costos de fabricación y distribución reales puede dividirse en las siguientes cuatro categorías:

- **Bien público completamente subsidiado:** Los hogares reciben el producto de TANDAS sin pagar nada.
- **Subsidiado con recuperación parcial del costo:** Los hogares pagan por una parte del costo del producto de TANDAS.
- **Recuperación total del costo:** Los hogares pagan la totalidad del costo del producto de TANDAS.
- **Recuperación total del costo con ganancias:** Los hogares pagan la totalidad del costo del producto de TANDAS más un costo adicional que permite su venta.

En general, existe un amplio consenso en que, para que los programas sean sostenibles, los hogares deberían pagar el costo total de los insumos y los costos recurrentes.

Sin embargo, en general es necesario compartir los costos de alguna manera para que el costo de capital de los productos durables sea accesible para las personas de bajos recursos. Frecuentemente, los productos durables están subsidiados parcialmente y los hogares aportan una pequeña parte del costo del producto, ya sea con dinero o en especie. Es importante tener en cuenta la capacidad y predisposición que tengan los hogares para pagar. Los ejecutores también tienen distintos rangos de precios en función del poder adquisitivo del hogar en la comunidad. Así, los hogares más pudientes pagan más y subvencionan el costo para las familias más pobres. Las investigaciones muestran que los pobres pagan, pero es necesario que el pago sea flexible y acorde a su situación.

Los ejecutores tienen que conseguir donantes para proveer el financiamiento necesario para cubrir el subsidio del producto otorgado a las familias.

### **De los subsidios a la recuperación total del costo – Filtros cerámicos, Camboya**

International Development Enterprises Cambodia (IDE) y Resource Development International-Cambodia (RDI) han fabricado y distribuido filtros cerámicos tipo vasija en Camboya desde 2001 y 2003, respectivamente. Su producción está pasando de ser un proyecto de implementación subsidiado y administrado por una ONG a ser un programa de recuperación total del costo basado en el mercado. Los filtros cerámicos son accesibles para todos menos para los hogares más pobres.

IDE tiene cuatro distribuidores regionales que abastecen a 131 comercios en 19 provincias, y operan con una recuperación total del costo. Dejaron de distribuir filtros subsidiados en 2005. IDE vende alrededor de 22.000 filtros por año al costo total (entre USD 7,5 y USD 9,5), casi la mitad a otras ONG y la otra mitad a comercios.

RDI puede vender hasta 23.000 filtros por año al costo total (USD 8) a través de la venta directa a los usuarios, vendedores locales, ONG y organismos del estado. También distribuyen una cantidad relativamente pequeña de filtros a costo subsidiado a pueblos que son parte de un programa dirigido por una ONG. Los subsidios están destinados a los hogares más pobres, determinados por una evaluación de recursos, y el costo oscila entre USD 1 y USD 7.

(Brown *et al.*, 2007)

### **3.5.4 Monitoreo y evaluación**

El monitoreo y las visitas de seguimiento son esenciales para ayudar a las personas a medida que aprenden a incorporar el TANDAS a su rutina diaria. Así se ayuda a asegurar que su uso sea adecuado y sistemático a largo plazo.

El costo de monitoreo y seguimiento no se limita a las visitas a hogares. Existen otros gastos que son importantes y deberían tenerse en cuenta, como el análisis de la calidad del agua, la resolución de problemas técnicos, el entrenamiento y la educación de refuerzo, y también la evaluación del programa.

Hay una gama de opciones para financiar las actividades de monitoreo y evaluación. En algunos casos, los donantes solventan el monitoreo durante la duración del programa y una evaluación al finalizar el período de financiamiento, después del cual el financiamiento debe provenir de otras fuentes. Con frecuencia, se estimula a que las instituciones gubernamentales locales y los promotores de salud comunitaria realicen el monitoreo y el seguimiento aun finalizado el programa para que los costos se transfieran a sus organismos y organizaciones. En otros casos, el costo del monitoreo y del seguimiento está incluido en el costo total del producto, que se recuperará en el momento de la venta. Ocasionalmente, algunos ejecutores podrían cobrar a los hogares un cargo por el servicio de monitoreo, resolución de problemas y reparaciones.

### **3.6 Estudios de caso sobre implementación**

Una revisión de los programas de TANDAS pone de manifiesto la diversidad de ejecutores y el amplio rango de estrategias que cada uno utiliza para idear un enfoque único para la implementación.

Incluso dentro de un mismo país, hay una mezcla de ejecutores, contextos de situación y estrategias. Ese nivel de complejidad hace difícil simplificar la implementación en enfoques típicos. Sin embargo, el marketing social y comercial son dos enfoques emergentes usados por una cantidad de ejecutores.

En el **apéndice D**, se proveen los estudios de caso sobre implementación para ilustrar la diversidad de enfoques utilizados por distintos tipos de organizaciones. En particular, los estudios de caso ponen de manifiesto las estrategias usadas por los ejecutores para abordar los siguientes temas:

- Creación demanda para el TANDAS
- Provisión de los productos y servicios de TANDAS
- Monitoreo y mejora continua
- Desarrollo de recursos humanos
- Financiamiento del programa

### 3.7 Resumen de mensajes clave

- No hay un enfoque estándar para lograr que el TANDAS entre en los hogares. Hay diversas organizaciones que implementan distintas opciones de TANDAS de distintas maneras. Ese nivel de complejidad hace difícil simplificar la implementación en enfoques típicos.
- Los ejecutores deberían abordar los tres componentes claves que tener éxito sea más probable:
  1. Crear demanda para el TANDAS
  2. Proveer los productos y servicios necesarios para el TANDAS para satisfacer la demanda
  3. Monitorear y mejorar continuamente el programa de implementación
- La capacidad de la organización para planificar e implementar los componentes clave está determinada por sus recursos humanos (las personas) y su financiamiento (el dinero).
- Se necesita de la concientización y la educación para crear demanda y convencer a las personas sobre la necesidad y los beneficios de tratar el agua. Para crear demanda, pueden seguirse los siguientes pasos:
  1. Identificar una población objetivo adecuada.
  2. Seleccionar opciones de TANDAS adecuadas y factibles.
  3. Aumentar la concientización sobre el TANDAS como una solución para obtener agua potable y educar a las personas sobre la relación entre agua y salud.
  4. Usar proyectos de demostración para convencer a las personas de los beneficios del TANDAS.
  5. Involucrar a organismos estatales para darle credibilidad al TANDAS.
  6. Brindar un refuerzo positivo a los hogares para que sigan usando el TANDAS.
- Los hogares necesitan los productos y servicios de soporte para que el uso del TANDAS sea adecuado y sistemático a largo plazo.
- Las opciones de TANDAS pueden dividirse en insumos y productos durables. Los insumos requieren una cadena de abastecimiento ininterrumpida y a largo plazo, y los costos recurrentes que generan no deberían estar subsidiados. En los productos durables, el costo de capital podría estar parcialmente subsidiado para que sean asequibles.
- La clave para el monitoreo exitoso es que sea simple y esté dentro de las posibilidades de la organización.
- Desarrollar el conocimiento y las habilidades individuales de las personas es parte de la construcción de la capacidad organizativa general requerida para la implementación. Para incrementar la capacidad individual y organizativa, puede usarse un proceso de creación y validación de competencias.
- Para implementar programas de TANDAS, se necesitan diversos roles, entre ellos: ejecutores del programa, promotores de salud comunitaria, instructores y otros actores.
- Los ejecutores necesitan financiamiento constante y a largo plazo para asegurar la realización ininterrumpida de sus actividades. Los costos son en gran medida específicos para cada programa y, en general, los ejecutores necesitan distintas fuentes de financiamiento para cubrir sus gastos.

## 4 Recursos adicionales

### **Akvopedia**

[www.akvo.org/wiki/index.php/Main\\_Page](http://www.akvo.org/wiki/index.php/Main_Page)

Akvopedia es un recurso abierto sobre agua y saneamiento que se puede editar por cualquier persona. El objetivo de Akvopedia es de mejorar proyectos de agua y saneamiento a través del intercambio de conocimientos sobre soluciones técnicas y enfoques efectivos inteligentes y asequibles. El Portal del Agua contiene explicaciones sobre varias tecnologías de tratamiento de agua a nivel domiciliar.

### **Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (Centers for Disease Control and Prevention – CDC)**

Sitio web: [www.cdc.gov/safewater](http://www.cdc.gov/safewater)

Promueve el Sistema de Agua Saludable (SWS – Safe Water System) una propuesta hacia la calidad del agua basada en el uso de tecnologías sencillas y robustas, de bajo costo, adecuadas para los países en vías de desarrollo. El objetivo es producir agua saludable mediante la desinfección y el almacenamiento seguro en el punto de consumo. El CDC suministra un buen número de publicaciones, incluyendo el Manual del Sistema de Agua Saludable (Safe Water System Handbook) y fichas descriptivas sobre sus programas, y sobre las diversas alternativas de tratamiento de agua a nivel domiciliar.

### **CAWST, Centro de Tecnologías Accesibles de Agua y Saneamiento (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)**

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org)

CAWST es una organización canadiense sin fines de lucro abocada al principio que el agua limpia cambia vidas. CAWST cree que hay que empezar por enseñar a la gente las capacidades que necesitan para tener agua segura en sus hogares. CAWST transfiere conocimiento y habilidades a organizaciones e individuos en países en desarrollo a través de la educación, capacitación, y servicios de consultoría. Una de las estrategias claves de CAWST es de hacer que el conocimiento sobre el agua se vuelva conocimiento común. Esto se logra, en parte, desarrollando y distribuyendo libremente materiales educativos con la intención de aumentar su disponibilidad a aquéllos que más lo necesitan. CAWST provee manuales de capacitación, pósteres, actividades de aprendizaje, y fichas de TANDAS de contenido abierto. Estos materiales son provistos a participantes de talleres, organizaciones interesadas bajo solicitud, y pronto estarán disponibles en línea.

### **Red Internacional para la Promoción de TANDAS (International Network to Promote HWTS)**

Sitio web: [http://www.who.int/household\\_water/network/en/index.html](http://www.who.int/household_water/network/en/index.html)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido una red para promover las tecnologías de tratamiento de agua con el propósito de acelerar la mejora en la salud de aquéllos que no tienen suficiente acceso al agua potable. El formato de red optimiza la flexibilidad, la participación y creatividad con el propósito de apoyar la acción coordinada.

El formato de la red optimiza la flexibilidad, la participación y la creatividad para apoyar la acción coordinada. La membresía de la red está abierta a todas las partes interesadas que estén de acuerdo con la misión y los principios guía, y quienes voluntariamente se comprometan a trabajar en el logro de los objetivos de la red. La OMS provee la Secretaría de la red.

### **Centro Internacional para el Agua y el Saneamiento (International Water and Sanitation Centre – IRC)**

Sitio web: <http://www.irc.nl>

El IRC pretende rellenar huecos en conocimientos y favorece el aprendizaje conjunto con asociados de manera que facilite el mejoramiento en el suministro de agua, saneamiento e higiene en países en desarrollo. El IRC ofrece acceso a un banco de información y a herramientas interactivas. Además de 100 documentos sobre agua y saneamiento, provee el servicio de noticias en agua y saneamiento (“Source Water and Sanitation News Service”), el boletín ‘Source Bulletin’, una biblioteca digital, el tesoro “InterWater”, y un servicio de preguntas y respuestas.

### **Escuela de Salud Pública Johns Hopkins Bloomberg, Centro de Programas de Comunicaciones (Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Center for Communication Programs- CCP)**

Sitio web: [www.jhuccp.org/](http://www.jhuccp.org/)

El CCP avanza la ciencia y el arte de la comunicación estratégica para mejorar la salud y salvar vidas. Son un líder reconocido en el campo de comunicación sanitaria, con amplia experiencia técnica y programática en la comunicación en materia de cambio social y de comportamiento. Los investigadores han publicado estudios sobre cómo el comportamiento social y cultural se relaciona con el tratamiento de agua a nivel domiciliario.

### **Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres (London School of Hygiene and Tropical Medicine -LSHTM)**

Sitio web: [www.lshtm.ac.uk](http://www.lshtm.ac.uk)

La misión de la LSHTM es de contribuir a la mejora de la salud a nivel mundial a través de la excelencia en investigación, enseñanza a nivel de posgrado y capacitación avanzada en salud pública nacional e internacional y la medicina tropical, y también al informar la política y la práctica en esas áreas. La LSHTM lleva a cabo una investigación académica amplia sobre el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro en países en desarrollo.

### **Instituto Tecnológico de Massachusetts (Massachusetts Institute of Technology – MIT)**

<http://web.mit.edu/watsan/>

Este sitio ofrece información sobre tecnologías de tratamiento de agua a nivel domiciliario, mapeo global del agua, la red internacional TANDAS, métodos para pruebas de calidad de agua en campo, y cursos de contenido abierto sobre Infraestructura de agua y saneamiento en países en desarrollo.

**Oxfam**

<http://www.oxfam.org.uk/resources/learning/humanitarian/watsan.html>

Oxfam es una organización humanitaria que actúa como catalizador para superar la pobreza. Para lograr el máximo impacto, trabajan en tres frentes: salvando vidas al responder rápidamente suministrando ayuda, soporte y protección durante situaciones de emergencia; desarrollando programas y soluciones que empoderan a la gente para que salgan de la pobreza; y hacen campañas para lograr el cambio duradero. Oxfam ha desarrollado manuales y guías de emergencia, así como notas técnicas sobre materias de ingeniería de salud pública, incluyendo el tratamiento de agua a nivel domiciliario y el almacenamiento seguro.

**Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (Swiss Agency for Development and Cooperation – SDC)**

<http://www.poverty.ch/safe-water.html>

El documento del 2008 llamado 'Mercadeo de los Sistemas de Agua Saludable' (Marketing Safe Water Systems) de la SDC suministra un enfoque particular, a partir de una variedad de perspectivas de usuarios, diseminadores, productores y distribuidores, con respecto a los desafíos en la promoción de dispositivos de tratamiento de agua en el punto de consumo. El documento abarca las 5 P's del mercadeo: Producto, Precio, Posición, Promoción, y Personas. Asimismo, el documento presenta una mezcla de estrategias de mercadeo social que pueden contribuir a la diseminación de sistemas de tratamiento domiciliar de agua, a los niveles requeridos para alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio.

**Fondo de las Naciones Unidas para la Niñez (United Nations Children's Fund – UNICEF)**

<http://www.unicef.org/wes/>

[http://www.unicef.org/wes/files/Scaling\\_up\\_HWTS\\_Jan\\_25th\\_with\\_comments.pdf](http://www.unicef.org/wes/files/Scaling_up_HWTS_Jan_25th_with_comments.pdf)

UNICEF trabaja en más de 90 países del mundo para mejorar las instalaciones de suministro de agua y saneamiento en escuelas y comunidades, y promueve buenas prácticas de higiene. Durante las emergencias provee ayuda a las comunidades y naciones amenazadas por la interrupción en el suministro de agua y por la enfermedad. Su publicación de 2008 'Promoción del tratamiento de agua y almacenamiento seguro dentro de Programas WASH de UNICEF' resume algunas de las más importantes metodologías del tratamiento casero del agua, suministrando evidencia de su efectividad y la relación costo/efectividad en condiciones de desarrollo y emergencia, y también esboza cómo la promoción de TANDAS puede ser incorporada en los programas UNICEF.

**Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (United States Agency for International Development – USAID)**

<http://www.ehproject.org>

La agencia USAID es el mayor donante de fondos bilaterales para el TANDAS. Su sitio web brinda recursos y materiales desarrollados por sus implementadores, así como una amplia bibliografía relativa a la desinfección en el punto de consumo, lo cual se puede encontrar en: [www.ehproject/ehkm/pou\\_bib2.html](http://www.ehproject/ehkm/pou_bib2.html). También contiene un enlace al grupo de Google sobre HWTS.

**Programa de Agua y Saneamiento (PAS) (Water and Sanitation Program – WSP)**

<http://www.wsp.org>

Este programa constituido por múltiples fuentes de donaciones es administrado por el Banco Mundial. Su meta es ayudar a los pobres a ganar acceso a servicios mejorados de suministro de agua y de saneamiento. El PAS trabaja directamente con gobiernos clientes a niveles local y nacional en 25 países a través de sus regionales para África, Asia Oriental y Asia del Sur, América Latina y el Caribe, así como desde sus oficinas principales en Washington DC. Cinco son los temas focales de este programa: Financiamiento del sector; Suministro de agua y saneamiento en zonas rurales; Comunicaciones estratégicas; Saneamiento e higiene; y Suministro urbano de agua y saneamiento. También ofrece a los suscriptores el acceso a sus publicaciones y al noticiero.

**Organización Mundial de la Salud (OMS)**

<http://www.who.int/es/index.html>

La OMS trabaja sobre aspectos relativos al agua, saneamiento e higiene en lugares donde la problemática de la salud es grande, donde intervenciones puedan producir diferencias, y donde el conocimiento sobre salud es poco. La OMS ha producido muchos documentos relativos al TANDAS que están disponibles en línea. Asimismo envía a suscriptores, noticias sobre agua, saneamiento y salud.

## 5 Referencias

- Arnold, B. & Colford, J. (2007). Treating Water with Chlorine at Point-of-Use to Improve Water Quality and Reduce Child Diarrhea in Developing Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 76(2):354–364.
- Arnold, B., Arana, B., Mausezahl, D., Hubbard, A. & Colford, J. (2009). Evaluation of a Pre-Existing, 3-year Household Water Treatment and Handwashing. *Int'l J Epidemiology*, 2009;1–11.
- Ashraf, N., Berry, J. & Shapiro, J. (2006). Can Higher Prices Stimulate Product Use? Evidence from a Field Experiment on Clorin in Zambia. Presentation at the Berkeley Water Center Workshop on Water, Sanitation and Hygiene. Berkeley, California, 6 de noviembre, 2006.
- Blanton, B., Ombeki, S., Oluoch, G.O., Mwaki, A., Wannemuehler, K. & Quick, R. (2010). Evaluation of the Role of School Children in the Promotion of Point-of-Use Water Treatment and Handwashing in Schools and Households—Nyanza Province, Western Kenya, 2007. *Am J Trop Med Hyg*, 2010; 82: 664 - 671.
- Boisson, S., Schmidt, W.P., Berhanu, T., Gezahegn, H. & Clasen, T. (2009). Randomized Controlled Trial in Rural Ethiopia to Assess a Portable Water Treatment Device. *Environ Sci Technol*, 2009; 43(15):5934-9.
- Brown, J., Sobsey, M. & Proum, S. (2007). Improving Household Drinking Water Quality: Use of Ceramic Water Filters in Cambodia. Field Note, Water and Sanitation Program. Cambodia Country Office, Phnom Penh, Camboya. Disponible (en inglés) en: [www.wsp.org](http://www.wsp.org)
- Carty, W. (1991). Towards an Urban World. *Earthwatch* (43): 2-4. 1991. *Citado en* Solutions for a Water-Short World, Population Reports (1998). Population Information Program, Center for Communication Programs, the Johns Hopkins School of Public Health, EE.UU. Volumen XXVI, No. 1, septiembre, 1998. Disponible (en inglés) en: [www.infoforhealth.org/pr/m14edsum.shtml](http://www.infoforhealth.org/pr/m14edsum.shtml)
- Clasen, T. & Boisson, S. (2006). Household-Based Ceramic Water Filters for the Treatment of Drinking Water in Disaster Response: An Assessment of a Pilot Programme in the Dominican Republic. *Water Practice & Tech.* 1:2 doi:10.2166/WPT.200603.
- Clasen, T., Roberts, I., Rabie, T., Schmidt, W. & Cairncross, S. (2006). Interventions to Improve Water Quality for Preventing Diarrhoea. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2006, Ejemplar 3. Art. No.: CD004794. DOI:10.1002/14651858.CD004794.pub2.
- Clasen, T., Haller, L., Walker, D., Bartram, J., Cairncross, S. (2007). Cost-Effectiveness Analysis of Water Quality Interventions for Preventing Diarrhoeal Disease in Developing Countries. *J. Water & Health* 5(4):599-608.
- Clasen, T., Saeed, T., Boisson, S., Edmondson, P., Shipin, O. (2007). Household-Based Chlorination of Drinking Water Using Sodium Dichloroisocyanurate (NaDCC) Tablets: A Randomized, Controlled Trial to Assess Microbiological Effectiveness in Bangladesh. *Am J. Trop. Med. & Hyg.* 76(1):187-92.

Clasen, T., Do Hoang, T., Boisson, S., Shippin, O. (2008). Microbiological Effectiveness and Cost of Boiling to Disinfect Water in Rural Vietnam. *Environmental Sci. & Tech.* doi 10.1021/es7024802.

Clasen, T. (2009). Scaling Up Household Water Treatment in Low-Income Countries. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.who.int/household\\_water/research/household\\_water\\_treatment/en/](http://www.who.int/household_water/research/household_water_treatment/en/)

Dow Baker, C., Rolling, L., Martinez, R., Baryar, A., Bulos, G., Lipman, M. (2008). Power of Knowledge in Executing Household Water Treatment Programs Globally. WEDC International Conference, Accra, Ghana. Disponible (en inglés) en: [http://wedc.lboro.ac.uk/knowledge/conference\\_papers.html?cid=33](http://wedc.lboro.ac.uk/knowledge/conference_papers.html?cid=33)

Environmental Technology Verification Canada (2007). *Frequently Asked Questions about the ETV Canada Environmental Performance Claim Verification Program*. Disponible (en inglés) en: [www.etvcanada.ca/faq.asp](http://www.etvcanada.ca/faq.asp)

Esrey, S. A., Feachem, R. G. & Hughes, J. M. (1985). Interventions for the Control of Diarrhoeal Diseases Among Young Children: Improving Water Supplies and Excreta Disposal Facilities. *Bull. OMS* 64, 776-72.

Esrey, S. A., Potash, J. B., Roberts, L. & Shiff, C. (1991). Effects of Improved Water Supply and Sanitation on Ascariasis, Diarrhoea, Dracunculiasis, Hookworm Infection, Schistosomiasis, and Tracoma. *Bull. OMS* 69, 609-21.

Fewtrell, L., Kaufmann, R. B., Kay, D., Enanoria, W., Haller, L. & Colford, J. M. Jr. (2005). Water, Sanitation, and Hygiene Interventions to Reduce Diarrhoea in Less Developed Countries: A Systematic Review and Meta-analysis. *Lancet Infect Dis* 5: 42-52.

Figueroa, M. E. & Kincaid, D. L. (2010). Social, Cultural and Behavioral Correlates of Household Water Treatment and Storage. Center Publication HCI 2010-1: Health Communication Insights, Baltimore: Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Center for Communication Programs. Disponible (en inglés) en: [www.jhuccp.org/sites/all/files/Household%20Water%20Treatment%20and%20Storage%202010.pdf](http://www.jhuccp.org/sites/all/files/Household%20Water%20Treatment%20and%20Storage%202010.pdf)

Graf, J., Meierhofer, R., Wegelin, M. & Mosler, HJ. (2008). Water Disinfection and Hygiene Behaviour in an Urban Slum in Kenya: Impact on Childhood Diarrhoea and Influence of Beliefs. *International Journal of Environmental Health Research*, 18(5), 335-355. Disponible (en inglés) en: [www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index\\_EN](http://www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index_EN)

Hagan, J. M., Harley, N., Pointing, D., Sampson, M., Smith, K. & Soam, V. (2009). Ceramic Water Filter Handbook, Version 1.1. Resource Development International, Phnom Penh, Camboya. Disponible (en inglés) en: [www.rdic.org/waterceramicfiltration.htm](http://www.rdic.org/waterceramicfiltration.htm)

Hanson, M. & Powell, K. (2006). Procter & Gamble and Population Services International (PSI): Social Marketing for Safe Water. París, *Institut Européen d'Administration des Affaires*.

Heri, S. & Mosler, H. J. (2008). Factors Affecting the Diffusion of Solar Water Disinfection: A Field Study in Bolivia. *Health EducBehav*, 2008; 35; 541. Disponible (en inglés) en: [www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index\\_EN](http://www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index_EN)

Hörman, A., Rimhanen-Finne, R., Maunula, L., von Bonsdorff, C. H., Rapala, J., Lahti, K. & Hänninen, M. L. (2004). Evaluation of the Purification Capacity of Nine Portable, Small-Scale Water Purification Devices. *Water Science and Technology*. 02/2004; 50(1):179-83.

Hunter, P. (2009). Household Water Treatment in Developing Countries: Comparing Different Intervention Types Using Meta-Regression. *Environ Sci Technol*. 43(23):8991-7.

Hunter, P. R., Zmirou-Navier, D. & Hartemann, P. (2009). Estimating the Impact on Health of Poor Reliability of Drinking Water Interventions in Developing Countries. *Sci Total Environ*. 407(8):2621-4.

Hutton, G. & Haller, L. (2004). Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level. *Water, Sanitation and Health Protection of the Human Environment*, Organización Mundial de la Salud, Ginebra OMS/SDE/WSH/04.04.

Hutton, G., Haller, L., Bartram, J. (2007). Global Cost-Benefit Analysis of Water Supply and Sanitation Interventions. *J Water Health* 5(4):481-502.

Hutton, G., & Bartram, J. (2008). Regional and Global Costs of Attaining the Water Supply and Sanitation Target (Target 10) of the Millennium Development Goals. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/economic/cba\\_interventions/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/economic/cba_interventions/en/index.html)

International Finance Corporation (2009). *Safe Water for All: Harnessing the Private Sector to Reach the Underserved*. International Finance Corporation, World Bank Group, Washington D. C., EE.UU.. Disponible (en inglés) en: [www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/p\\_SafeWaterReport/\\$FILE/IFC\\_WaterReport.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/p_SafeWaterReport/$FILE/IFC_WaterReport.pdf)

International HIV/AIDS Alliance (2006). *All Together Now: Community Mobilization for HIV/AIDS*. Disponible (en inglés) en: [www.aidsalliance.org](http://www.aidsalliance.org)

Kremer, M., Miguel, E., Mullainathan, S., Null, C. & Zwane, A. (2008). *Trickle Down: Chlorine Dispensers and Household Water Treatment*. Workshop on Scaling Up the Distribution of Water Treatment Technologies, Universidad de Harvard, Cambridge, MA 12 de diciembre, 2008.

Kraemer, S. (2009). *Insights from the SODIS Project in Zimbabwe: Assessment of Adoption Factors and Recommendations for Effective promotion Strategies*. Eawag, Dübendorf. Disponible (en inglés) en: [www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index\\_EN](http://www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index_EN)

Luby, S. P., Mendoza, C., Keswick, B. H., Chiller, T. M. & Hoekstra, R. M. (2008). Difficulties in Bringing Point-of-Use Water Treatment to Scale in Rural Guatemala. *Am J Trop Med Hyg* 78(3):382-387.

Makutsa, P., Nzaku, K., Ogutu, P., Barasa, P., Ombeki, S., Mwaki, A. and Quick, R. (2001). Challenges in Implementing a Point-of-Use Water Quality Intervention in Rural Kenya. *Am J Pub. Health* 91(10): 1571-1573.

Mausezahl, D., Christen, A., Duran Pacheco, G., Tellez, F. A., Iriarte, M., *et al.* (2009). Solar Drinking Water Disinfection (SODIS) to Reduce Childhood Diarrhoea in Rural Bolivia: A Cluster-Randomized, Controlled Trial. *PLoS Med* 6(8): e1000125. doi:10.1371/journal.pmed.1000125.

Ministry of Health and Social Welfare, Tanzania (2009). Report on The International Conference on Household Safe Water Management for Waterborne Disease Control, 4-6 de febrero, 2009. Bagamoyo, Tanzania.

Mintz, E., Bartram, J., Lochery, P. & Wegelin, M. (2001). Not Just a Drop in the Bucket: Expanding Access to Point-of-Use Water Treatment Systems. *Am. J. Pub. Health* 91(10): 1565-70.

Moser, S., Heri, S., & Mosler, H. J. (2005). Determinants of the Diffusion of SODIS, A Quantitative Field Study in Bolivia, Summary Report. Duebendorf, Suiza: Eawag. Disponible (en inglés) en: [www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index\\_EN](http://www.sodis.ch/methode/forschung/publikationen/index_EN)

Namsaat (2001). Promoting Options for Cleaner, Healthier Lives: Translating Sector Strategy into Better Hygiene Practices in Lao PDR. Water and Sanitation Program for East Asia and the Pacific. Laos. Disponible (en inglés) en: [www.sulabhenvi.in/admin/upload/pdf\\_upload/eap\\_lao\\_translating.pdf](http://www.sulabhenvi.in/admin/upload/pdf_upload/eap_lao_translating.pdf)

Ngai, T. (2010). Characterizing the Dissemination Process of Household Water Treatment Systems in Developing Countries. Dissertation Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy. Centre for Sustainable Development, Department of Engineering, Universidad de Cambridge, Reino Unido.

Olembo, L., Kaona, F. A. D., Tuba, M., Burnham, G. (2004). Safe Water Systems: An Evaluation of the Zambia Chlorin Program. Universidad Johns Hopkins, Baltimore, EE.UU..

Organización Mundial de la Salud (2002). *World Health Report 2002: Reducing Risks, Promoting Healthy Life*. Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.who.int/whr/2002/en/](http://www.who.int/whr/2002/en/)

Organización Mundial de la Salud (2003). *Domestic Water Quantity, Service, Level and Health*. Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.emro.who.int/ceha/pdf/Doc-Domestic.pdf](http://www.emro.who.int/ceha/pdf/Doc-Domestic.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2004). *The World Health Report 2004: Changing History*. Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.who.int/whr/2004/en/](http://www.who.int/whr/2004/en/)

Organización Mundial de la Salud (2004). *Inheriting the World: The Atlas of Children's Health and the Environment*. Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.who.int/ceh/publications/atlas/en/](http://www.who.int/ceh/publications/atlas/en/)

Organización Mundial de la Salud (2006). *Guidelines for Drinking Water Quality, Third Edition*. Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/index.html)

Organización Mundial de la Salud (2007). *Combating Waterborne Disease at the Household Level. International Network to Promote Household Water Treatment and Safe Storage*. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.who.int/household\\_water/advocacy/combating\\_disease/en/index.html](http://www.who.int/household_water/advocacy/combating_disease/en/index.html)

Organización Mundial de la Salud (2008). *Water Quality Interventions to Prevent Diarrhoea: Cost and Cost-Effectiveness*. Ginebra, Suiza. Disponible en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/economic/prevent\\_diarrhoea.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/economic/prevent_diarrhoea.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2008). *Essential Prevention and Care Interventions for Adults and Adolescents Living with HIV in Resource-Limited Settings*. Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.who.int/hiv/pub/prev\\_care/OMS\\_EPP\\_AFF\\_en.pdf](http://www.who.int/hiv/pub/prev_care/OMS_EPP_AFF_en.pdf)

Organización Mundial de la Salud (2011). *Evaluating Household Water Treatment Options: Health-based Targets and Microbiological Performance Specifications*. Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/household\\_water/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/household_water/en/index.html)

Organización Mundial de la Salud & UNICEF (2000). *Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y Saneamiento en 2000*. OMS/UNICEF, Ginebra/Nueva York.

Organización Mundial de la Salud & UNICEF (2006). *Core Questions on Drinking-Water and Sanitation for Household Surveys*. Disponible (en inglés) en: [www.wssinfo.org/pdf/WHO\\_2008\\_Core\\_Questions.pdf](http://www.wssinfo.org/pdf/WHO_2008_Core_Questions.pdf)

Organización Mundial de la Salud & UNICEF (2008). *Progress on Drinking Water and Sanitation: Special Focus on Sanitation*. UNICEF, Nueva York, EE.UU. & OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.wssinfo.org/en/40\\_MDG2008.html](http://www.wssinfo.org/en/40_MDG2008.html)

Organización Mundial de la Salud & UNICEF (2010). *Progress on Sanitation and Drinking-Water*. Centro de Prensa de la OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.wssinfo.org](http://www.wssinfo.org)

O'Reilly, C. E., Freeman, M. C., Ravani, M., Migele, J., Mwaki, A., Ayalo, M., Ombeki, S., Hoekstra, R. M., Quick, R. (2006). Evaluation of the Role of School Children in the Adoption of a School-Based Safe Drinking Water and Hygiene Intervention in Their Households.

O'Reilly, C. E., Freeman, M. C., Ravani, M., Migele, J., Mwaki, A., Ayalo, M., Ombeki, S., Hoekstra, R. M. & Quick, R. (2008). The Impact of a School-Based Safe Water and Hygiene program on Knowledge and Practices of Students and Their Parents — Nyanza Province, Western Kenya, 2006. *Epidemiology and Infection* (2008), 136:80-91. Disponible (en inglés) en: <http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=1585664>

Parker, A. (2009). *How Can Water & Sanitation Services to the Urban Poor Be Scaled Up?* Water & Sanitation for the Urban Poor, Londres, Inglaterra. Disponible (en inglés) en: [www.wsup.com/documents/Howtoscaleup23Dec09.pdf](http://www.wsup.com/documents/Howtoscaleup23Dec09.pdf)

Parker, A., Stephenson, R., Riley, P., Ombeki, S., Komolleh, C., Sibley, L. & Quick, R. (2006). Sustained High Levels of Stored Drinking Water Treatment and Retention of Hand Washing Knowledge in Rural Kenyan Households Following a Clinic-based Intervention. *Epi Infect* 2006; 134(5):1029-36.

Population Services International (2010). *About PSI*. Disponible (en inglés) en: [www.psi.org](http://www.psi.org)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2006). Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Nueva York, EE.UU.. Disponible en: [http://hdr.undp.org/en/media/HDR\\_2006\\_ES\\_Complete.pdf](http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2006_ES_Complete.pdf)

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2002). Vital Water Graphics. Disponible en: [www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/water/vitalwater/21.htm](http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/water/vitalwater/21.htm)

Proyecto POUZN (2007). Best Practices in Social Marketing Safe Water Solution for Household Water Treatment: Lessons Learned from Population Services International Field Programs. The Social Marketing Plus for Diarrheal Disease Control: Point-of-Use Water Disinfection and Zinc Treatment (POUZN) Project, Abt Associates Inc., Bethesda, MD, EE.UU..

Prüss-Üstün, A. & Corvalan, C. (2006). Preventing Disease Through Health Environment. Towards an Estimate of the Environmental Burden of Disease. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdiseasebegin.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdiseasebegin.pdf)

Rheingans & Dreibelbis, R. (2007). Disparities in Sûr'Eau use and Awareness: Results from the 2006 PSI TraC Survey (resultados preeliminares).

Roberts, L., Chartier, Y., Chartier, O., Malenga, G., Toole, M. & Rodka, H. (2001). Keeping Clean Water Clean in a Malawi Refugee Camp: A Randomized Intervention Trial. *Boletín de la Organización Mundial de la Salud*, 79:280–287.

Rosa, G. & Clasen, T. (2010). Estimating the Scope of Household Water Treatment in Low- and Middle-Income Countries. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 82(2), 2010, pp. 289-300.

Ryan, K., Ray, C. & Sherris, J. (2003). *Sherris Medical Microbiology: An Introduction to Infectious Diseases*. McGraw Hill Medical.

Schmidt, W. P. & Cairncross, S. (2009). Household Water Treatment in Poor Populations: Is There Enough Evidence for Scaling Up Now? *Environ Sci Technol.* 43(4):986-92.

Sobsey, M. D. (2002). Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply. Ginebra, Suiza. (OMS/SDE/WSH/02.07)

Sobsey, M. D., Stauber, C. E., Casanova, L. M., Brown, J. M. & Elliott, M. A. (2008). Point of Use Household Drinking Water Filtration: A Practical, Effective Solution for Providing Sustained Access to Safe Drinking Water in the Developing World. *Environ Sci Technol.* 42(12):4261-7.

SODIS (2010). Proyectos, Asia, Laos. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Suiza. Disponible (en inglés) en: [www.sodis.ch/projekte/asien/laos/index\\_EN](http://www.sodis.ch/projekte/asien/laos/index_EN)

UNICEF (2008). *Promotion of Household Water Treatment and Safe Storage in UNICEF WASH Programmes*. Disponible (en inglés) en: [www.unicef.org/wes/files/Scaling\\_up\\_HWTS\\_Jan\\_25th\\_with\\_comments.pdf](http://www.unicef.org/wes/files/Scaling_up_HWTS_Jan_25th_with_comments.pdf)

UNICEF (2009). *UNICEF Strategies on Scaling Up HWTS*. Presentación. V Foro Mundial del Agua, Estambul, Turquía. Marzo, 2009.

United States Agency for International Development (2010). Access and Behavioral Outcome Indicators for Water, Sanitation and Hygiene. USAID Hygiene Improvement Project, Washington D.C., EE.UU.. Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNADW489.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADW489.pdf)

United States Environmental Protection Agency (2007). EPA's Environmental Technology Verification Program Fact Sheet. EPA/600/F-07/005. Disponible en: [www.epa.gov/etv/index.html](http://www.epa.gov/etv/index.html)

Universidad Johns Hopkins (2009). AmanTirta, Safe Water Systems. Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, the Centre for Communications Programs. Disponible (en inglés) en: [www.jhuccp.org/node/755](http://www.jhuccp.org/node/755)

Waddington, H., Snilstveit, White, H. & Fewtrell, L. (2009). Water, Sanitation and Hygiene Interventions to Combat Childhood Diarrhoea in Developing Countries. Delhi: International Initiative for Impact Evaluation.

Water and Sanitation Program (2002). Learning What Works for Sanitation: Revisiting Sanitation Success in Cambodia. Water and Sanitation Program, East Asia and the Pacific Region. Jakarta, Indonesia. Disponible en: [www.wsp.org](http://www.wsp.org)

Water Quality Association (s.f.). *Water Classifications*. Disponible en: [www.pacificro.com/watercla.htm](http://www.pacificro.com/watercla.htm)

Wood, C. (2008). *Dry Spring: The Coming Water Crisis of North America*. Raincoast Books, Vancouver, Canadá.

Wright, J., Gundry, S. & Conroy, R. (2004). Household Drinking Water in Developing Countries: A Systematic Review of Microbiological Contamination Between Source and Point-of-Use. *Journal of Tropical Medicine and International Health*. Vol. 9, No. 1, pp. 106–117, enero 2004.

# **Anexo A – Hojas informativas sobre contaminantes químicos**

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Arsénico

### Fuentes

El arsénico puede ocurrir de manera natural en aguas subterráneas y en algunas aguas superficiales. Es uno de los más grandes problemas químicos en los países en desarrollo. La OMS considera que el arsénico es una alta prioridad para el análisis de fuentes de agua potable (OMS, 2006).

Se pueden encontrar altos niveles de arsénico en agua proveniente de pozos profundos en más de 30 países, incluyendo India, Nepal, Bangladesh, Indonesia, Camboya, Vietnam, la República Democrática Popular Lao, México, Nicaragua, El Salvador y Brasil. Solo en el sur de Asia se estima que de 60 a 100 millones de personas se ven afectadas por niveles no seguros de arsénico en su agua potable. Bangladesh es el país más severamente afectado, donde 35 a 60 millones de sus 130 millones de personas están expuestas a agua contaminada con arsénico. Es posible que se encuentre arsénico en otras localidades en cuanto se hagan pruebas más extensivas.

### Potenciales efectos de salud

El arsénico es venenoso, por lo tanto si las personas toman agua o comen alimentos contaminados con arsénico durante varios años, ellas presentan problemas de salud crónicos que se llaman arsenicosis.

La melanosis es el primer síntoma de tomar agua contaminada con arsénico durante varios años. La melanosis son las manchas claras u oscuras en la piel de las personas, a menudo en el pecho, espalda o palmas. El siguiente paso es que se desarrollan bultos de piel endurecida en las palmas y pies de las personas – denominadas queratosis. El beber grandes cantidades de arsénico durante un tiempo más largo puede causar cáncer en los pulmones, la vejiga, los riñones y la próstata. El arsénico también puede causar enfermedades vasculares, efectos neurológicos y defectos de desarrollo en infantes.

La arsenicosis puede ser revertida parcialmente y tratada en las etapas iniciales asegurándose que la gente deje de tomar agua contaminada con arsénico y mejorando su nutrición. Al momento no hay una cura efectiva para el envenenamiento por arsénico. La única prevención es beber agua que tenga niveles seguros de arsénico.

Según la PNUD (2006), el costo humano proyectado para los siguientes 50 años incluye 300.000 muertes por cáncer y 2,5 millones de casos de envenenamiento por arsénico.

### Lineamientos de la OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el arsénico es una alta prioridad para en análisis de fuentes de agua potable. La OMS sugiere que el agua potable debe tener menos de 0,01 mg/L de arsénico. (0,01 mg/L es igual a 10 µg/L ó 10 ppb.)

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Arsénico

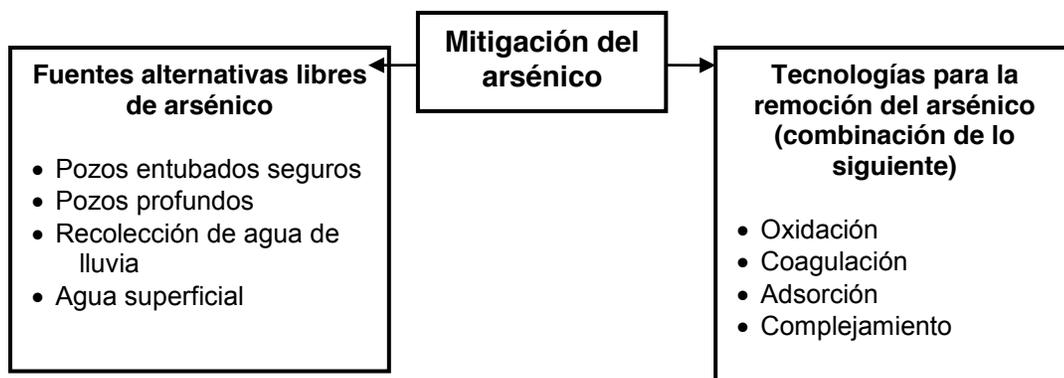
Valor de referencia de la OMS para arsénico en el agua potable < 0,01 mg/L

Muchos países tienen sus propias normas que son menos estrictas que los lineamientos de la OMS, que van de 0,025 mg/L a 0,05 mg/L (25-50 ppb). Muchos países de sureste de Asia que tienen problemas de arsénico han adoptado una norma temporal de 0,05 mg/L debido a que es difícil hacer análisis de manera precisa a 0,01 mg/L y tratar el agua para cumplir con ese estándar.

### Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

Una forma de lidiar con el arsénico en aguas subterráneas es usar una fuente de agua potable diferente, tal como agua de lluvia o agua superficial. Algunas personas recolectan y almacenan el agua de la lluvia y la usan para beber y cocinar en lugar de agua de pozo contaminada con arsénico. Si las personas cambian su fuente de agua a agua superficial, probablemente necesitarán tratar el agua para eliminar la turbidez y los patógenos.

Si las personas no pueden cambiar a una fuente de agua que no tiene arsénico, hay diferentes tecnologías que se han desarrollado para eliminar el arsénico del agua. Cada tecnología tiene sus ventajas y limitaciones. Muchas de estas tecnologías se usan en Bangladesh donde el problema del arsénico es extendido. Vea la *Hoja Informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario para la remoción del arsénico* para mayor información sobre las diferentes tecnologías.



# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Arsénico

### Referencias

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2006). Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: Poder, pobreza, y crisis mundial del agua. New York, USA. Disponible en español en: <http://hdr.undp.org/es/informes/mundial/idh2006/>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2008). *Guías para la calidad del agua potable* (3ª edición). Ginebra (Suiza). Disponible en español en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html)

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja de datos: Fluoruro

### Fuentes

El fluoruro puede aparecer naturalmente en el agua subterránea y a veces en el agua superficial. El agua potable es normalmente la principal fuente de exposición al fluoruro. Fuentes en la dieta y también la quema de carbón de alto contenido de fluoruro son otros mayores contribuyentes en algunas regiones.

Altos niveles de fluoruro se pueden encontrar naturalmente en muchas áreas del mundo incluyendo África, el Mediterráneo oriental y en el sur de Asia. Una de las zonas más conocidas con alto fluoruro se extiende desde Turquía a través de Irak, Irán, Afganistán, India, el norte de Tailandia y China. Sin embargo, hay muchas otras áreas con fuentes de agua que contienen altos niveles de fluoruro y que representan un riesgo para aquellos que beben el agua, sobre todo en las partes del Gran valle del Rift en África. Es posible que se pueda encontrar fluoruro en otros lugares, en cuanto se hagan haciendo pruebas más exhaustivas.

### Efectos potenciales sobre la salud

Una pequeña cantidad de fluoruro en el agua generalmente es buena para el fortalecimiento de los dientes y la prevención de caries. El fluoruro se agrega a algunos sistemas de agua de ciudad y en determinados productos para proteger los dientes como pastas de dientes y enjuagues bucales.

Generalmente, pequeñas cantidades de fluoruro son buenas para los dientes. Pero en mayores cantidades a lo largo del tiempo, puede causar fluorosis dental y dañar los dientes de las personas tiñéndolos y provocando picaduras. Durante muchos años, el fluoruro se acumula en los huesos de las personas, dando lugar a la fluorosis esquelética caracterizada por la rigidez y el dolor en las articulaciones. En casos graves, puede causar cambios en la estructura ósea y efectos incapacitantes. Los bebés y los niños están en mayor riesgo de altas cantidades de fluoruro, ya que sus cuerpos aún están creciendo y desarrollándose.

Actualmente no existe una cura efectiva para la fluorosis, la única prevención es beber agua que tiene niveles seguros de fluoruro.

### Guía de la OMS

La OMS sugiere que el agua potable debe tener entre 0,5 y 1,0 mg/l de fluoruro para proteger los dientes. En muchas ciudades del mundo se agrega fluoruro al agua potable para alcanzar este nivel.

Cantidades más altas de fluoruro de entre 1,5 y 4,0 mg pueden causar fluorosis dental. Cantidades muy altas de fluoruro, superior a 10,0 mg/l pueden causar fluorosis esquelética. Esta es la razón por la que la OMS indica que el agua potable no debería tener más de 1,5 mg/l de fluoruro.

# Contaminantes químicos en el agua potable

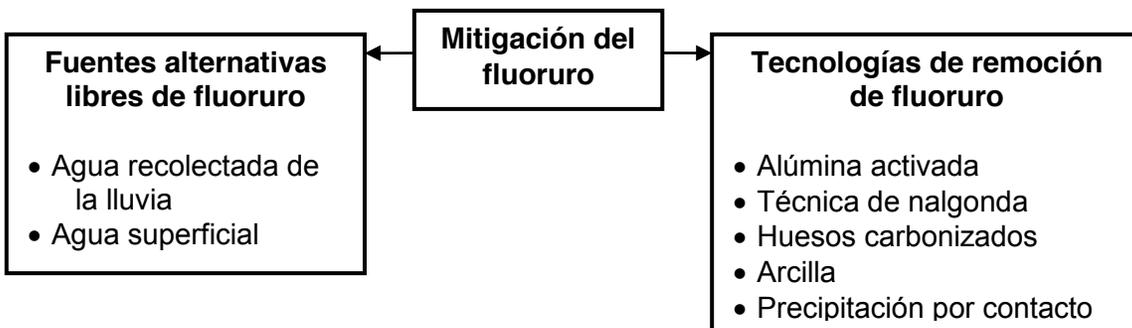
## Hoja de datos: Fluoruro

Guía de la OMS para fluoruro en el agua potable <1,5 mg / L

### Opciones de tratamiento de agua a nivel domiciliario

La mejor manera de lidiar con fluoruro el agua subterránea es encontrar una fuente diferente de agua potable, tales como agua de lluvia o agua superficial. Algunas personas recogen y almacenan el agua de lluvia durante la temporada de lluvias y la utilizan para beber o diluir el agua subterránea durante el resto del año. Esto ayuda a reducir la cantidad de fluoruro en el agua y ayuda a que sea más segura para beber. Si la gente cambia su fuente de agua a agua superficial, probablemente necesitarán tratar el agua para remover la turbidez y los patógenos.

Muchas de las áreas que tienen contaminación de fluoruro son áridas y no hay fuentes alternativas de agua disponibles. Están apareciendo tecnologías para el tratamiento de agua a nivel domiciliario para remover el fluoruro del agua. Se necesita más investigación para encontrar una tecnología sencilla, asequible y disponible a nivel local que se pueda utilizar fácilmente en los hogares.



### Referencias

Fawell, J., Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E., Fewtrell, L. y Y. Magara (2006). Fluoride in Drinking-water. Organización Mundial de la Salud. IWA Publishing, Londres, Reino Unido Disponible en:  
[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/fluoride\\_drinking\\_water/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water/en/index.html)

Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la calidad del agua potable, tercera edición. Ginebra, Suiza. Disponible en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html)

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Hierro

### Fuentes

El hierro se puede encontrar de manera natural en las aguas subterráneas y en algunas aguas superficiales (arroyos, ríos y algunos pozos excavados a poca profundidad). Algunas zonas del planeta cuentan de manera natural con grandes cantidades de este metal en sus aguas subterráneas. Asimismo, podemos encontrarlo en el agua potable que circula por tuberías de hierro fundido o de acero oxidado.

El hierro puede estar disuelto o suspendido en el agua. Si el agua subterránea procede de un pozo profundo, es probable que el hierro esté disuelto y no sea visible. Sin embargo, una vez que el hierro entra en contacto con el aire, el agua suele adquirir un color negro o anaranjado. Si el agua superficial contiene hierro, éste estará disuelto y le dará un color rojo o anaranjado.

El hierro es una molestia, ya que niveles altos de este metal pueden dar lugar a un color y un sabor desagradables y teñir la comida, las tuberías y la ropa. Algunos tipos de bacterias utilizan el hierro disuelto como fuente de energía y dejan restos rojizos viscosos que pueden obstruir las tuberías.

### Efectos potenciales para la salud

Beber agua con altas concentraciones de hierro no hace que la gente se enferme. Sin embargo, este metal puede cambiar el color y el olor del agua, lo que puede dar lugar a que la gente no utilice dicha agua y elija otra fuente, que podría estar contaminada.

### Valores de referencia de la OMS (Organización Mundial de la Salud)

La OMS no cuenta con una directriz sobre la presencia de hierro en el agua potable, ya que no tiene efectos negativos para la salud.

Por lo general, a la gente no le gusta el sabor y olor del agua potable que contiene más de 0,3 mg/L de hierro. Las personas están acostumbradas a beber agua de pozos anaerobios pueden considerar aceptables concentraciones de entre los 1,0 y 3,0 mg/L.

Los niveles de hierro superiores a 0,3 mg/L pueden teñir las tuberías y la ropa durante el lavado.

Además, la presencia de hierro puede favorecer el crecimiento de bacterias que pueden obstruir las tuberías.

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Hierro

**No existe ningún valor de referencia de la OMS sobre la presencia de hierro en el agua potable**

### Opciones de tratamiento del agua a nivel domiciliario (TAND)

Hay varias opciones tecnológicas que pueden combinarse para eliminar el hierro del agua potable, en función del nivel de contaminación. Entre las opciones domésticas más prácticas se encuentran la aireación (para precipitar el hierro disuelto), la sedimentación y, por último, la filtración (para eliminar las partículas de hierro que permanecen en suspensión).

Eliminar el hierro suspendido puede ser muy sencillo. Sólo hay que dejar que el agua repose en un recipiente durante un cierto período de tiempo (desde unas pocas horas hasta unos pocos días), para después decantarla o filtrarla usando una tela. Por último, hay que depositar el residuo de hierro en un lugar seguro.

Los filtros de bioarena o de cerámica, que están diseñados principalmente para eliminar patógenos, pueden utilizarse también para retirar parte del hierro del agua potable. Altos niveles de hierro pueden hacer que estos filtros se obstruyan más rápidamente, lo que requiere un mantenimiento más frecuente y puede reducir la eficiencia de eliminación de los patógenos. En este caso, se recomienda sedimentar el agua con antelación.

### Referencias

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2008). *Guías para la calidad del agua potable* (3ª edición). Ginebra (Suiza). Disponible en español en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/gdwg3rev/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwg3rev/es/index.html)

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Manganeso

### Fuentes

El manganeso puede encontrarse naturalmente en aguas subterráneas o superficiales, y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Sin embargo, las actividades de los seres humanos también podrían ser responsables de la contaminación del agua con manganeso en algunas zonas.

En el agua, el manganeso puede hallarse en dos estados: disuelto o en suspensión. Si el agua subterránea proviene de un pozo profundo, el manganeso podría estar disuelto y no ser visible. En aguas superficiales, el manganeso puede estar disuelto o en suspensión. El agua con niveles elevados de manganeso en suspensión por lo general es de color negro o presenta escamas negras.

El manganeso ocasiona problemas similares a los causados por el hierro. Las grandes concentraciones pueden ennegrecer el agua. También pueden producir un sabor desagradable, manchar las tuberías y la ropa, y formar capas de sedimentos en las tuberías. Asimismo, algunos tipos de bacterias se alimentan de manganeso y depositan partículas color marrón o negro que también pueden tapar las cañerías.

### Potenciales efectos en la salud

Las personas necesitan pequeñas cantidades de manganeso para mantenerse saludables y los alimentos son la mayor fuente para los seres humanos. Sin embargo, un exceso de manganeso podría tener consecuencias neurológicas adversas.

Además, los niveles elevados de manganeso pueden ennegrecer el agua, lo cual podría hacer que las personas no la utilicen y elijan en cambio otra fuente de agua, que podría estar contaminada.

### Recomendaciones de la OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el agua potable no contenga más de 0,4 mg/litro de manganeso. El valor de referencia saludable para el manganeso es cuatro veces superior al umbral de aceptabilidad de 0,1 mg/litro.

Por lo general, a las personas no les agrada el sabor del agua potable que contiene más de 0,1 mg/litro de manganeso. Además, los niveles superiores a 0,1 mg/litro pueden manchar las tuberías, la ropa cuando se lava o la comida cuando se cocina. Incluso niveles de 0,2 mg/litro podrían formar capas negras de sedimento en las tuberías de distribución, que se desprenden y transfieren al agua en forma de pequeñas escamas negras.

La presencia de manganeso también podría ocasionar el crecimiento de bacterias que pueden tapar las tuberías.

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Manganeso

Valor de referencia de la OMS – Concentración de manganeso en agua potable < 0,4 mg/litro

### Opciones para el tratamiento del agua a nivel domiciliario

Las opciones para tratar el manganeso son similares a las del hierro, aunque los índices de eliminación no son tan altos. Existen distintas opciones tecnológicas que pueden combinarse para ayudar a eliminar el manganeso del agua potable, dependiendo del nivel de contaminación. Las opciones prácticas que pueden usarse a nivel domiciliario incluyen la aireación para la precipitación del manganeso que esté disuelto, la sedimentación y luego la filtración para eliminar cualquier partícula de manganeso en suspensión.

Eliminar el manganeso en suspensión puede ser tan simple como dejar el agua en reposo en un contenedor durante un período de algunas horas hasta algunos días para que decante, o filtrar el agua con una tela. Los residuos de manganeso tendrán que ser desechados en un lugar seguro.

Los filtros de bioarena o de cerámica, que están diseñados principalmente para eliminar patógenos, también pueden utilizarse para eliminar parte del manganeso del agua potable. Las grandes concentraciones de manganeso podrían ocasionar que esos filtros se tapen más rápido, lo cual requeriría de un mantenimiento más frecuente y reduciría la eficacia para eliminar patógenos. En este caso, se recomienda sedimentar el agua de antemano.

### Referencias

Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la calidad del agua potable, tercera edición. Ginebra, Suiza. Disponible en español en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html)

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Nitrato y Nitrito

### Fuentes

El nitrato y el nitrito son sustancias químicas que ocurren naturalmente en el medioambiente y que forman parte del ciclo del nitrógeno. Los nitratos se suelen utilizar en fertilizantes y para la agricultura, mientras que los nitritos se usan como conservantes alimentarios, especialmente en carnes preparadas.

Los niveles de nitrato, tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales normalmente son bajos, sin embargo, pueden incrementarse si existe lixiviación o escorrentía de fertilizantes agrícolas, o por contaminación de heces humanas o animales. El nitrito se forma como consecuencia de la actividad microbiana y puede producirse de forma intermitente.

### Potenciales efectos sobre la salud

Una exposición aguda (breve pero intensa) a altos niveles de nitrato y nitrito puede ocasionar serios problemas de salud. El principal problema de salud es la metahemoglobinemia, o síndrome del bebé azul, que afecta a niños alimentados con fórmula preparada a partir de agua potable. Este síndrome causa dificultades respiratorias, y debido a la falta de oxígeno la piel se vuelve de color azulado. Se trata de una enfermedad muy grave que puede llegar a ser mortal.

### Directrices de la OMS (Organización Mundial de la Salud)

La OMS indica que el agua potable debería tener menos de 50 mg/l de nitrato para proteger a los niños alimentados con biberón (tiempo de exposición breve) contra la metahemoglobinemia. En la mayoría de los países el nivel de nitratos en las aguas superficiales no supera los 19 mg/l, aunque habitualmente sí sobrepasa los 50 mg/l en el agua de los pozos. (OMS; 2006)

En el caso del nitrito, los niveles deberían ser inferiores a 3 mg/l para proteger a los niños contra la metahemoglobinemia (tiempo de exposición breve). Existe un valor provisional para casos de largas exposiciones al nitrito establecido en menos de 0,2 mg/l. Dicho valor se considera provisional puesto que se desconoce cuáles son los efectos crónicos del nitrito sobre la salud humana, y nuestro nivel de susceptibilidad.

**Valor de referencia de la OMS para el nitrato en el agua potable < 50 mg/L**

**Valor de referencia de la OMS para el nitrito en el agua potable < 3 mg/L  
(exposición breve)**

**Valor de referencia provisional de la OMS para el nitrito en el agua potable < 0,2  
mg/L (exposición prolongada)**

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja informativa: Nitrato y Nitrito

### Opciones de tratamiento del agua a nivel domiciliario

La mejor manera de evitar el nitrato y nitrito de las aguas superficiales y subterráneas es usar una fuente de agua potable alternativa, como el agua de lluvia. Algunas personas recolectan y almacenan el agua de lluvia para beber, cocinar y preparar biberones. En caso de comenzar a utilizar agua superficial en vez de aguas subterráneas, probablemente será necesario tratarla para eliminar la turbiedad y los patógenos.

Los altos niveles de nitrato se relacionan a menudo con altos niveles de contaminación microbiológica, ya que los nitratos provienen de aguas residuales y aguas negras. Si se detectan altos niveles de nitrato se debería tratar el agua para eliminar la potencial contaminación microbiológica.

La OMS (2006) sugiere que los altos niveles de nitrito se podrían reducir a niveles aceptables a través de la cloración.

### Referencias

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2008). *Guías para la calidad del agua potable* (3ª edición). Ginebra (Suiza). Disponible en español en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html)

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja de datos: Sólidos disueltos totales

### Fuentes

Sólidos disueltos totales (SDT) es el término utilizado para describir las sales inorgánicas (principalmente el cloruro de sodio, así como el calcio, magnesio y potasio) y pequeñas cantidades de materia inorgánica que está disuelta en el agua. Técnicamente, cualquier cosa que se disuelve en el agua contribuye al nivel de SDT.

Hay lugares del mundo que tienen cantidades de SDT naturalmente altas en el agua potable. El SDT en el agua potable proviene de fuentes naturales y en menor medida de las aguas negras, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Los acuíferos salobres o salinos pueden existir naturalmente o desarrollarse a través del tiempo en regiones costeras con la infiltración del agua de mar debido a la disminución de la profundidad del acuífero.

- Dulce: <1.000 mg/litro SDT
- Salobre: 1.000 - 5.000 mg/litro SDT
- Altamente salobre: 5.000 - 15.000 mg/litro SDT
- Salina: 15.000 - 30.000 mg/litro SDT
- Agua de mar: 30.000 - 40.000 mg/litro SDT

Water Quality Association

Al agua dulce con niveles altos o bajos de SDT se le llama a menudo agua “dura” o “blanda”, respectivamente. El agua dura recibió ese nombre porque necesita más jabón para conseguir espuma y hace que el agua sea “difícil” para trabajar. El jabón es menos efectivo con el agua dura debido a su reacción con el calcio y el magnesio; lo que conduce a un alto uso de jabón para lavar la ropa y bañarse. Además, el agua dura (>500 mg/litro) puede dejar un residuo, lo que puede causar una acumulación de sarro en ollas y tuberías.

Generalmente, se prefiere el agua blanda para lavar la ropa, bañarse y cocinar.

### Efectos potenciales sobre la salud

Beber agua con altas concentraciones de sólidos disueltos totales no hará que la gente se enferme.

Aunque no existen problemas de salud directos, la presencia de sólidos disueltos en el agua puede afectar su sabor. La gente generalmente prefiere el gusto del agua dura debido a los minerales disueltos, sin embargo concentraciones elevadas de SDT pueden causar un sabor amargo o salado. De acuerdo con la OMS (2003), la aceptabilidad del agua potable ha sido evaluada por un panel de catadores en relación con sus concentraciones de SDT de la siguiente manera:

- excelente, menos de 300 mg/litro
- buena, entre 300 y 600 mg/litro
- regular, entre 600 y 900 mg/litro
- mala, entre 900 y 1200 mg/litro (por ejemplo: agua salobre)
- inaceptable, mayor a 1200 mg/litro (por ejemplo: agua salina)

# Contaminantes químicos en el agua potable

## Hoja de datos: Sólidos disueltos totales

Algunas personas pueden sentir el gusto de la sal en el agua potable a niveles de alrededor de 500 mg/l y esto puede hacer que no la usen y elijan otra fuente de agua en su lugar, posiblemente contaminada.

El agua con concentraciones de SDT extremadamente bajas (por ejemplo, el agua de lluvia) también puede ser considerada inaceptable debido a su sabor insípido.

### Guía de la OMS

La OMS no tiene una guía sugerida para los sólidos disueltos totales ya que se produce en el agua potable en niveles muchos menores que las que pueden producir efectos tóxicos. Mucha gente rechaza el agua potable debido al olor, gusto y color a un nivel mucho más bajo de lo necesario para producir daño. Generalmente, a la gente no le gusta el sabor del agua que tiene más de 500 mg/L de SDT.

**No hay guía de la OMS para sólidos disueltos totales en agua potable**

### Opciones de tratamiento de agua a nivel domiciliario

Hay algunas opciones limitadas para eliminar los sólidos disueltos totales del agua potable en los hogares. La filtración no funciona ya que las materias químicas y orgánicas se disuelven en el agua. Los dispositivos de destilación ayudan a reducir los niveles SDT en el agua potable; sin embargo, puede que no sean prácticos o fáciles de usar a nivel domiciliario. Los sistemas de osmosis inversa para remover el SDT se están popularizando en los países industrializados, sin embargo, son relativamente caros y necesitan un suministro de energía.

### Referencias

Water Quality Association, Water Classifications. Disponible en:  
[www.pacificro.com/watercla.htm](http://www.pacificro.com/watercla.htm)

Organización Mundial de la Salud (2003). Total Dissolved Solids in Drinking-Water: Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality de la Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Disponible en:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/tds/en/#](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds/en/#)

Organización Mundial de la Salud (2006). Guidelines for Drinking Water Quality, tercera edición. Ginebra, Suiza. Disponible en:  
[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/fluoride\\_drinking\\_water/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water/en/index.html)

# **Anexo B – Hojas informativas sobre el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro**

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: protección de fuentes

## Proceso del tratamiento



## Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Un poco efectivo para:	Nada efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación local de la fuente de agua</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación natural</li> <li>Contaminantes vertidos en una zona aguas arriba de la fuente de agua</li> </ul>

### ¿Qué es la protección de fuentes?

Hay muchos problemas de contaminación que podrían amenazar la calidad del agua potable en la fuente, en el punto de recolección o durante su transporte. La protección de la fuente puede reducir o eliminar el riesgo de contaminación, dando como resultado una mejora en la calidad del agua y una reducción en el riesgo de la contracción de enfermedades. La protección de la fuente debería ser lo primero que se hace en el método de barreras múltiples para el agua segura.

### ¿Qué causa la contaminación?

Los principales factores de riesgo para la contaminación en la fuente, en el punto de recolección y durante el transporte son:

- Mala selección de la fuente de agua
- Mala protección de la fuente de agua contra cualquier tipo de contaminación (por ej. escapes de agua contaminada con abonos y fertilizantes)
- Diseño pobre de estructura o construcción (por ej. falta de revestimiento o de cubiertas en pozos, sellado del tanque, juntas de tuberías de poca calidad)

- Deterioro o daño de las estructuras (por ej. las grietas pueden ser un punto de entrada para los contaminantes)
- Falta de conocimiento y prácticas de higiene y de saneamiento en la comunidad

### Prácticas de protección de fuentes

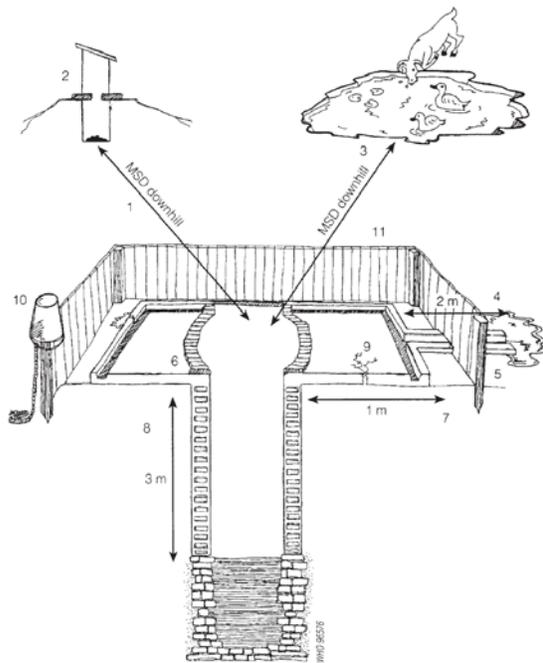
A continuación se proponen varias cosas que se pueden hacer para proteger las diferentes fuentes de agua de contra la contaminación y mejorar su calidad.

#### **Para todas las fuentes de agua y puntos de uso (donde se almacena o usa agua)**

- Ubique las letrinas aguas abajo y al menos a 30 metros de las fuentes de agua.
- Mantenga a los animales lejos usando cercos alrededor de la fuente de agua.
- Tenga una área separada para lavar la ropa y abrevar animales.
- Mantenga limpio y libre de excrementos y basura el entorno de la fuente de agua y los puntos de uso
- Plante árboles cerca de ríos y riachuelos y mantenga una área bien forestada arriba de la fuente para atrapar contaminantes y prevenir la erosión

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: protección de la fuente

- Proporcione un drenaje adecuado para prevenir que aguas residuales se empocen y que se convierten en agua estancada, lo que proporciona a los insectos vectores una zona ideal para reproducirse
- Mantenga y repare todos los elementos construidos y asegúrese que tanto las estructuras como la fuente del agua están físicamente selladas y libres de la entrada de contaminantes (por ej. de escorrentía superficial)
- Asegúrese de que el uso de la cuenca no contamina



Mantenga las distancias de separación entre las fuentes / puntos de recolección y letrinas, zonas de lavado y zonas donde los animales beben.

## Pozos excavados, pozos perforados y pozos tubulares:

- Revista los pozos excavados y perforados (proporcione un cierre hermético higiénico en los primeros 2 o 3 metros superiores)
- Mantenga el pozo protegido y cubierto y, en los pozos abiertos, construya un pretil alrededor

- Utilice un balde y una cuerda limpios, que estén designados solamente para uso en el pozo, además de un torno o una bomba manual para sacar agua del pozo. Guarde el balde en su propia plataforma, que esté cubierta, que esté limpia

- Construya una plataforma con el drenaje adecuado en el punto de recolección para prevenir que las aguas residuales y el lodo se empocen

## • Manantiales y sistemas de canalización de agua por gravedad.

- Establezca los manantiales construyendo muros de contención y cajas colectoras con mallas en las entradas
- Cave una acequia, un dique o canal de desviación de agua superficial sobre y alrededor del manantial
- Cierre la fuente herméticamente con una tapa sanitaria cuando sea posible para prevenir la filtración de la escorrentía superficial.
- Plante vegetación alrededor de la zona de captación pero asegúrese de que las raíces no puedan dañar ninguna estructura en el futuro.
- Ponga un cerco alrededor del manantial y de la zona de captación para prevenir la contaminación producida por la gente y por el ganado.
- Para sistemas de canalización por gravedad, proteja y conserve en buen estado los tanques de recolección y almacenaje, introduciendo las tuberías a 50 cm por debajo del suelo o, si es posible, a más.

## Ríos y Lagos:

- Sitúe las zonas para lavar y abrevar los animales aguas abajo y lejos de los lugares donde se recolecta el agua.

## Recolección de agua de lluvia:

- Recorte los árboles o cualquier tipo de vegetación que estén colgando arriba del área de captación

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: protección de la fuente

- Recoja y almacene el agua de lluvia en tanques cubiertos, que se deben limpiar periódicamente.
- Limpie la superficie de captación, canalones y filtros antes de que caiga la primera lluvia.
- Desvíe y no consuma el agua de la primera lluvia.
- Utilice un sistema del primer filtrado por el que se desechan los primeros milímetros

de agua procedente de cada lluvia, ya que contienen todo el polvo acumulado en el tejado o área de captación.

## Recolección y transporte de agua

Es vital que las personas recolecten agua en envases limpios y los mantengan cubiertos cuando transportan el agua desde la fuente hasta el punto de uso para prevenir que ésta se contamine.

## Información adicional

Davison et al. (2005) Water Safety Plans: Managing Drinking-water Quality from Catchment to Consumer. World Health Organization, Geneva, Switzerland. Disponible en: [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/wsp0506/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)  
*Bienestar a través del agua.... Potenciando a las personas globalmente*  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org)  
Email: [cawst@caust.org](mailto:cawst@caust.org)  
Última actualización: junio 2011

# Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliario y Almacenamiento Seguro

## Hoja Informativa: Coagulantes Químicos

### El proceso de tratamiento



### Capacidad de tratamiento potencial

Muy efectivo para:	Algo efectivo para:	No efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbidez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacteria</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmintos</li> <li>• Dureza</li> <li>• Sabor, olor, color</li> <li>• Químicos disueltos</li> </ul>

### ¿Qué son los coagulantes químicos?

El proceso de sedimentación puede ser acelerado añadiendo coagulantes al agua.

En los sistemas comunitarios de tratamiento de agua potable, es común que se usen coagulantes químicos aunque también existen aplicaciones de tratamiento de agua a nivel domiciliario.

Los principales químicos usados para coagulación son el sulfato de aluminio (alumbre), cloruro de polialuminio (también conocido como PAC), alumbre de potasio y sales de hierro (sulfato férrico o cloruro férrico).

En ocasiones se usa Cal ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ) para ablandar el agua, usualmente agua subterránea, precipitando el calcio, magnesio, hierro, manganeso y otros minerales que contribuyen a la dureza.

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Por lo general, las partículas que causan la turbidez (e.g. limo, arcilla) tienen cargas negativas lo que dificulta su aglomeración debido a la repulsión electrostática. Las partículas coagulantes están cargadas positivamente y se atraen químicamente a las partículas de turbidez, neutralizando la

carga negativa de la última. Al mezclar las partículas neutralizadas y luego acumularse (floculación) para formar partículas más grandes (flóculos) que se asientan con mayor rapidez. Los flóculos entonces pueden ser asentados o eliminados mediante filtración.

Algunas bacterias y virus pueden también adherirse a las partículas suspendidas en agua que causan la turbidez. Por lo tanto, el reducir los niveles de turbidez mediante coagulación puede también mejorar la calidad microbiológica del agua.

### Operación

Los usuarios siguen las instrucciones del fabricante y añaden la dosis preparada de coagulante al agua. El agua entonces se agita durante unos cuantos minutos para crear flóculos. Los flóculos entonces pueden ser asentados o eliminados mediante la filtración.



Bloque de alumbre (Crédito: [www.cdc.org](http://www.cdc.org))

# Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliario y Almacenamiento Seguro

## Hoja Informativa: Coagulantes Químicos Información Clave

### Calidad del agua de entrada

- No hay límites específicos

### Eficiencia del tratamiento

	Bacteria	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez
<b>Laboratorio</b>	>90 a >99% <sup>1</sup>	>90 a >99% <sup>1</sup>	>90 a >99% <sup>1</sup>	>90 a >99% <sup>1</sup>	No disponible
<b>Campo</b>	< 90% <sup>2</sup> 95% <sup>3</sup>	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible

<sup>1</sup> Sproul (1974), Leong (1982), Payment y Armon (1989) citado en Sobsey (2002)

<sup>2</sup> Ongerth (1990) citado en Sobsey (2002)

<sup>3</sup> Wrigley (2007)

- La máxima efectividad requiere un control cuidadoso de la dosis de coagulante, pH y consideración de la calidad del agua que se trata, así como la agitación
- La efectividad de los coagulantes químicos varía de uno a otro

### Criterios operativos

Flujo	Volumen del lote	Suministro diario del agua
No aplicable	Ilimitado	Ilimitado

- Se requiere seguir las instrucciones del fabricante

### Robustez

- Difícil de optimizar sin capacitación y equipo
- Requiere una cadena de suministro del coagulante y compras regulares

### Vida útil estimada

- 6 meses en forma líquida y 1 año en forma sólida

### Requerimientos de fabricación

#### Productores mundiales:

- Muchos productores alrededor del mundo

#### Producción local:

- La fabricación de la mayoría de los productos químicos es difícil y compleja y la producción local no es factible

### Mantenimiento

- Se debe almacenar los químicos en un lugar seco y lejos de los niños

### Costo directo

Costo de capital	Costo operativo	Costo de reemplazo
US\$ 0	US\$ 9-91/año <sup>1</sup>	US\$ 0

Nota: No se incluyen costos del programa, transporte y educación. Los costos varían dependiendo de la ubicación.

<sup>1</sup> Sobsey (2002). Se asumen 25 litros por domicilio / día.

# Tratamiento de Agua a Nivel Domiciliario y Almacenamiento Seguro

## Hoja Informativa: Coagulantes Químicos

## Información Clave

### Otros

- Se puede hacer pruebas en frascos para optimizar la efectividad de coagulantes específicos con fuentes de agua

### Referencias

Sobsey M. (2002). Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains From Improved Water Supply, Water, Sanitation and Health, Department of Protection of the Human Environment, World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Wrigley. T. (2007) Microbial Counts and Pesticide Concentrations in Drinking Water After Alum Flocculation of Channel Feed Water at the Household Level, in Vinh Long Province, Vietnam, Journal of Water and Health; 05:1.

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)  
*Bienestar a través del agua...fortaleciendo a las personas a nivel mundial*  
Calgary, Alberta, Canadá  
Página Web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org)  
Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última Actualización Junio del 2011

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Coagulantes naturales

## El Proceso de tratamiento



## Capacidad potencial de tratamiento

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

### ¿Qué son coagulantes naturales?

El proceso de sedimentación puede ser acelerado añadiendo coagulantes al agua.

La coagulación con extractos de vegetación natural y renovable ha sido ampliamente practicada desde tiempos inmemoriales. Existe una variedad de coagulantes naturales usados alrededor del mundo, dependiendo de su disponibilidad.

Extractos de las semillas de *Moringa oleifera* pueden ser usados, estos árboles existen extensamente en África, el Medio oriente y el subcontinente Indio. *Strychnos potatorum*, también conocido como semillas de nirmali (en inglés: clearing-nut), es encontrado en la India y es usado para el tratamiento de agua. La tuna (también conocido como nopal) es común y tradicionalmente usado en Latinoamérica. Existen reportes de otros coagulantes naturales utilizados como habas.

### ¿Cómo se remueve la contaminación?

Los coagulantes contienen grandes cantidades de proteínas solubles en agua que tienen una carga positiva cuando están

en solución. Las proteínas se unen a las partículas cargadas negativamente que son la causa de la turbidez (por ejemplo: arena, limo, arcilla)

La coagulación ocurre cuando las partículas cargadas positiva y negativamente son juntadas químicamente. Estas partículas entonces se acumulan (floculación) para formar partículas más grandes y pesadas (flóculos). Los flóculos pueden asentarse o



A. de Saint-Sauveur

Vainas con semillas de Moringa  
(Fuente: [www.moringanews.org](http://www.moringanews.org))

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Coagulantes naturales

ser removidos por filtración.

Las bacterias y los virus pueden unirse a las partículas suspendidas en el agua que causan la turbidez. Por consiguiente, al reducir los niveles de turbidez a través de la coagulación se podría también mejorar la calidad microbiológica del agua.

## Operación

Poca investigación ha sido hecha para optimizar y estandarizar el uso de coagulantes naturales. Su uso es usualmente transferido a través de conocimiento tradicional en las comunidades.

Generalmente, los coagulantes naturales no están disponibles en una forma lista para usar y necesitan ser preparados. Esto es usualmente hecho justo antes de usarse para mantener fresco el coagulante. Por ejemplo, la tuna necesita ser pelada y cortada, y las semillas de moringa necesitan ser secadas y trituradas hasta convertirlas en polvo.

Los usuarios añaden una dosis preparada de coagulante al agua. El agua es entonces agitada por unos pocos minutos para ayudar a crear los flóculos. Los flóculos pueden asentarse y el agua clara decantada, o pueden ser removidos por filtración.



Vaina con semillas de Moringa (Fuente: [www.hear.org](http://www.hear.org))



Semillas nirmali (Fuente: [www.farmwealthgroup.com](http://www.farmwealthgroup.com))



Tuna (nopal) (Fuente: Tennant, R., [www.freelargephotos.com](http://www.freelargephotos.com))

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro:

## Coagulantes naturales Datos claves

### Calidad del agua entrante

- No existen límites específicos

### Eficiencia del tratamiento

	Bacteria	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez
Laboratorio	90-99,99% <sup>1</sup> >96,0% <sup>3</sup>	No disponible	No disponible	No disponible	80-99,5% <sup>1</sup> 83,2-99,8% <sup>3</sup>
Campo	50% <sup>2</sup>	No disponible	No disponible	No disponible	95% <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Madsen et al. (1987). Análisis basados en *Moringa oleifera*.

<sup>2</sup> Tripathi et al. (1976); Able et al. (1984) citado en Sobsey, M. (2002). Análisis basados en *Strychnos potatorum*.

<sup>3</sup> Nkurunziza et al. (2009). Análisis basados en *Moringa oleifera*.

- Poca investigación ha sido hecha para evaluar la eficacia de coagulantes naturales
- La efectividad de coagulantes naturales varía de uno a otro coagulante

### Criterios de operación

Flujo	Volumen de lote	Suministro diario de agua
No aplica	Ilimitado	Ilimitado

- Poca investigación ha sido hecha para optimizar y estandarizar el uso de coagulantes naturales
- Generalmente, los coagulantes naturales necesitan ser sometidos a algún procesamiento antes de ser usados
- La preparación, uso y dosis varía de acuerdo al tipo de coagulante natural y fuente del agua

### Disponibilidad

- La disponibilidad depende de condiciones locales

### Vida útil estimada

- Los frijoles y semillas secos y pueden ser almacenados por largo tiempo
- La tuna necesita ser usada antes de que la baba se seque

### Requerimientos de fabricación

#### Productores mundiales:

- No aplicable

#### Producción local

- Cultivado y preparado localmente

#### Materiales:

- Coagulantes naturales (ejemplo: semillas de moringa, tuna)
- Herramientas varias (ejemplo: cuchillo)

#### Sitios de fabricación:

- Preparados de forma casera

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro:

## Coagulantes naturales Datos claves

### Mano de obra:

- Práctica tradicional, a cualquier persona se le puede enseñar a preparar y usar coagulantes naturales

### Mantenimiento

- Los frijoles y semillas secos deben ser almacenados en un sitio seco

### Costo directo

Costo de Capital	Costo de Operación	Costo de Reposición
US\$0	US\$0	US\$0

Nota: los costos del programa, transporte y educativos no están incluidos. Los costos variarán dependiendo de la ubicación.

### Otros

- Pruebas de frasco pueden ser realizadas para optimizar la efectividad de ciertos coagulantes con ciertas fuentes de agua
- Los coagulantes naturales dejan materia orgánica en el agua, lo cual podría causar que el tratamiento subsecuente con cloro sea menos efectivo
- Algunos usuarios se quejan acerca del sabor que los coagulantes naturales pueden causar en el agua

### Referencias

Madsen, M., Schlundt, J. and E.F. Omer (1987). Effect of water coagulation by seeds of *Moringa oleifera* on bacterial concentrations. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene*; 90(3): 101-109

Sobsey, M. (2002). *Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply, Water, Sanitation and Health*, Departamento de Protección del Medio Humano, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.

Nkurunziza, T., Nduwayezu, J. B., Banadda E. N. and I. Nhapi (2009). The effect of turbidity levels and *Moringa oleifera* concentration on the effectiveness of coagulation in water treatment. *Water Science & Technology*, Vol 59, No 8, pp 1551–1558.

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

*Bienestar a través de Agua.... Fortaleciendo a las personas a nivel mundial*

Última actualización: Junio del 2011

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Asentamiento

## Proceso del tratamiento



## Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Un poco efectivo para:	No efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbidez</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Partículas suspendidas (por ej. hierro)</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virus</li> <li>• Químicos disueltos</li> </ul>

## ¿Qué es el asentamiento?

El asentamiento se ha practicado de forma tradicional a través de la historia usando vasijas pequeñas o tinajas más grandes, cisternas o tanques de almacenamiento.

En ocasiones la calidad del agua se puede mejorar dejando reposar el agua durante el tiempo suficiente para que las partículas suspendidas de mayor tamaño se asienten por gravedad, incluidas aquellas que causan la turbidez (como la arena o el limo) y ciertos patógenos (como protozoos y helmintos). Las partículas pequeñas de arcilla y otros patógenos como bacterias y virus son demasiado pequeños para asentarlos por gravedad.

## ¿Cómo se elimina la contaminación?

Aunque los virus, bacterias y algunos protozoos son demasiado pequeños para asentarlos por gravedad, algunos de estos patógenos se pueden unir entre ellos formando partículas más grandes que sí se pueden asentar.

Almacenar el agua durante al menos un día también promoverá la extinción natural de algunas bacterias.

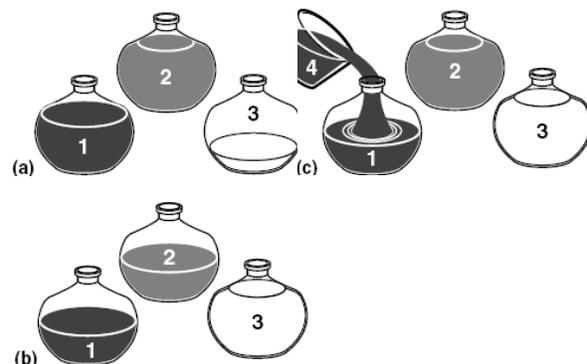
## Operación

Se necesitan al menos dos recipientes: uno que será el recipiente de asentamiento y

otro para verter el agua limpia después del proceso de asentamiento. Se puede dejar reposar el agua durante unas horas o unos días dependiendo de su calidad. Entonces el agua asentada se extrae con cuidado por decantación, por colado o mediante otros métodos moderados que no remuevan las partículas sedimentadas. Es importante limpiar los recipientes después de usarlos.

El método de asentamiento de las tres ollas asegura que el agua se asiente durante un mínimo de dos días para potenciar el asentamiento y la extinción de patógenos, como se observa en la siguiente imagen:

- Tras 24 horas, vierta el agua lentamente desde el recipiente 2 al 3 (este recipiente deberá estar limpio). Limpie el 2.
- Vierta lentamente el agua del recipiente 1 al 2.
- Vierta el agua de la fuente (balde 4) al recipiente 1. Espere 24 horas antes de repetir el paso (a).



# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Asentamiento

## Datos clave

### Calidad del agua entrante

- Sin límites específicos

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez
Laboratorio	Hasta un 90% <sup>1</sup>	Hasta un 90% <sup>1</sup>	> 90% <sup>1</sup>	> 90% <sup>1</sup>	Varía <sup>2</sup>
Campo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	Varía <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sobsey. M. (2002), la eliminación efectiva de protozoos y helmintos podría necesitar períodos más largos de almacenamiento de 1-2 días

<sup>2</sup> Depende del tamaño de las partículas suspendidas en el agua – cuanto mayor tamaño tengan las partículas suspendidas, más eficiente es el tratamiento.

- La eficacia varía de una fuente de agua a otra.
- Un mayor período de tiempo de almacenamiento de 1-2 días puede mejorar la eficacia del tratamiento

### Criterios de funcionamiento

Flujo	Volumen de lote	Suministro diario de agua
No relevante	Ilimitado	Ilimitado

### Robustez

- Simple y fácil de realizar

### Vida útil estimada

- Puede que se necesite reemplazar los recipientes con el tiempo si empiezan a perder agua.

### Necesidades de fabricación

#### Fabricantes internacionales:

- No relevante

#### Producción local:

- No relevante

#### Materiales:

- Recipientes

#### Instalaciones de fabricación:

- No relevante

#### Procedimiento:

- Práctica tradicional realizada en el domicilio

### Mantenimiento

- Se debe lavar el recipiente después de decantar el agua limpia.

# Hoja informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Asentamiento

## Datos clave

### Costo directo

Costo de capital	Coste operativo	Coste de sustitución
US\$0	US\$0	US\$0

Nota: los costos del programa, transporte y educación no están incluidos. Los gastos variarán dependiendo de la ubicación.

### Referencias

Sobsey, M. (2002). Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply. Water, Sanitation and Health, Departamento de la Protección del Medio Humano, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technologies)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

*Bienestar a través del agua... fortaleciendo a las personas a nivel mundial*

Última actualización: Junio de 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de bioarena

### El proceso del tratamiento



### Capacidad de tratamiento potencial

Muy efectivo para:	Algo efectivo para:	No efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacteria</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virus</li> <li>• Hierro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Químicos disueltos</li> </ul>

### ¿Qué es un filtro de bioarena?

El filtro de bioarena (FBA) es una adaptación del filtro lento de arena que ha sido utilizado para el tratamiento de agua comunitario durante cientos de años. El FBA es más pequeño y está adaptado para uso intermitente haciéndolo adecuado para hogares.

El tratamiento de agua se lleva a cabo mediante la arena que está dentro del filtro. El recipiente del filtro puede construirse de concreto, plástico o cualquier otro material a prueba de agua, a prueba de oxidación y no tóxico. La caja del filtro de concreto se funde de un molde de acero o se hace de un ducto de concreto pre fabricado.

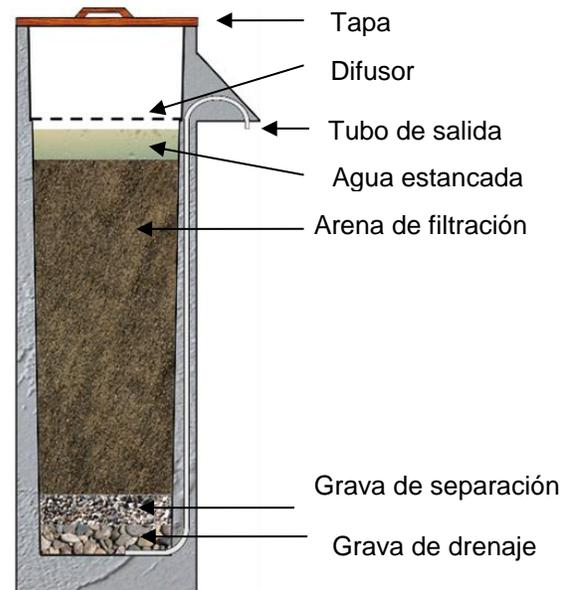
El recipiente se llena con capas de arena cernida y lavada y con grava (también llamado como medio filtrante) Existe una altura de agua estancada de 5 cm encima de la capa de arena.

Como en los filtros lentos de arena se desarrolla en la superficie de la arena una capa biológica de microorganismos (también conocido como la biocapa o schmutzdecke), que contribuye al tratamiento del agua.

Se usa una placa o caja difusora perforada para proteger la biocapa de trastornos cuando se vierte agua en el filtro.

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Los patógenos y el material en suspensión se eliminan mediante una combinación de procesos biológicos y físicos que se realizan en la biocapa y dentro del lecho de arena. Estos procesos incluyen: trampa mecánica, adsorción, depredación y muerte natural.



Sección transversal del filtro de bioarena de concreto

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de bioarena



Sección transversal de filtro de bioarena de plástico  
(Crédito: TripleQuest)

### Operación

El agua contaminada se vierte en la parte superior del filtro intermitentemente. El agua pasa lentamente a través del difusor y se filtra a través de la biocapa, arena y grava. El agua tratada fluye naturalmente por el tubo de salida.

La biocapa es el principal componente que elimina los patógenos. Sin ésta el filtro es significativamente menos efectivo. Puede tomar hasta 30 días para establecer la biocapa, dependiendo de la calidad del agua entrante y la frecuencia del uso.

El agua del filtro puede usarse durante las primeras semanas mientras se establece la biocapa, pero se recomienda desinfectarla durante este período, así como durante el uso continuo.

La biocapa requiere de oxígeno para sobrevivir. Cuando el agua fluye a través del filtro se suministra oxígeno disuelto en el agua a la biocapa. Durante los tiempos de descanso, cuando el agua no fluye, el oxígeno se obtiene por difusión del aire.

La instalación y operación correcta del filtro de bioarena tiene un nivel de agua de aproximadamente 5 cm sobre la arena

durante el período de pausa. Una profundidad de agua de más de 5 cm resulta en una menor difusión de oxígeno a la biocapa. Una profundidad de agua de menos de 5 cm puede evaporarse rápidamente en climas calientes y hacer que la biocapa se seque.

Se necesita un periodo de pausa entre los usos para darles tiempo a los microorganismos en la biocapa que consuman los patógenos en el agua. Los usuarios deben esperar por lo menos una hora después que toda el agua ha sido filtrada antes de llenar nuevamente el filtro. Es recomendable utilizar el filtro todos los días; sin embargo, los usuarios pueden esperar hasta un máximo de 48 horas entre lotes.

El filtro de bioarena ha sido diseñado para permitir una tasa de carga de filtro (tasa de flujo por metro cuadrado del área de filtro) que ha probado ser efectivo en las pruebas de laboratorio y de campo. La tasa de carga del filtro ha sido determinada para que sea no mayor de 600 litros / hora / metro cuadrado.

El flujo recomendado para la Versión 10 del filtro de bioarena de concreto de CAWST es de 0,4 litros por minuto medido cuando el reservorio de entrada está lleno de agua. Si el flujo es mucho más rápido, el filtro puede ser menos eficiente en la remoción de patógenos. Si el flujo es mucho más lento, el usuario puede ponerse impaciente y no utilizar el filtro aunque funcione bien en la remoción de patógenos. Dado que el flujo está controlado por el tamaño de los granos de arena es muy importante seleccionar, cernir y lavar la arena adecuadamente.

El flujo a través del filtro será más lento con el tiempo cuando se forme la biocapa y el sedimento se vea atrapado en la capa superior de la arena. Para niveles de turbidez mayores de 50 NTU, el agua debe primero ser colada a través de un lienzo o sedimentada antes de usar el FBA.

El filtro de bioarena requiere mantenimiento cuando el flujo baja a un nivel que es inadecuado para el uso doméstico. Esto se hace mediante un sencillo procedimiento de

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de bioarena

'revolver y botar' que se realiza en la parte superior de la arena y que toma solo unos minutos.

También, el tubo de salida debe limpiarse de forma regular utilizando agua y jabón o una solución de cloro.

El agua tratada debe ser recolectada por el usuario en un recipiente de almacenamiento seguro colocado sobre un bloque o base de tal manera que la abertura del recipiente esté justo debajo de la salida del filtro para minimizar el riesgo de la recontaminación.

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de bioarena

### Datos claves

#### Criterios para el agua entrante

- Turbidez < 50 NTU (Unidades de Turbidez nefelométricas)

#### Eficiencia del tratamiento

	Bacteria	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Hierro
<b>Laboratorio</b>	Hasta 96,5% <sup>1,2</sup>	70 a >99% <sup>3</sup>	>99,9% <sup>4</sup>	Hasta 100% <sup>5</sup>	95% a <1 NTU <sup>1</sup>	No disponible
<b>Campo</b>	87,9 a 98,5% <sup>6,7</sup>	No disponible	No disponible	Hasta 100% <sup>5</sup>	85% <sup>7</sup>	90-95% <sup>8</sup>

1 Buzunis (1995)

2 Baumgartner (2006)

3 Elliott et al. (2008)

4 Palmateer et al. (1997)

5 No investigado. Sin embargo, los helmintos son demasiado grandes para pasar entre los granos de arena y se asume una eficiencia de remoción del 100%

6 Earwaker (2006)

7 Duke & Baker (2005)

8 Ngai et al. (2004) [Nota: Estas pruebas se realizaron en una versión plástica de un filtro de bioarena]

- La selección y preparación de la arena de filtrado es crítica para asegurar la tasa de flujo y el tratamiento efectivo. Refiérase al Manual de Filtro de Bioarena de CAWST para obtener instrucciones detalladas respecto a cómo seleccionar y preparar la arena de filtración.
- La eficiencia de tratamiento que se da en la tabla anterior requiere una biocapa establecida; toma hasta 30 días establecer la biocapa dependiendo de la calidad y uso del agua de entrada
- El filtro debe utilizarse todos los días para mantener la capa biológica
- El mejor funcionamiento requiere una fuente de agua consistente; el cambiar las fuentes puede disminuir la eficiencia del tratamiento
- El método de mantenimiento de “revolver y botar” reducirá la eficiencia del tratamiento hasta que se re-establezca la biocapa
- Por lo general mejora el sabor, olor y color del agua filtrada
- La temperatura del agua tratada en filtros de concreto por lo general es más fría.

#### Criterios operativos

Flujo	Volumen de lote	Suministro diario de agua
< 0,4 litros/minuto*	12-18 litros	24-72 litros**

Nota: Los criterios operativos son para los filtros de bioarena de concreto; los filtros de bioarena de plástico pueden tener parámetros diferentes.

\* 0,4 litros/minuto es la tasa de flujo máximo recomendada para el filtro de bioarena de concreto versión 10 de CAWST. La tasa de flujo real fluctuará durante el ciclo de limpieza del filtro y entre filtros.

\*\* Basado en 4 lotes por día (i.e. mañana, mediodía, cena, antes de ir a dormir).

- Se necesitan períodos de descanso entre usos para permitir que los microorganismos en la biocapa consuman los patógenos del agua
- Los períodos de descanso que se recomiendan son de 6 o 12 horas con un mínimo de 1 hora y un máximo de 48 horas

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de bioarena

### Datos claves

#### Robustez

- No tiene partes mecánicas o que se muevan que se puedan romper
- Los filtros de concreto tienen la tubería de salida empotrada en el concreto, lo que la protege contra roturas y goteras
- Los filtros de plástico tienen una tubería de salida externa que puede estar expuesta a daños y goteras; una vez rotas la reparación es difícil o imposible
- Los filtros de plástico son más ligeros (3,5 kg) que los filtros de concreto (70-75 kg para la versión de paredes delgadas y de 135 kg para la versión de paredes pesadas)
- La mala transportación de los filtros de concreto les puede causar rajaduras y/o roturas; en ocasiones las rajaduras pueden ser reparadas
- Los filtros de plástico se hacen de plástico de grado médico que es resistente a la degradación ultravioleta (UV) y rotura
- Es preferible que los filtros no se muevan después de su instalación

#### Vida útil estimada

- 30+ años para los filtros de concreto; los filtros de concreto aún funcionan satisfactoriamente después de 10 años y más
- 10+ años para los filtros de plástico
- Las tapas y los difusores pueden necesitar ser cambiados con el tiempo

#### Requerimientos de fabricación

##### Productores mundiales:

- Los diseños de filtros de bioarena de concreto están disponibles libremente desde CAWST, Canadá.
- Los filtros de bioarena de plástico están patentados y con licencia de fabricación y ventas a International Aid, USA

##### Producción local:

- Los filtros de bioarena de concreto pueden ser fabricados localmente
- Los moldes pueden ser prestados, alquilados, comprados o soldados localmente
- Los filtros pueden ser construidos en una instalación de producción centralizada o en la comunidad
- La arena y grava de filtración pueden ser preparadas (tamizadas y lavadas) en el sitio o en sus cercanías

##### Materiales para filtros de concreto:

- Molde de acero
- Arena, grava y cemento
- Arena y grava de filtración
- Tubería de salida de cobre o plástico
- Metal o plástico para el difusor
- Metal o madera para la tapa
- Agua para la mezcla de concreto y para lavar la arena y grava de filtración
- Herramientas varias (e.g. llave inglesa, pernos, tuercas)

##### Instalaciones para la fabricación:

- Espacio en taller para construcción del filtro

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de bioarena

### Datos claves

#### Mano de obra:

- Se requiere un soldador experimentado para fabricar el molde de acero
- Cualquiera puede ser capacitado para construir e instalar el filtro

#### Riesgos:

- Trabajar con cemento y moldes pesados implica un riesgo potencial y se debe observar precauciones de seguridad que sean adecuadas
- Los filtros de concreto son pesados y difíciles de mover y transportar

#### Mantenimiento

- Se requiere cuando la tasa de flujo baja a un nivel que es insuficiente para el uso doméstico; la frecuencia depende de la turbidez del agua de entrada
- El método de mantenimiento de revolver y botar para la capa superior de arena es sencillo, toma unos cuantos minutos y pueden hacerlo los usuarios
- La salida, tapa y difusor deben limpiarse en base regular

#### Costo directo

Tipo de filtro	Costo de capital	Costo operativo	Costo de reemplazo
Concreto	US\$12-50	US\$0/año	US\$0
Plástico	US\$75 <sup>1</sup>	US\$0/año	US\$0

Nota: No se incluyen los costos del programa, transporte y educación. Estos costos varían dependiendo de la ubicación.

<sup>1</sup> Los precios no incluyen el despacho del recipiente, los costos de despacho o los que se relacionan con liquidación de aduana.

#### 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., Koksal, 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.

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de bioarena

### Datos claves

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.

### Información adicional

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology): [www.cawst.org](http://www.cawst.org)

Triple Quest: [www.hydraid.org](http://www.hydraid.org)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página Web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@caust.org](mailto:cawst@caust.org)

Última actualización: Junio del 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo vela

### Proceso del tratamiento



### Capacidad potencial del tratamiento

Muy eficaz para:	Bastante eficaz para:	Ineficaz para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias químicas disueltas</li> </ul>

### ¿Qué es un filtro de cerámica tipo vela?

La cerámica de fabricación local se ha utilizado durante cientos de años para filtrar agua. Las velas de cerámica son objetos huecos de forma cilíndrica que se fijan en el fondo de un recipiente. El agua se filtra a través de la vela de cerámica y va a parar a un recipiente inferior con un grifo en la base. Cada filtro suele utilizar más de una vela, ya que el flujo a través de una sola vela puede ser lento. Se coloca una tapa en la parte superior del filtro para evitar la contaminación. Este sistema trata el agua y proporciona almacenamiento seguro hasta su utilización.

Las velas de cerámica se suelen fabricar con arcilla local mezclada con una sustancia inflamable, como aserrín, cáscaras de arroz o de café. Cuando la vela se cuece en un horno, la sustancia inflamable se consume dejando una red de poros finos a través de los cuales puede fluir el agua.

A veces se añade plata coloidal a la mezcla de arcilla antes de cocerla o se aplica a la vela de cerámica cocida. La plata coloidal es un antibacteriano que ayuda a eliminar

los patógenos y evita la formación de bacterias dentro de la propia vela.

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Los patógenos y las sustancias suspendidas se retiran del agua mediante procesos físicos como la trampa mecánica y la adsorción.



Filtro de cerámica tipo vela (Fuente: USAID, Nepal)

El control de calidad del tamaño de las sustancias inflamables utilizadas en la mezcla de arcilla garantiza que los poros del filtro sean lo suficientemente pequeños

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo vela

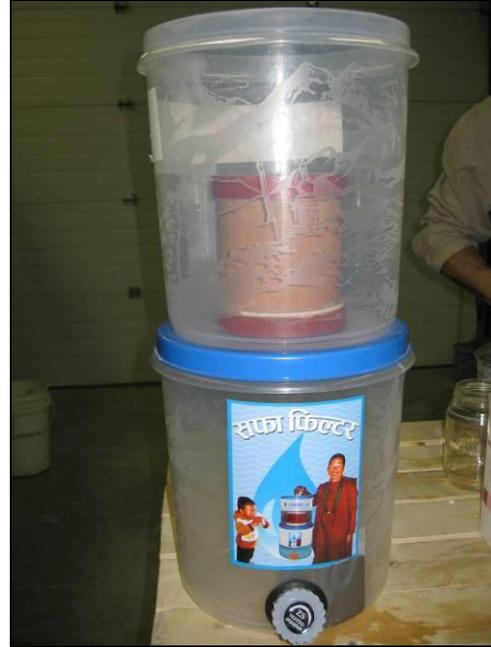
como para evitar que los contaminantes pasen a través del filtro. La plata coloidal facilita el tratamiento, al acabar con las membranas celulares de los patógenos, provocándoles la muerte.

### Funcionamiento

Se vierte el agua contaminada en el recipiente superior, en el que se han fijado las velas. El agua pasa lentamente a través de los poros de las velas y se recolecta en el recipiente inferior. El agua tratada se almacena en dicho recipiente hasta que se necesite, protegiéndola de la contaminación. El usuario solo tiene que abrir la tapa en la parte superior del recipiente para obtener agua.

Para niveles de turbiedad superiores a los 50 UTN, se debe filtrar el agua con un trapo o sedimentarla antes de usar el filtro de cerámica tipo vela.

Las velas se deben limpiar a menudo con un paño o un cepillo suave para retirar cualquier sustancia acumulada. Se recomienda cambiar las velas entre cada 6 meses y 3 años, según las instrucciones del fabricante y la calidad de las velas. Esto se hace, en parte, para protegerlas de las grietas finas e imperceptibles que puedan crearse. Cualquier grieta disminuirá la eficacia, ya que el agua puede desviarse por la grieta sin que se filtre por los poros de cerámica.



Filtro con una vela de cerámica



Distintos tipos de velas de cerámica

# Tratamiento del agua domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo vela

### Datos clave

#### Calidad del agua de entrada

- Turbiedad < 50 UTN (Unidades nefelométricas de turbiedad)

#### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad
Laboratorio	>99% <sup>1,3,4,5</sup>	>90% <sup>4,5</sup>	>100% <sup>5,6</sup>	>100% <sup>6</sup>	88-97% <sup>3</sup>
Campo	>99.95% <sup>2,3</sup>	No disponible	>100% <sup>6</sup>	>100% <sup>6</sup>	97-99% <sup>3</sup>

1 Mattelet (2006)

2 Clasen & Boisson (2006)

3 Franz (2004)

4 Chaudhuri et al. (1994)

5 Horman et al. (2004)

6 No se ha investigado, pero los helmintos y los protozoos son demasiado grandes para pasar por los poros de 0,6-3 µm. Por tanto, se puede presuponer un 100% de la eficiencia de remoción.

- Los datos sobre la eficacia que se suministran en el recuadro anterior requieren plata coloidal.
- El tamaño del poro y la calidad de la fabricación son vitales para asegurar el flujo y la eficacia del tratamiento.
- El sabor, olor y color del agua filtrada suele mejorar.
- El sistema proporciona almacenamiento seguro para prevenir la recontaminación.

#### Criterios de funcionamiento

Flujo	Volumen del lote	Suministro diario de agua
0,1-1 litros/hora	Depende del tamaño del recipiente superior	Unos 10 litros

- El flujo es mayor cuando el recipiente superior está lleno.
- El flujo disminuye con el uso y la acumulación de contaminantes en los poros del filtro.
- El flujo se puede mejorar utilizando más de una vela en el filtro.

#### Resistencia

- El recipiente inferior es un recipiente de almacenamiento seguro.
- No tiene partes móviles o mecánicas que se puedan romper.
- Pueden aparecer grietas pequeñas, que no pueden verse a simple vista, pero que permiten que los patógenos pasen a través de la vela.
- La junta entre la vela y el recipiente es vital, el agua no tratada puede pasar si hay un hueco. Algunas velas de fabricación local cuentan con una junta de mala calidad que provoca una eficacia de tratamiento reducida.
- El transporte inadecuado de las velas puede provocar grietas o desperfectos.
- Los grifos de plástico del recipiente inferior pueden romperse. Los grifos de metal duran más, pero aumenta el costo.
- Requiere una cadena de suministro y disponibilidad en el mercado para las velas y los grifos de repuesto.
- Durante la limpieza se puede producir la recontaminación, por lo que hay que asegurarse de que se utiliza agua limpia, no se toca la cerámica con las manos sucias ni se coloca el filtro sobre una superficie sucia.

# Tratamiento del agua domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo vela

### Datos clave

#### Vida útil estimada

- Un máximo de 3 años. Por lo general de 6 meses a 1 año.
- Se debe cambiar la vela si hay grietas visibles.
- El filtro se debe reparar, sellar o cambiar si la junta entre la vela y el recipiente está deteriorada.

#### Requisitos de fabricación

##### Fabricantes mundiales:

- Producido por distintos fabricantes de todo el mundo.
- Por lo general, las velas de alta calidad son producidas por fabricantes europeos y norteamericanos.

##### Producción local:

- Las velas se suelen importar, excepto en algunos países, en los que se producen a nivel local.
- Los filtros se pueden ensamblar utilizando recipientes y grifos de plástico disponibles en la región.

##### Materiales:

- Vela de cerámica
- Recipiente de plástico con tapa
- Grifo
- Sellador

##### Instalaciones de fabricación

- Se necesita una fábrica pequeña con horno de cerámica para la producción local.
- Se necesita un taller pequeño para el armado del filtro a nivel local.
- Diversas herramientas.

##### Mano de obra:

- Ceramista profesional con experiencia en recolectar la arcilla, hacer objetos de cerámica y en la producción semi industrial o en serie.
- Auxiliares, de preferencia ceramistas.
- La habilidad y el control de calidad son necesarios en la fabricación para garantizar así un tamaño de los poros, un flujo y una eficacia óptimos.

##### Peligros:

- Trabajar con presas y hornos puede ser peligroso y se deben tomar las medidas de seguridad adecuadas.

##### Mantenimiento

- Los filtros se limpian frotando ligeramente la superficie cuando disminuye el flujo.
- Algunos fabricantes recomiendan evitar el uso de jabón y cloro para limpiar la vela.
- El recipiente inferior, el grifo y la tapa se deben limpiar con frecuencia.

# Tratamiento del agua domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo vela

### Datos clave

#### Costos directos

Costo capital	Costos de funcionamiento	Costos de reemplazo
15-30 US\$	0 US\$	~4,5 US\$/año <sup>1</sup>

Nota: Los costos de programa, transporte y educación no están incluidos. Los costos varían en función de la ubicación.

<sup>1</sup> Se deben cambiar las velas de cerámica cada 6-12 meses.

#### Otros

- Los diseños más seguros utilizan recipientes de plástico transparente para que las grietas en la junta de la vela sean visibles.

#### Bibliografía

Chaudhuri, M., Verma, S. y A. Gupta (1994). Performance Evaluation of Ceramic Filter Candles. Journal of Environmental Engineering, Vol. 120, n° 6, nov/dic 1994, Nota técnica n° 5432.

Clasen, T y S. Boisson. (2006). Household-based Ceramic Water Filters for the Treatment of Drinking Water in Disaster Response: An Assessment of a Pilot Programme in the Dominican Republic, Water Practice & Technology. Vol. 1 n° 2. IWA Publishing.

Franz, A. (2004). A Performance Study of Ceramic Candle Filters in Kenya Including Tests for Coliphage Removal. Tesis de Máster en Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Medioambiental, Instituto Tecnológico de Massachusetts. Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

Horman, A., Rimhanen-Finne, R., Maunula, L., von Bonsdorff, C., Rapala, J. Lahti, K., y M. Hanninen (2004). Evaluation of the Purification Capacity of Nine Portable, Small-scale Water Purification Devices. Water Science and Technology, Vol 50, N° 1, págs. 179-183.

Mattelet, C. (2006). Household Ceramic Water Filter Evaluation Using Three Simple Low-cost Methods: Membrane Filtration, 3M Petrifilm, and Hydrogen Sulfide Bacteria in Northern Region, Ghana. Tesis de Máster en Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Medioambiental, Instituto Tecnológico de Massachusetts. Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

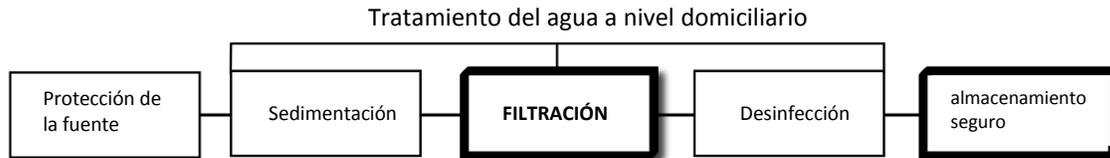
---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: Junio de 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo olla

### Tipo de tratamiento



### Capacidad de tratamiento potencial

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

### ¿Qué es un filtro de cerámica tipo olla?

La cerámica producida localmente se ha utilizado para filtrar agua durante cientos de años. Se vierte agua en el filtro de cerámica tipo olla y se recolecta en otro recipiente una vez que pasa por la olla de cerámica.

Los filtros de cerámica tipo olla tienen un diámetro de 30 cm aproximadamente por 25 cm de profundidad, con una capacidad de 8 litros. En la actualidad se fabrican las dos variedades de los filtros de cerámica: de fondo plano y de fondo redondo.

La olla de cerámica típicamente se sitúa o se cuelga sobre un contenedor de plástico o cerámica más grande (de 20 a 30 litros), que está equipado con un grifo en la parte inferior. Se coloca una tapa sobre el filtro para evitar la contaminación. El sistema trata el agua y brinda un almacenamiento seguro hasta que se utiliza.

Las ollas de cerámica generalmente están hechas de arcilla mezclada con un material combustible como aserrín, cáscara de arroz o cascarilla de café. La arcilla mezclada con el material combustible se tamiza a través de una malla fina y luego se mezcla con agua hasta que se forma una mezcla homogénea. Se prensa la mezcla dándole forma con la ayuda de un molde. Cuando se

cuece la olla en un horno, el material combustible se consume dejando una red de poros finos a través de los cuales puede pasar el agua.

A veces se le agrega plata coloidal a la mezcla de la arcilla antes de ponerla al fuego o se aplica a la olla de cerámica ya cocida. La plata coloidal es un agente antibacteriano que ayuda en la remoción de patógenos, así como con en la prevención de crecimiento de bacteria dentro del filtro mismo.

Algunos filtros de cerámica tipo olla también pueden contener carbón activado en la mezcla de arcilla para mejorar el olor, el sabor y el color.

### ¿Cómo remueve la contaminación?

Los patógenos y el material suspendido se eliminan del agua a través de procesos físicos como la trampa mecánica o la adsorción. La plata coloidal descompone las membranas celulares de los patógenos causándoles la muerte.

El control de calidad del tamaño de los materiales combustibles usados en la mezcla de arcilla asegura que el tamaño de los poros del filtro sea lo suficientemente pequeño para evitar que los contaminantes pasen a través del filtro.

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo olla

### Funcionamiento

Se vierte el agua contaminada en la olla de cerámica. El agua pasa lentamente a través de los poros y es recolectada en el contenedor inferior. El agua tratada se almacena en el contenedor hasta que se la necesite, protegiéndola de la recontaminación. El usuario simplemente abre el grifo ubicado en la base del contenedor cuando necesita agua.

Para los niveles de turbidez mayores a 50 UTN, el agua primero se debe filtrar a través de un paño o sedimentarse antes de usar un filtro de cerámico tipo olla.

El filtro tipo olla debe limpiarse con regularidad usando un paño o un cepillo suave para remover cualquier material que haya quedado acumulado. Se recomienda reemplazar la olla cada 1 o 2 años. Esto es en parte para proteger contra finas grietas invisibles que se pueden ir desarrollando a través del tiempo. Cualquier grieta reducirá la efectividad ya que el filtro puede dejar pasar el agua sin haber sido filtrada a través de los poros de la cerámica.



**Corte transversal del filtro de cerámica tipo olla**  
(Fuente: Filter Pure Inc)



**Filtro de cerámica tipo olla de base redonda**  
(Fuente: Filter Pure Inc)



**Filtro de cerámica tipo olla de base plana**  
(Fuente: Filter Pure Inc)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo olla

### Datos claves

#### Calidad del agua de entrada

- Turbidez – 50 UTN (Unidades nefelométricas de turbidez)

#### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Hierro
Laboratorio	>98% <sup>1</sup> - 100% <sup>4</sup>	19% <sup>1</sup> - >99% <sup>6,7</sup>	>100% <sup>8</sup>	>100% <sup>8</sup>	83% <sup>1</sup> –99% <sup>5</sup>	No disponible
Campo	88% <sup>2</sup> a más de 95,1% <sup>3</sup>	No disponible	>100% <sup>8</sup>	>100% <sup>8</sup>	Menor a 5 UTN <sup>2</sup>	>90% <sup>5</sup>

1 Lantagne (2001)

2 Smith (2004)

3 Brown and Sobsey (2006)

4 Vinka (2007)

5 Low (2002)

6 Van Halem (2006)

7 Algunos agregados a la arcilla pueden incrementar la remoción de virus

8 No se investigó, sin embargo los helmintos y protozoos son muy grandes para pasar a través de los poros de 0,6-3 µm. Por lo tanto, se puede asumir hasta una eficacia de remoción del 100%.

- Las eficacias que se brindan en la tabla superior necesitan la plata coloidal
- El tamaño del poro y la calidad de construcción aseguran un caudal y un tratamiento efectivo
- El sabor, el olor y el color del agua filtrada generalmente mejora
- El sistema brinda un almacenamiento seguro para evitar la recontaminación

#### Criterio de funcionamiento

Flujo de agua	Volumen de lote	Provisión diaria de agua
1 - 3 litros/hora	8 litros	20-30 litros

- El caudal de agua es mayor cuando la olla está llena
- El flujo disminuye con el uso y la acumulación de contaminación en los poros del filtro

#### Robustez

- El recipiente inferior puede ser usado como un recipiente de almacenamiento seguro
- No hay partes móviles o mecánicas que se puedan romper
- Pueden producirse grietas pequeñas que no se notan a simple vista, pero que permiten que los patógenos pasen a través del filtro
- Si los filtros no se transportan adecuadamente se pueden rajarse o romper
- Los grifos plásticos en el recipiente inferior se pueden romper, los grifos de metal duran más pero incrementan el costo
- Se necesita una cadena de suministro y disponibilidad en el mercado para grifos y filtros de repuesto
- Se necesita un proceso de control de la calidad de construcción para asegurar la efectividad
- Es posible que ocurra una recontaminación durante la limpieza; se debe tener cuidado de usar agua limpia, de no tocar la cerámica con las manos sucias y no ubicar el filtro en una superficie sucia

#### Vida útil estimada

- Hasta 5 años, generalmente entre 1 y 2 años
- Se necesita reemplazar el filtro si hay grietas visibles

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo olla

### Datos claves

#### Requisitos de fabricación

##### Productores mundiales:

- Hay diseños de prensas y hornos de Potters for Peace disponibles gratuitamente

##### Producción local:

- La producción local de los filtros es común y preferible
- Se necesita un proceso de control calidad para asegurar la efectividad del filtro
- El recipiente inferior, el grifo y la tapa en general se pueden comprar localmente

##### Materiales:

- Arcilla
- Material combustible (por ejemplo: aserrín, cáscara de arroz o cascarilla de café)
- Plata coloidal (opcional)
- Tapa
- Un contenedor de plástico o cerámica con tapa con capacidad de entre 20 y 30 litros

##### Instalaciones para la fabricación:

- Una fábrica de cerámica necesita por lo menos 100 metros cuadrados de área cubierta
- Una prensa hidráulica de entre 15 y 20 toneladas (se puede fabricar localmente)
- Moldes de filtros (se pueden fabricar localmente)
- Mezcladora para arcilla y material combustible (se puede fabricar localmente)
- Trituradora (se puede fabricar localmente)
- Horno con un área interna de por lo menos 1 metro cúbico (se puede fabricar localmente)
- Estantes
- Bancos de trabajo
- Herramientas varias (por ejemplo: herramientas tradicionales de alfarería)

##### Mano de obra:

- Alfarero profesional con experiencia en recolectar arcilla, hacer artículos de cerámica, producción semi-industrial o en masa
- Asistentes, preferentemente que también sean alfareros
- Habilidad y control de calidad en la fabricación es indispensable para asegurar un tamaño de poro óptimo, flujo y efectividad

##### Riesgos:

- Trabajar con prensas y hornos es potencialmente peligroso y se deben tomar las medidas de seguridad adecuadas

#### Mantenimiento

- Los filtros se deben limpiar restregando suavemente la superficie cuando se reduce el flujo de agua
- Algunos fabricantes recomiendan hervir el filtro cada tres meses para asegurar la efectividad
- Algunos fabricantes recomiendan que no utilice jabón ni cloro para limpiar el filtro
- El contenedor inferior, el grifo y la tapa se deben limpiar regularmente

#### Costo directo

<b>Costo capital</b>	<b>Costo de operación</b>	<b>Costo de reemplazo</b>
----------------------	---------------------------	---------------------------

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de cerámica tipo olla

### Datos claves

US\$12-25	US\$0	~US\$4 <sup>1</sup>
-----------	-------	---------------------

Nota: Los costos del programa, transporte y educación no están incluidos. Los costos varían dependiendo de la ubicación.

<sup>1</sup> Los filtros tipo olla generalmente necesitan reemplazarse cada 1 o 2 años

### Referencias

Brown, J. and M. Sobsey (2006). Independent Appraisal of Ceramic Water Filtration Interventions in Cambodia: Final Report, Department of Environmental Sciences and Engineering, School of Public Health, University of North Carolina, USA.

Sutherland, D. (2001). Investigation of the Potters for Peace Colloidal Silver Impregnated Ceramic Filter Report 2: Field Investigations. Alethia Environmental for USAID, USA.

Baumgartner, J. (2002). Appropriate Microbial Indicator Tests for Drinking Water in Developing Countries and Assessment of Ceramic Water Filters', Master of Engineering thesis. Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology. Boston, Massachusetts, USA.

Napotnik, J., Mayer, A., Lantagne, D. and K. Jellison. Efficacy of Silver-Treated Ceramic Filters for Household Water Treatment. Department of Civil and Environmental Engineering, Lehigh University, USA. Disponible en: [www.filterpurefilters.org/files/pdf/silver.pdf](http://www.filterpurefilters.org/files/pdf/silver.pdf)

Smith, L. (2004). Ceramic Water Filter Use in Takeo, Cambodia – Operational Issues and Health Promotion Recommendations. Enviado incompleto como requisito para un Master en ciencias en control de enfermedades infecciosas, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Inglaterra.

Sutherland, D. (2006). Ceramic silver impregnated pot filters for household drinking water treatment in developing countries. Masters of Science in Civil Engineering Thesis, Department of Water Resources, Delft University of Technology, Netherlands.

Vinka, A. et al. (2007). Sustainable Colloidal-Silver-Impregnated Ceramic Filter for Point-of-Use Water Treatment. Environmental Science & Technology, Vol. 42, No. 3, 927–933

### Más información

Centers for Disease Control and Prevention: [www.cdc.gov/safewater/publications\\_pages/options-ceramic.pdf](http://www.cdc.gov/safewater/publications_pages/options-ceramic.pdf)

Filter Pure, Inc: [www.filterpurefilters.org](http://www.filterpurefilters.org)

International Development Enterprises:  
[www.ideorg.org/OurTechnologies/CeramicWaterPurifier.aspx](http://www.ideorg.org/OurTechnologies/CeramicWaterPurifier.aspx)

Potters for Peace: [www.pottersforpeace.org](http://www.pottersforpeace.org)

Resource Development International Cambodia: [www.rdic.org/water-ceramic-filtration.html](http://www.rdic.org/water-ceramic-filtration.html)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

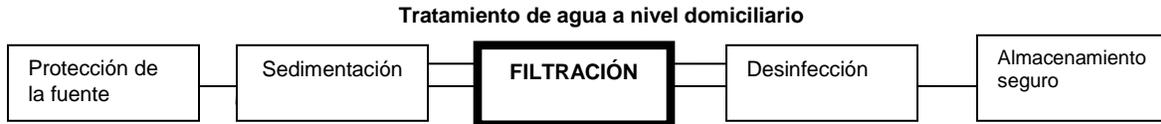
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: Junio de 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtros de membranas

### El Proceso de tratamiento



### Capacidad potencial del tratamiento

Muy eficaz para:	Algo eficaz para:	No eficaz para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias (UF<sup>1</sup>, NF<sup>2</sup>, OI<sup>3</sup>)</li> <li>• Virus (UF, OI, NF)</li> <li>• Protozoos (MF<sup>4</sup>, UF, NF, OI)</li> <li>• Helmintos (MF, UF, NF, OI)</li> <li>• Sal (OI, NF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color (UF, OI, NF)</li> <li>• Turbiedad (UF, OI, NF)</li> <li>• Hierro (UF, OI, NF)</li> <li>• Manganeseo (UF, OI, NF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Químicos, pesticidas (UF)</li> <li>• Metales pesados (UF)</li> </ul>

- 1 Ultrafiltración (ver más abajo)  
 2 Nanofiltración (ver más abajo)  
 3 Osmosis inversa (véase más abajo)  
 4 Microfiltración (ver más abajo)

### ¿Qué es un filtro de membrana?

Una membrana es una barrera fina con agujeros o poros. Algunas partículas, tales como el agua, son suficientemente pequeñas para pasar a través de los poros de la membrana, mientras que partículas más grandes no pueden pasar a través de éstos y son retenidas en la membrana. La filtración por membrana es usada como un paso en el método de barreras múltiples para el tratamiento de agua, pero también se utiliza en otras áreas tales como desalinización y análisis de calidad del agua.

La filtración por membrana puede clasificarse de acuerdo al diámetro de los poros de la membrana o por el peso molecular de contaminantes retenidas por la membrana.

Tipo de filtración	Tamaño de poro (µm / nm)	Peso molecular (Daltons)
Microfiltración (MF)	0,1-10 µm (1-1.000 nm)	
Ultrafiltración (UF)	0,01-0,1 µm (1-100 nm)	10.000-500.000
Nanofiltración (NF)	<0,001 µm (<1 nm)	200-1.000
Osmosis inversa (OI)	<0,001 µm (<1 nm)	<100

(Wagner, 2001 y US EPA, 2005)

La ultrafiltración es el tipo de filtración de membrana más común en el tratamiento de agua a nivel domiciliario.

### ¿Cómo es removida la contaminación?

Cuando el agua pasa a través de la membrana, patógenos y otros contaminantes son eliminados porque son demasiado grandes para pasar a través de los poros de la membrana. Presión es requerida para forzar el agua a través de la membrana. Para la microfiltración y la ultrafiltración, la gravedad por sí sola puede proporcionar la presión suficiente para hacer que el agua fluya a través del filtro.

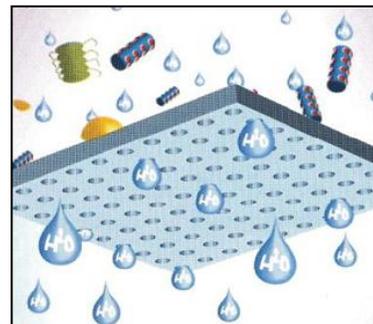
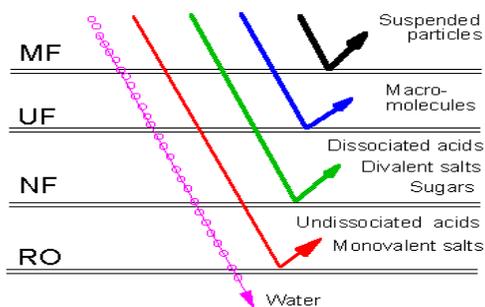


Ilustración de filtro de membrana  
(Fuente: www.firstprinciples.com)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro.

## Hoja informativa: Filtros de membranas

Membranas de ultrafiltración eliminarán partículas grandes y pesadas como la arena, bacterias, protozoos, helmintos y algunos virus. Ellas no eliminarán efectivamente sustancias disueltas o pequeñas sustancias como la sal o virus pequeños.



### Tipos de filtración de membrana y su capacidad de eliminar contaminantes

(Fuente: <https://netfiles.uiuc.edu/mcheryan/www/memtech.htm>)

La microfiltración sola no es tan efectiva como la ultrafiltración para el tratamiento de agua potable porque los poros de la membrana son más grandes que la mayoría de los virus y algunas bacterias. La microfiltración se utiliza a veces como una etapa de pre tratamiento en un sistema de tratamiento de barreras múltiples.

La nanofiltración y osmosis inversa son muy eficaces en la eliminación de la contaminación microbiológica pero estas membranas son más comúnmente usadas en la desalinización del agua y procesos industriales donde la eliminación de contaminantes disueltos es requerida.

### Operación

Hay varios productos de tratamiento de agua a nivel domiciliario (TAND) que utilizan tecnologías de membrana. Los procedimientos de operación y mantenimiento varían entre los productos. Una fuerza impulsora es requerida para forzar el agua a través de la membrana – esto podría ser la gravedad (microfiltración y ultrafiltración), presión o el vacío (nanofiltración y osmosis inversa). La electricidad no es requerida si se usa el bombeo manual o la gravedad para forzar el agua a través de la membrana. Los químicos no son requeridos, aunque en algunos productos domésticos de filtración por

membranas también incluyen una etapa de desinfección química posterior.

Algunos ejemplos de tales productos son los filtros Sawyer y Lifestraw®, que utilizan la ultrafiltración, y los filtros Nerox®, que usan microfiltración. Por favor consulte las hojas informativas individuales de filtración de membrana de CAWST para obtener más información sobre estas tecnologías.



Filtro Sawyer

(Fuente: [www.sawyerpointonefilters.com](http://www.sawyerpointonefilters.com))



Filtro familiar Lifestraw

(Fuente: [www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw](http://www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw))



Nerox-02 Filter

(Fuente: [www.scan-water.org](http://www.scan-water.org))

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtros de membranas

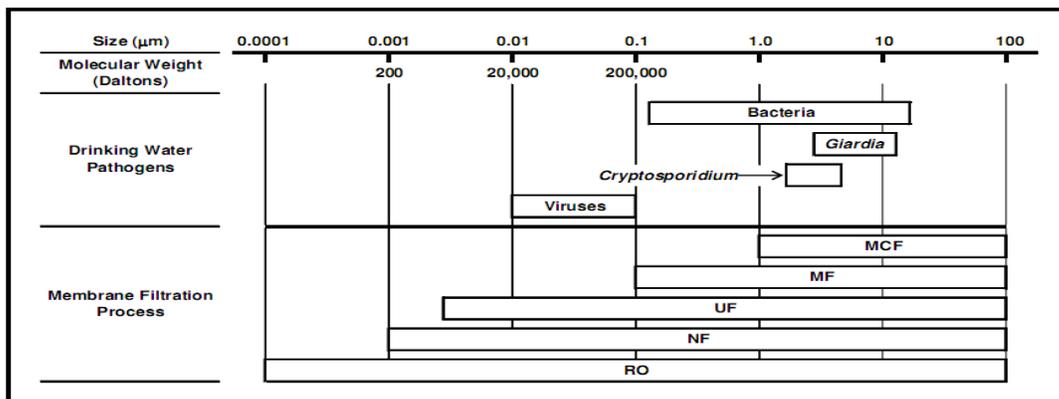
### Datos claves

#### Criterios del agua entrante

- Algunos productos recomiendan o incorporan una etapa de pre filtración como el colado a través de un paño, sedimentación o filtración por arena para reducir la turbiedad del agua de entrada.
- El agua muy turbia obstruirá las membranas, reduciendo la velocidad de flujo y requiriendo una limpieza más frecuente.

#### Eficiencia del tratamiento

- Depende del tamaño de los poros de la membrana y del producto de filtración: ver las hojas informativas de cada producto de filtración de membranas.
- La siguiente ilustración muestra los diferentes tamaños de poros de cada tipo de filtración en comparación con el tamaño de varios patógenos. Es importante investigar el tamaño de los poros y la capacidad de tratamiento de un producto de filtración antes de la compra.



Tamaño de poros para varios tipos de filtración y tamaños relativos de patógenos ("MCF" = Filtración de membrana de cartucho)  
(US EPA, 2005)

#### Criterios de funcionamiento

- La operación depende del producto

Producto de filtración de membrana	Velocidad de flujo	Suministro diario de agua	Volumen de vida útil
Filtro Sawyer® 0.02 <sup>1</sup>	13,6-15 litros/hora	327 litros	3,78 millones litros
Filtro Sawyer® 0.1 <sup>2</sup>	46,5-54 litros/hora	1117 litros	ND
Lifestraw® Individual <sup>3</sup>	ND	2 litros	700 litros
Lifestraw® Familia <sup>3</sup>	6-8 litros/hora	144-192 litros	18.000 litros
Filtro Nerox® <sup>4</sup>	ND	15-25 litros	2.500 litros

ND – no disponible

<sup>1</sup> www.sawyerpointonefilters.com; basado en una manguera de 1 metro conectada a un balde de 20 litros al nivel del mar. El aumentar la longitud de la manguera, el uso de un recipiente más grande, o el mantener el balde siempre lleno aumentará el flujo.

<sup>2</sup> www.sawyerpointonefilters.com; basado en una manguera de 1 metro conectada a un balde de 20 litros al nivel del mar. El aumentar la longitud de la manguera, el uso de un recipiente más grande, o el mantener el balde siempre lleno aumentará el flujo.

<sup>3</sup> www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw

<sup>4</sup> www.scan-water.com

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtros de membranas

### Datos claves

#### Robustez

- Muchos productos de filtración de membrana no pueden ser usados o almacenados en temperaturas bajo cero.
- Algunos productos son disponibles para usar en circunstancias de emergencia.

#### Vida útil estimada

- Depende del producto

#### Requisitos de fabricación

##### Productores mundiales:

- Hay una variedad de empresas que fabrican productos de filtración de membrana en todo el mundo.
- Diseños compactos por lo general permiten un fácil manejo y transporte.

##### Producción local:

- Puede ser difícil encontrar productores locales de membranas o productos de filtración de membranas.
- Algunos componentes para la fabricación o ensamblaje de productos de filtro de membranas pueden ser encontradas localmente (por ejemplo tuberías, recipientes).

##### Materiales:

- Las membranas son hechas de una variedad de materiales como el acrilonitrilo, polisulfona, polipropileno, poliéster o politetrafluoroetileno.

##### Mano de obra:

- Cualquier persona puede aprender a construir e instalar el sistema.

##### Riesgos:

- Sin riesgos específicos de fabricación u operacionales.

##### Mantenimiento:

- Membranas y otras partes del producto podrían necesitar una regular limpieza /o un retro lavado.

#### Costo directo

Costo del capital	Costo operacional	Costo de reemplazo
Depende del producto	No disponible <sup>1</sup>	Depende del producto

<sup>1</sup> El costo de funcionamiento dependerá del producto escogido, ubicación, infraestructura local y sistema de bombeo (manual o eléctrico)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtros de membranas

### Datos claves

#### Referencias

Wagner, J. (2001). Membrane Filtration Handbook. Second Edition, Revision 2. Osmonics, Inc. USA. Disponible en inglés en: [www.ionics.com/content/pdf/1229223-%20Lit-%20Membrane%20Filtration%20Handbook.pdf](http://www.ionics.com/content/pdf/1229223-%20Lit-%20Membrane%20Filtration%20Handbook.pdf)

United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2005). Membrane Filtration Guidance Manual. USA, Nov 2005. Disponible en inglés en: [www.epa.gov/ogwdw/disinfection/lt2/pdfs/guide\\_lt2\\_membranefiltration\\_final.pdf](http://www.epa.gov/ogwdw/disinfection/lt2/pdfs/guide_lt2_membranefiltration_final.pdf)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: Junio del 2011

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Ficha Informativa: Colado

### El proceso del tratamiento

Tratamiento de agua a nivel domiciliario



### Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Poco efectivo para:	No efectivo para
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmintos</li> <li>• Protozoos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbiedad</li> <li>• Bacterias</li> <li>• Sabor, olor y color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virus</li> <li>• Químicos</li> </ul>

#### ¿Qué es la filtración de tela?

La filtración de agua a través de una tela ha sido ampliamente usada para el tratamiento del agua a nivel domiciliario en muchas culturas por siglos. Una pieza de sari común se usa para esto en Asia, por ejemplo.

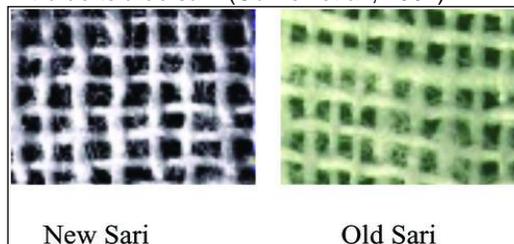
#### ¿Cómo remueve la contaminación?

El tamaño de los poros en una tela de sari vieja (lavada) es de 100 a 150  $\mu\text{m}$  pero alrededor de 20  $\mu\text{m}$  si la tela está doblada de cuatro a ocho veces. Los agujeros permiten que pase el agua pero retienen las partículas y los patógenos menores a 20  $\mu\text{m}$ .

La filtración a través de una tela de sari ha demostrado ser efectiva en la filtración del plancton al que se pueden adherir las bacterias del cólera, reduciendo así el riesgo de cólera. Este método simple también puede filtrar muchos helmintos y sus huevos y larvas.

En experimentos de laboratorio (Collwell et al., 2002) se encontró que una tela de sari vieja hecha de algodón es más efectiva en la remoción del cólera. Luego de varios lavados, los hilos de un sari viejo se vuelven suaves y flojos, reduciendo el tamaño de los poros comparado con una tela de sari nueva.

Micrografías electrónicas de una capa simple de filtro de tela de sari. (Collwell et al., 2002)



#### Operación

Doblar un pedazo de tela limpia y grande 6 u 8 veces. Poner la tela doblada sobre un recipiente de agua limpia y asegurarla en el lugar.

Vierta el agua a través de la tela dentro del recipiente. Lave la tela en agua limpia antes de usarla nuevamente.



Una mujer usando tela de sari para filtrar agua

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Ficha Informativa: Filtración de tela

### Criterios del agua de entrada

- Límites no específicos

### Eficacia del tratamiento

	<b>Bacterias</b>	<b>Virus</b>	<b>Protozoos</b>	<b>Helmintos</b>	<b>Turbiedad</b>
<b>Laboratorio</b>	>99% <sup>1</sup>	No disponible	>100% <sup>2</sup>	>100% <sup>2</sup>	Varios <sup>3</sup>
<b>Campo</b>	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible

<sup>1</sup> Colwell et al. (2002), Huq et al. (1996), *Vibrio cholerae* unida a plankton y partículas menores a 20 µm

<sup>2</sup> Helmintos y protozoos menores a 20 µm no pasan a través de la tela

<sup>3</sup> Partículas suspendidas menores a 20 µm no pasan a través de la tela

- La eficacia depende del tejido de la tela y la cantidad de veces que se dobla.

### Criterio de Funcionamiento

<b>Flujo</b>	<b>Volumen de lote</b>	<b>Abastecimiento de agua diario</b>
No se aplica	Ilimitado	Ilimitado

### Solidez

- Simple y fácil de llevar a cabo
- La tela está disponible en todo el mundo, se podría usar tela desechada.

### Vida útil

- La tela necesitaría ser reemplazada si existen agujeros

### Requerimientos de Fabricación

#### Productores mundiales:

- No se aplica

#### Producción Local:

- No se aplica

### Materiales

- Tela
- Contenedores

### Instalaciones de Fabricación

- No se aplica

### Mano de obra

- Práctica tradicional realizada en el hogar.

### Mantenimiento

- La tela necesita ser lavada con agua limpia luego de cada uso.

### Costo Directo

Gastos de inversión	Costo de operación	Costo de reemplazo
US\$0	US\$0	US\$0

Nota: No se encuentran incluidos los costos de programa, transporte y educación. Los costos variarán de acuerdo a la ubicación.

### Referencias

Colwell, R., Huq, A., Sirajul Islam, M.S., Aziz, K.M.A., Yunus, M., Huda Khan, N., Mahmud, A., Sack, R.B., Nair, G.B., Chakraborty, J., Sack, D.A., and Russek-Cohen, E. (2002), Reduction of Cholera in Bangladeshi Villages by Simple Filtration. *Proc Natl Acad Sci USA*. 100(3): 1051–1055. Disponible en: [www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=298724#B11](http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pmcentrez&artid=298724#B11)

Huq, A., Xu, B., Chowdhury, M.A.R., Islam, M.S., Montilla, R., and Colwell, R.R. (1996), A Simple Filtration Method to Remove Plankton-Associated *Vibrio cholerae* in Raw Water Supplies in Developing Countries. *Appl Environ Microbiol.* 1996;62:2508–2512. Disponible en: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8779590](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8779590)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Filtro de bioarena de concreto

### Tipo de tratamiento



- Nombre del producto:** Filtro de bioarena de concreto
- Fabricante del producto:** Los diseños están disponibles gratuitamente a través de CAWST, Calgary (Canadá)
- Lugar de fabricación:** Construido localmente
- Descripción del producto:** Filtro de concreto de forma cuadrada con placa difusora y tapa. La caja de filtro se fabrica mediante un molde de acero y se rellena con capas de arena limpia y tamizada y gravilla.

**Disponibilidad:** A junio del 2009, CAWST estima que se han implementado más de 200.000 filtros de bioarena de concreto en más de 70 países.

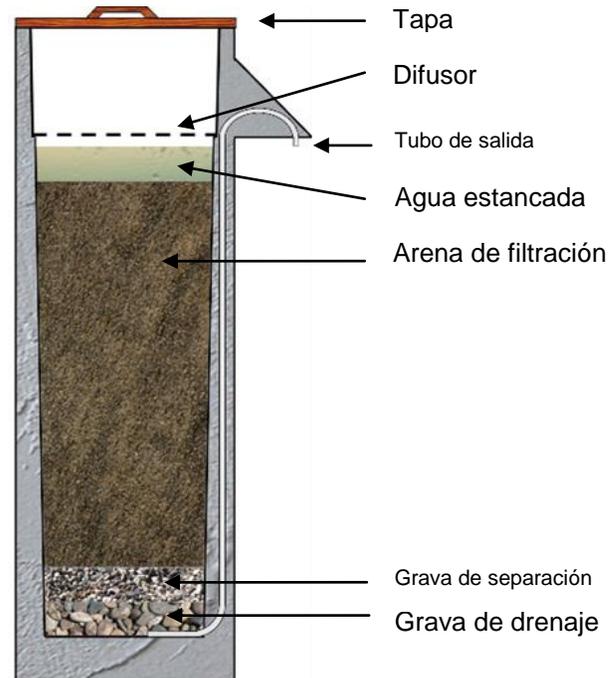
**Solidez:** No tiene partes móviles o mecánicas que se puedan romper. El tubo de salida está incrustado en el concreto, protegiéndolo contra roturas y grietas. Un transporte deficiente puede ocasionar agrietamiento y/o roturas; a veces se pueden reparar. Los filtros no se deberían mover una vez instalados.

**Vida útil:** Más de 30 años; continúa funcionando satisfactoriamente después de 10 años.

**Dimensiones:** 90 cm de altura por 30 cm de ancho.

**Peso:** 70-75 kg para el modelo de pared fina y 135 kg para el de pared gruesa (sin arena en su interior).

**Costo:** Entre 12 y 60 dólares estadounidenses, aunque el costo varía según el lugar.



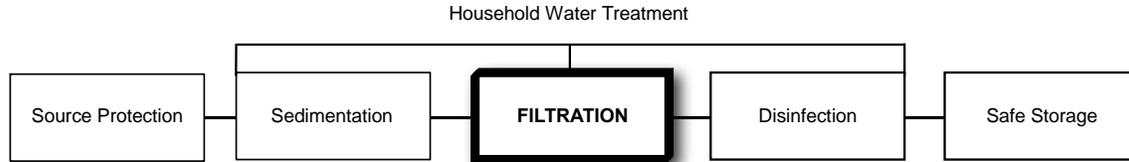
### Para más información

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology): [www.cawst.org](http://www.cawst.org)

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

### Ficha del producto: Filtro de bioarena HydrAid™

#### Tipo de tratamiento



<b>Nombre del producto:</b>	Filtro de bioarena HydrAid™.
<b>Fabricante del producto:</b>	Triple Quest (empresa formada por Cascade Engineering y Windquest Group).
<b>Ubicación del fabricante:</b>	Michigan, EE. UU.
<b>Descripción del producto:</b>	Filtro de bioarena fabricado en plástico con placa difusora y tapa. El filtro se compone de capas de arena y grava tamizada y lavada.
<b>Disponibilidad:</b>	Disponible en venta al por mayor para organizaciones asociadas.
<b>Solidez:</b>	Carece de partes móviles o mecánicas que puedan romperse. Se fabrica con plástico resistente a la luz ultravioleta (UV) para que no se descomponga al exponerse a la luz solar. Fabricado con materiales aprobados por la Agencia estadounidense de Alimentos y Medicamentos (FDA). El tubo de salida externo puede dañarse fácilmente y sufrir fugas. Los filtros no deben moverse tras instalarse.
<b>Vida útil:</b>	Más de 10 años
<b>Dimensiones aproximadas:</b>	Altura – 0,75 m; Diámetro – 0,4 m.
<b>Peso aproximado:</b>	Vacío – 3,5 kg; Lleno – 55 kg.
<b>Precio:</b>	Filtro de la imagen – 58 US\$; Filtro con arena – 75 US\$  También disponibles para compra internacional al por menor y al por mayor. Los precios no incluyen los contenedores de transporte, gastos de envío o de compensación, o costes relacionados.

#### Para más información:

[www.hydrAid.org](http://www.hydrAid.org)



(Fuente: International Aid)

## Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

### Hoja de producto: Filtro sifón

#### El proceso del tratamiento

Tratamiento de agua a nivel domiciliario



**Nombre del producto:** Filtro sifón

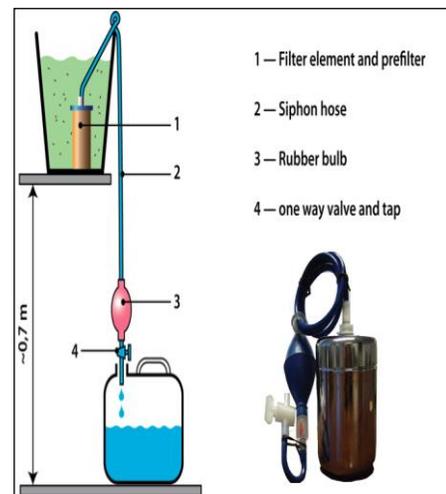
CrystalPur® (India, África Oriental, Camboya) y Tulip® (África, sudeste de Asia, India Central y Sudamérica) son los nombres de las marcas disponibles en el mercado.

**Fabricante:** *Basic Water Needs India Pvt Ltd* (Necesidades Básicas del Agua), Pondicherry, India

**Descripción del producto:** El filtro sifón es un filtro de agua de cerámica tipo vela, para uso doméstico. Se vale de la presión de la gravedad para hacer que el agua pase a través de un elemento de filtración de cerámica tipo vela de alta calidad, impregnado con plata. El producto es muy compacto, y consta únicamente de un elemento filtrante, una manguera de plástico y una válvula. Aunque algunos kits vienen con dos contenedores de agua, también se pueden usar otros contenedores que se hallen en el hogar. La acción del sifón (flujo) se inicia apretando el bulbo, y después el agua fluye por sí misma.

**Disponibilidad:** Producido e importado por Basic Water Needs India Pvt Ltd. Normalmente el elemento filtrante no puede fabricarse en casa. Actualmente implementado en todo el mundo por *EnterpriseWorks/VITA* y *Connect International*.

**Especificaciones:** Aunque el elemento de cerámica es bastante frágil, las piezas de plástico son resistentes. Hay una capa de tejido lavable que retiene partículas grandes para reducir la obstrucción del elemento de cerámica, aunque puede que se obstruya de todas formas si el



**Filtro sifón**

(Fuente: [www.akvo.org](http://www.akvo.org))

## Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

### Hoja de producto: Filtro sifón

agua de entrada contiene limo fino. Si el elemento filtrante tiene grietas o fugas, es necesario cambiarlo. No se debe exponer directamente a la luz del sol para evitar la degradación de las piezas de plástico.

#### Vida útil:

Puede tratar hasta 7.000 litros, dependiendo de la turbidez del agua. A los 20 L/hogar por día, durará poco menos de un año, mientras que las piezas de plástico durarán cinco años.

#### Dimensiones aproximadas: (Filtro Tulip®)

Diámetro del elemento filtrante: 60 mm  
 Altura del elemento filtrante: 100 mm  
 Volumen total (incluyendo el paquete): 2,7 dm<sup>3</sup>

Durante la operación hay que elevar el elemento filtrante de cerámica, que se encuentra dentro del contenedor de arriba (agua de entrada), a aproximadamente unos 70 cm por encima de la altura del contenedor de abajo (agua filtrada).



**Filtro Tulip**

(Fuente: [www.300in6.org](http://www.300in6.org))

#### Peso aproximado:

0,45 kg (sin incluir los contenedores de agua)

#### Producción:

4-6 L/hora

#### Costo:

EE.UU. \$7-12  
 Transporte: EE.UU, \$5-6 por filtro (dependiendo de la cantidad)  
 Reposición del elemento filtrante de cerámica: EE.UU. \$3-4

#### Mantenimiento:

Hay dos opciones para la limpieza del filtro: retrolavado y fregar el elemento filtrante. El retrolavado se lleva a cabo cerrando el grifo y apretando el bulbo, lo que obliga al agua a pasar a través del filtro, con flujo inverso, empujando hacia fuera las partículas de suciedad.

#### Eficiencia del tratamiento

	Bacteria	Virus	Protozoos	Helminetos	Turbidez	Sustancias químicas
<b>Laboratorio</b>	94-100% <sup>1,2</sup>	50-90% <sup>2,3</sup>	> 90% <sup>2</sup>	> 90% <sup>2</sup>	96-99,8% <sup>1,2</sup>	N/A
<b>Campo</b>	96% <sup>1</sup>	N/A	N/A	N/A	81,2% <sup>1</sup>	N/A

N/A: No disponible.

<sup>1</sup> Ziff, 2009

<sup>2</sup> Basic Water Needs BV/Pvt.

<sup>3</sup> Puede que los poros del elemento de cerámica no sean lo suficientemente pequeños como para eliminar todos los virus. Sin embargo, sí se eliminarán algunos gracias a la filtración, la adsorción y la reacción con la plata del elemento.

#### Información adicional

Akvopedia: [www.akvo.org/wiki/index.php/Siphon\\_filter](http://www.akvo.org/wiki/index.php/Siphon_filter) y  
[www.akvo.org/wiki/index.php/Solution\\_of\\_the\\_week\\_6](http://www.akvo.org/wiki/index.php/Solution_of_the_week_6)

## **Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro** **Hoja de producto: Filtro sifón**

CrystalPur filter (World Health Works): [www.enterpriseworks.org/pubs/WHW\\_onesheet.pdf](http://www.enterpriseworks.org/pubs/WHW_onesheet.pdf)

Tulip Water Filter: [www.tulipwaterfilters.com/](http://www.tulipwaterfilters.com/)

Basic Water Needs: [www.basicwaterneeds.com](http://www.basicwaterneeds.com)

### **Referencias**

Basic Water Needs BV/Pty. Resultados de análisis realizados en laboratorios independientes (2010-2011) y la información del producto publicado en la página web del fabricante del filtro: [www.basicwaterneeds.com](http://www.basicwaterneeds.com)

Ziff, S.E. (2009). Evaluación del filtro del sifón para el norte de Ghana. Tesis (M. Eng). Massachusetts Institute of Technology, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, EE.UU.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: LifeStraw® Family

### Tipo de tratamiento



**Nombre del producto:** LifeStraw® Family

**Fabricante:** Vestergaard-Frandsen

**Descripción:** LifeStraw® Family es un sistema de filtración y desinfección de agua que utiliza la fuerza de gravedad para tratarla. El agua no tratada se vierte en un balde que se encuentra en la parte superior mientras que por la válvula azul, situada en la parte inferior, sale agua potable.

El agua vertida es tratada primero por un prefiltro con un tamaño de poro de 80 µm, situado en el recipiente de la parte superior. Este prefiltro elimina partículas de gran tamaño y sedimentos. El agua baja por la manguera, gracias a la gravedad, y cae en el cartucho de purificación. Dentro de este cartucho, el agua se filtra de nuevo a través de una membrana con un tamaño de poro de 0,02 µm (20 nm). Este proceso de ultrafiltración elimina elementos patógenos y la turbidez del agua.

Cada vez que se utilice el filtro debe abrirse la válvula roja del cartucho de purificación, en la parte inferior, y dejar que salga agua durante 5 a 30 segundos. Esto elimina el aire que pueda haber en el cartucho y permite un tratamiento efectivo. No debe beberse el agua que sale de la válvula roja.

**Disponibilidad:** Debe adquirirse a través de importación de Vestergaard Frandsen, que cuenta con oficinas regionales en África y Asia. Solo está disponible la compra de grandes cantidades.

**Especificaciones:** No necesita electricidad o piezas de repuesto. La parte inferior del recipiente superior posee una cámara de cloro que añade pequeñas cantidades de cloro activo al agua para evitar que la membrana de ultrafiltración se ensucie, lo cual prolonga su vida



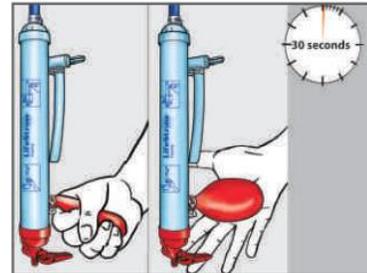
**Uso de LifeStraw Family**  
(Fuente: Vestergaard-Frandsen)

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: LifeStraw® Family

útil. Tanto el prefiltro como el cartucho de purificación necesitan ser limpiados diariamente con el fin de evitar que se obstruyan.

<b>Vida útil:</b>	18.000 litros (2 años y medio, con una media de 20 litros al día)
<b>Dimensiones aproximadas:</b>	Capacidad del recipiente superior: 2 litros Longitud de la manguera de plástico: 1 metro
<b>Peso aproximado:</b>	No disponible
<b>Resultados:</b>	9-10 litros por hora
<b>Precio:</b>	US\$25-40; solo disponible compra en grandes cantidades
<b>Mantenimiento:</b>	El prefiltro debe limpiarse diariamente. Para ello, quitar el prefiltro del recipiente, lavar y volver a colocar.



El cartucho de purificación debe limpiarse diariamente. Para limpiar el cartucho (imagen), apretar la bomba de aire roja, esperar 30 segundos y repetir dos veces. Abrir la válvula roja y dejar salir el agua durante 30 segundos.

**Apertar bomba de aire para limpiar**  
(Fuente: Vestergaard-Frandsen)

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Sustancias químicas
<b>Laboratorio</b>	>99,9999% <sup>1,2</sup>	99,99% <sup>1,2</sup>	>99,9% <sup>1,2</sup>	100% <sup>3</sup>	ND <sup>4</sup>	0 <sup>2</sup>
<b>Trabajo de campo*</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: No disponible

<sup>1</sup> Clasen et al., 2009

<sup>2</sup> [www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw/lifestraw/faq](http://www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw/lifestraw/faq)

<sup>3</sup> Debido al tamaño de poro del filtro (0,02 µm), se supone una eliminación de un 100% de los helmintos.

<sup>4</sup> Debido al tamaño de poro del filtro (0,02 µm), la eliminación de la turbidez es alta. Estudios más exhaustivos han demostrado que aclara el agua turbia. ([www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw/lifestraw-family/faq](http://www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw/lifestraw-family/faq)).

Lifestraw no elimina la sal o sustancias químicas como el arsénico, el hierro o el fluoruro.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: LifeStraw<sup>®</sup> Family

### Referencias

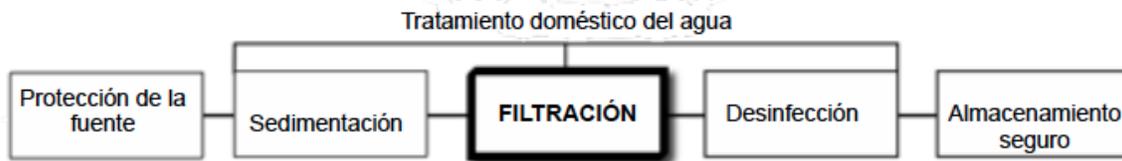
Clasen, T. et al. (2009). Laboratory assessment of a gravity-fed ultrafiltration water treatment device designed for household use in low-income settings. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 80(5), 2009, pp. 819–823.

Vestergaard-Frandsen. (sin fecha). Lifestraw<sup>®</sup>. Safe drinking water interventions for home and outside use. Vestergaard Frandsen Group S.A., Suiza. Disponible en: [www.lifestraw.com](http://www.lifestraw.com)

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: LifeStraw®

### Tipo de tratamiento



**Nombre del producto:**

LifeStraw®

**Fabricante:**

Vestergaard-Frandsen

**Descripción:**

LifeStraw® es un filtro de agua portátil que el usuario puede llevar a cualquier sitio. El agua se bebe directamente a través del filtro: el usuario coloca LifeStraw en el agua y bebe por la boquilla, como si se tratase de una pajita. Este filtro personal está recomendado para adultos y niños de más de 3 años, así como para su uso fuera del hogar.



**Bebiendo con LifeStraw**  
([www.lifestraw.com](http://www.lifestraw.com))

LifeStraw® cuenta con una cámara de resina halogenada (contiene yodo) que mata las bacterias y los virus con los que entra en contacto. Además, los microfiltros son utilizados para eliminar aquellas partículas de más de 0,2 micrones ( $\mu\text{m}$ ) de tamaño. El carbón activado absorbe las partículas de yodo, mejorando así el sabor del agua. El filtro elimina parte de la turbidez del agua. En aquellos casos en los que el agua no tratada esté turbia, será necesario limpiar el filtro más frecuentemente.

**Disponibilidad:**

Debe adquirirse a través de importación mediante Vestergaard Frandsen, que cuenta con oficinas regionales en África y Asia.

**Especificaciones:**

No necesita electricidad o piezas de repuesto. La carcasa exterior está hecha de plástico poliestireno de alto impacto. El usuario puede llevar este filtro a cualquier parte, colocándoselo alrededor del cuello gracias a una cuerda. Debe limpiarse frecuentemente soplando a través del filtro para evitar posibles obstrucciones; en aquellos casos en los que el agua no tratada esté turbia, será necesario limpiar el filtro más frecuentemente.

**Vida útil:**

1.000 litros (15 meses, con una media de 2 litros al día)

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: LifeStraw®

**Dimensiones aproximadas:** No disponibles

**Peso aproximado:** No disponible

**Resultados:** Filtración máxima de 0,6 litros/minuto (la cantidad real de agua filtrada depende del proceso de limpieza y la vida útil del filtro)

**Precio:** US\$3-\$6,50; compra al por menor y al por mayor disponibles. Actualmente no está disponible su compra al por menor en América del Norte.

**Conservación:** Puede conservarse durante tres años a una temperatura máxima de 30 grados. A temperaturas más altas disminuye la eficacia del tratamiento en los primeros mililitros de agua consumida.



**Limpieza de LifeStraw**  
(Fuente: Vestergaard-Frandsen)

**Mantenimiento:** Soplar frecuentemente a través del filtro para mantenerlo limpio y evitar posibles obstrucciones.

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Metales
<b>Laboratorio</b>	>99,999% <sup>1,2,3</sup>	99-99,8% <sup>1</sup>	>99,9% <sup>2,3</sup>	100% <sup>4</sup>	99,6% <sup>3</sup>	0 <sup>2</sup>
<b>Trabajo de campo*</b>	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: No disponible

<sup>1</sup> Sobsey, sin fecha.

<sup>2</sup> [www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw/lifestraw/faq](http://www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw/lifestraw/faq)

<sup>3</sup> Naranjo and Gerber, 2010; eliminación de la turbidez del agua sin tratar con un nivel de turbidez de 104 UTN.

<sup>4</sup> Debido al tamaño de poro del filtro (0.02 µm), se supone una eliminación de un 100% de los helmintos.

LifeStraw no elimina la sal o sustancias químicas como el arsénico, el hierro o el flúor.

No hay especificación alguna sobre las características que debe tener el agua no tratada que va a ser filtrada; el agua muy turbia debe prefiltrarse o sedimentarse con anterioridad. Si va a consumir agua turbia, solo utilice LifeStraw para beber de la superficie del agua (capa superior).

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: LifeStraw®

### Referencias

Naranjo, J and Gerber, C.P. (2010). Laboratory Test: Evaluation of Vestergaard Frandsen's hollow fiber LifeStraw® for the removal of Escherichia Coli and Cryptosporidium according to the US Environmental Protection Agency guide standard and protocol for evaluation of microbiological water purifiers. Department of Soil, Water and Environmental Science, University of Arizona, USA. Disponible en: [www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw/lifestraw/longevity-and-efficacy](http://www.vestergaard-frandsen.com/lifestraw/lifestraw/longevity-and-efficacy)

Sobsey, M. (sin fecha). LifeStraw® Personal: Summary of Test Data Received from the University of North Carolina, USA.

Vestergaard-Frandsen (sin fecha). Lifestraw®. Safe drinking water interventions for home and outside use. Vestergaard Frandsen Group S.A., Suiza. Disponible en: [www.lifestraw.com](http://www.lifestraw.com)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Nerox<sup>®</sup>- 02 Filtro de agua de beber

### Tipo de Tratamiento



**Nombre del producto:** Nerox<sup>®</sup>-02 Drinking Water Filter

**Fabricantes:** First Principals Inc., USA  
Scan-Water, Noruega/Finlandia  
Simpex, Ucrania

**Descripción del producto:** El filtro Nerox<sup>®</sup>-02 es una tecnología patentada. El sistema de filtrado está compuesto por una cámara que contiene la membrana con manguera de salida y boquilla. La membrana es una película polimérica delgada con poros de 0,2<sup>1</sup>, 0,28<sup>2</sup> o 0,4<sup>3</sup> micrones de tamaño. El filtro opera mecánicamente usando la gravedad.

<sup>1</sup> Simpex  
<sup>2</sup> ScanWater  
<sup>3</sup> First Principles

**Disponibilidad:** Debe ser despachado. También puede estar disponible como un kit que incluye recipientes para el agua o bolsas con espita.

**Solidez:** No hay partes móviles o mecánicas que se puedan romper. Sólo puede usarse en temperaturas sobre cero.

**Previsiones:** No lo almacene en temperaturas bajo cero.  
No limpie la membrana con material o cepillo áspero.  
No exponga el filtro a luz solar directa o calor excesivo.  
No use el filtro si la membrana está dañada.

**Vida útil estimada:** Puede tratar hasta 2.500 litros dependiendo de la turbiedad de la fuente de agua. El uso típico es de 15-25 L/día. Dura hasta 10 años cuando se mantiene en el empaque original y temperaturas entre -10 y +50° C.

**Dimensiones aproximadas:** 16 cm x 17,5 cm x 2,5 cm.  
El nivel del agua en el contenedor del agua de entrada debe mantenerse a un mínimo de 30 cm del final del tubo de salida.

**Peso aproximado:** 300 gramos (0,66 lb).



# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Nerox<sup>®</sup> - 02 Filtro de agua de beber

<b>Producción:</b>	Típicamente entre 15 y 25 L/día. El agua turbia reduce la producción.
<b>Costo:</b>	US\$12-15.
<b>Almacenamiento:</b>	Entorno seco a más de 0 °C.
<b>Mantenimiento:</b>	La membrana del filtro debe limpiarse con una esponja cuando se obstruye.



### Eficiencia del Tratamiento

	Bacteria	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad	Productos químicos
<b>Laboratorio</b>	94-100 % <sup>1,2</sup>	ND <sup>3</sup>	100% <sup>1,2</sup>	100% <sup>2</sup>	90 % <sup>4</sup>	60-100 % <sup>5,6</sup>
<b>Campo*</b>	ND <sup>7</sup>	ND	ND	ND	ND	ND

ND – No disponible

<sup>1</sup> First Principles Inc., sin fecha

<sup>2</sup> [www.scan-water.com](http://www.scan-water.com) / [www.filter-systems.com](http://www.filter-systems.com) / Tullilaboratorio Laboratories, Finlandia

<sup>3</sup> El tamaño del poro de la membrana es demasiado grande para retener la mayoría de virus

<sup>4</sup> [www.filter-systems.com](http://www.filter-systems.com)

<sup>5</sup> La eliminación de metales y químicos depende de la calidad de la fuente de agua. El filtro puede eliminar parte o la totalidad de hierro, plomo, cobre, aluminio, manganeso, zinc, arsénico y algunos pesticidas. ([www.firstprincipals.com](http://www.firstprincipals.com), [www.filter-systems.com](http://www.filter-systems.com))

<sup>6</sup> Eficiencia de remoción del arsénico: 90-100% (First Principals Inc., sin fecha)

<sup>7</sup> El filtro Nerox ha sido utilizado en el campo por organizaciones internacionales tales como UNICEF, especialmente para situaciones de emergencia (vea las páginas Web a continuación para mayor información)

### Referencias

First Principals Inc. (sin fecha). Nerox Water Filter, No More Bacteria. First Principals Inc., Cleveland, USA. Disponible en at: [www.firstprincipals.com/3pager\\_Filter.pdf](http://www.firstprincipals.com/3pager_Filter.pdf)

### Información adicional

First Principals: [www.firstprincipals.com/Nerox.htm](http://www.firstprincipals.com/Nerox.htm)

Folleto informativo [www.firstprincipals.com/3pager\\_Filter.pdf](http://www.firstprincipals.com/3pager_Filter.pdf)

Scan Water: [www.scan-water.com](http://www.scan-water.com)

Folleto informativo: [www.scan-water.com/products.php?vareid=103](http://www.scan-water.com/products.php?vareid=103)

Sistemas Simpex/Filter: [www.filter-systems.com](http://www.filter-systems.com)

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Ficha del producto: Filtro Point One™ de Sawyer

Tipo de tratamiento



**Nombre del producto:** Filtro Sawyer Point One™

**Fabricante:** Sawyer Products Inc., EE.UU

**Descripción:**

El filtro Sawyer Point One® es una tecnología que funciona por gravedad. Utiliza membranas de fibras huecas para remover los patógenos. Tiene un tamaño de poro de 0,1 micrones, lo que lo hace efectivo para eliminar bacterias, protozoos y helmintos. El filtro Point One® no elimina los virus (véase ficha del producto Sawyer Point Zero Two para la eliminación de virus).

El kit incluye un filtro, una manguera, accesorios de compresión, jeringa para el retrolavado de la manguera, un colgador para facilitar el almacenaje de la manguera y un sacabocados para unir la manguera al recipiente de entrada del agua. El kit no incluye ningún recipiente para verter el agua de entrada ni para recoger el agua filtrada. Este kit está diseñado para usarse con un recipiente de plástico pero también pueden utilizarse otros tipos de recipientes. En ningún caso los recipientes para el almacenamiento de agua que vayan a utilizarse deben haberse utilizado para transportar elementos químicos o materiales tóxicos.

La membrana del filtro está ubicada al final de la manguera de salida. Para detener el flujo, la manguera y el filtro se elevan hasta la parte superior del recipiente de agua de entrada y se engancha gracias al colgador proporcionado, hasta el siguiente uso.

**Disponibilidad:** Disponible en línea. No se exporta internacionalmente a través de Sawyer Products Inc. Para envíos fuera de Norteamérica, se recomienda ponerse en contacto con una empresa de logística.



**Kit de filtro Sawyer PointOne™**  
(Crédito: www. sawyer.com)



**Funcionamiento del filtro Sawyer**  
(Crédito: www.sawyer.com)

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Ficha del producto: Filtro Point One™ de Sawyer

**Especificaciones:** El filtro de membrana no necesita reemplazarse; el retrolavado con la jeringa desobstruye el filtro. En aquellos casos en los que el agua de entrada esté turbia, se recomienda realizar una prefiltración usando un trapo y/o sedimentación.

**Vida útil:** No hay aún información de campo disponible para calcular la vida útil del filtro.

**Dimensiones aproximadas:** Filtro cilíndrico: 22 cm. de largo, 7 cm. de diámetro. Longitud del tubo de plástico: 30 cm (1 pie); disponible en otras longitudes.

**Peso aproximado:** 0,3 kg. (0,63 lb.)

**Producción:** 46,5 - 54 litros/hora; 1.117 litros/día. (en base a una manguera de 30 cm unida a un recipiente de 19 litros al nivel del mar). Si se incrementa el largo de la manguera, se usa un recipiente más grande o se mantiene continuamente lleno, aumenta el flujo de agua. La velocidad del flujo de agua será menor a mayor altitud.

**Coste:** Venta al por menor: US\$60

**Mantenimiento:** Deben realizarse retrolavados del filtro cuando el flujo de agua disminuya, usando para ello la jeringa provista en el kit. Si el agua de entrada es relativamente limpia, se recomienda el lavado a contracorriente cada 3800 litros. Si el agua de entrada es muy turbia, se recomienda realizar un retrolavado cada 40 litros filtrados, aproximadamente.



**Filtro con balde Sawyer PointOne™**  
(Crédito: [www.sawyer.com/gallery.htm](http://www.sawyer.com/gallery.htm))

### Eficacia del tratamiento

	Bacteria	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Químicos
<b>Laboratorio</b>	>99,99999% <sup>1</sup>	N/D <sup>2</sup>	> 99,999% <sup>3</sup>	100% <sup>4</sup>	N/D	N/D
<b>Campo</b>	N/D <sup>5</sup>	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

N/D: No disponible.

<sup>1</sup> Hydreion LLC, 2005. Test bacteriológico: Klebsiella.

<sup>2</sup> El filtro Sawyer Point One™ no garantiza la eliminación de los virus

<sup>3</sup> Hydreion LLC, 2005. Test de organismos: oocitos de Cryptosporidium parvum y quistes de Giardia Lamblia.

<sup>4</sup> La eliminación de helmintos debería ser igual o mayor que la eliminación de bacteria y protozoos, basándose en el tamaño de los patógenos.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Ficha del producto: Filtro Point One™ de Sawyer

<sup>5</sup> Un estudio de campo de Give Clean Water muestra su aplicabilidad en el campo. Disponible en: [www.sawyerpointonefilters.com](http://www.sawyerpointonefilters.com) . Se están analizando los resultados de un estudio de campo en Bolivia.

### Referencias

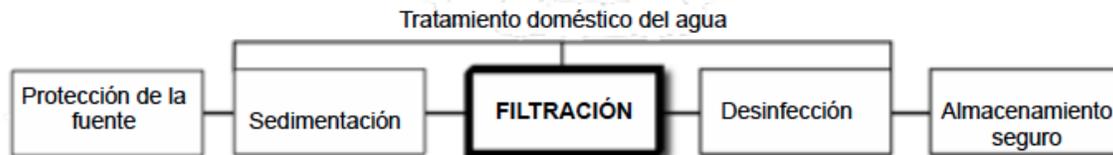
Hydreion LLC. (2005). Microbiological Testing of the Sawyer 7/6B Filter. EE.UU.. Disponible en: [www.sawyerpointonefilters.com/downloads/MicrobiologicalTest\\_HydreionLabReport\\_12-01-2005\\_76BFilter.pdf](http://www.sawyerpointonefilters.com/downloads/MicrobiologicalTest_HydreionLabReport_12-01-2005_76BFilter.pdf) (sólo en inglés)

Sawyer Products Inc (2011). Disponible: [www.sawyerpointonefilters.com](http://www.sawyerpointonefilters.com). Visitada el 16 de mayo de 2011.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Ficha del producto: Filtro purificador Sawyer Point Zero Two™

### Tipo de tratamiento:



**Nombre del producto:** Filtro purificador Sawyer Point Zero Two™

**Fabricante:** Sawyer Products Inc., EE.UU

### Descripción:

El filtro Sawyer Point Zero Two® es una tecnología de filtración que funciona gracias a la gravedad y utiliza membranas de fibras huecas para remover los patógenos del agua. Estas tienen un tamaño de poro de 0.2 micrones, lo que lo hace efectivo para eliminar virus, bacterias, protozoos y helmintos.

El kit incluye un filtro, una manguera, accesorios de compresión, jeringa para el retrolavado de la manguera, un colgador para facilitar el almacenaje y un sacabocados para unir la manguera al recipiente de entrada del agua. El kit no incluye ningún recipiente para verter el agua de entrada ni para recoger el agua filtrada. Este kit está diseñado para usarse con un recipiente de plástico pero también puede funcionar con otros materiales; los recipientes para almacenamiento de agua no deben ser recipientes que hayan sido utilizados para transportar químicos o materiales tóxicos.



**Filtro Sawyer Point Zero Two (no se incluye el balde)**  
(Crédito: [www.sawyerdirect.net](http://www.sawyerdirect.net))

La membrana del filtro está ubicada al final de la manguera de salida. Para detener el flujo, la manguera y el filtro se elevan hasta la parte superior del recipiente de agua de entrada y se engancha gracias al colgador proporcionado, hasta el siguiente uso.

**Disponibilidad:** Disponible en línea. No se exporta internacionalmente a través de Sawyer Products Inc. Para envíos fuera de Norteamérica, se recomienda ponerse en contacto con una empresa de logística.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Ficha del producto: Filtro purificador Sawyer Point Zero Two™

**Especificaciones:** El filtro de membrana no necesita reemplazarse el retrolavado con la jeringa desobstruye el filtro. En aquellos casos en los que el agua de entrada esté turbia, se recomienda realizar una prefiltración usando un trapo y/o sedimentación.

**Vida útil:** No hay aún información de campo disponible para calcular la vida útil del filtro.

**Dimensiones aproximadas:** Filtro cilíndrico: 22 cm. de largo, 7 cm. de diámetro. Longitud del tubo plástico: 90 cm. (3 pies); hay otras longitudes disponibles.

**Peso aproximado:** 0,5 kg. (1,13 lb.)

**Resultados:** 13,6 - 15 litros/hora; 327 litros/día (en base a una manguera de 90 cm. unida a un recipiente de 19 litros al nivel del mar). Si se incrementa el largo de la manguera, se usa un recipiente más grande o se mantiene continuamente lleno, aumenta el flujo de agua. La velocidad del flujo de agua será menor a mayor altitud.



**Filtrado con Sawyer**  
(Credit: www.sawyer.com)

**Coste:** Venta al por menor: US\$145

**Mantenimiento:** Deben realizarse retrolavados del filtro cuando el flujo de agua disminuya, usando para ello la jeringa provista en el kit. Si el agua de entrada es relativamente limpia, se recomienda el retrolavado cada 3800 litros. Si el agua de entrada es muy turbia, se recomienda realizar un retrolavado cada 40 litros de agua filtrados, aproximadamente.

### Eficacia del tratamiento

	Bacteria**	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Químicos
<b>Laboratorio</b>	>99,9999% <sup>1</sup>	>99,999% <sup>2</sup>	> 99,999% <sup>3</sup>	100% <sup>4</sup>	N/D	N/D
<b>Campo</b>	N/D <sup>5</sup>	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D

N/D: No disponible.

<sup>1</sup> Hydreion LLC, 2005. Test bacteriológico: Klebsiella. Los resultados son para el filtro Point One™; el filtro Point Zero Two™ debería tener la misma eficacia o más, basándose en el tamaño del poro.

<sup>2</sup> Hydreion LLC, 2005. Test viral: colifago MS2

<sup>3</sup> Hydreion LLC, 2005. Test de organismos: Esporozoítos de Cryptosporidium parvum y quistes de Giardia Lamblia. Resultados para el filtro Point One™; el filtro Point Zero Two™ debería tener la misma eficacia o más, basándose en el tamaño del poro.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Ficha del producto: Filtro purificador Sawyer Point Zero Two™

<sup>4</sup> La eliminación de helmintos debería ser igual o mayor que la eliminación de bacteria y protozoos, basándose en el tamaño de los patógenos.

<sup>5</sup> Un estudio de campo de Give Clean Water muestra su aplicabilidad en el campo. Disponible en: [www.sawyerpointonefilters.com](http://www.sawyerpointonefilters.com). Se están analizando los resultados de un estudio de campo en Bolivia

### Referencias

Hydreion LLC. (2005). Microbiological Testing of the Sawyer 7/6B Filter. EE.UU. Disponible en: [www.sawyerpointonefilters.com/downloads/MicrobiologicalTest\\_HydreionLabReport\\_12-01-2005\\_76BFilter.pdf](http://www.sawyerpointonefilters.com/downloads/MicrobiologicalTest_HydreionLabReport_12-01-2005_76BFilter.pdf) (sólo en inglés)

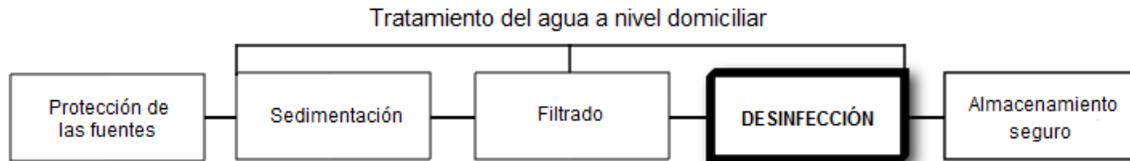
Hydreion LLC. (2005). Virus Removal Test of the Sawyer 7/6BV Filter. USA. Disponible en: [www.sawyerpointonefilters.com/downloads/PurificationTest\\_HydreionLabReport\\_1-6-2006\\_76VPurifier.pdf](http://www.sawyerpointonefilters.com/downloads/PurificationTest_HydreionLabReport_1-6-2006_76VPurifier.pdf) (sólo en inglés)

Sawyer Products Inc (2011). Disponible en: [www.sawyerpointonefilters.com](http://www.sawyerpointonefilters.com). Visitada el 16 de mayo, 2011.

# Tratamiento domiciliario del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Hervido

### El proceso de tratamiento



### Capacidad potencial de tratamiento

Muy efectivo para:	Poco efectivo para:	No efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbiedad</li> <li>• Productos químicos</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>

### ¿Qué es el hervido?

El hervido es considerado el más antiguo del mundo, el más común y uno de los métodos más efectivos para el tratamiento del agua. Si se realiza correctamente, mata o desactiva todas las bacterias, virus, protozoos (incluyendo quistes) y helmintos que causan enfermedades diarreicas.

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Los patógenos se mueren cuando la temperatura alcanza los 100 grados Celsius.

### Operación

Se calienta agua sobre un fuego o un fogón hasta que hierve. Se pueden usar diferentes fuentes de energía dependiendo de la disponibilidad local y el costo (por ej. madera, carbón vegetal, biomasa, biogás, queroseno, propano, paneles solares, electricidad).

El burbujeo del agua mientras hierve proporciona un indicador visual que elimina la necesidad de usar un termómetro.

El tiempo recomendado del hervido varía entre las organizaciones. La Organización Mundial de la Salud recomienda calentar el agua hasta que alcance el punto de ebullición. (OMS, sin fecha). Los Centros para Control y Prevención de Enfermedades recomiendan un hervido de 1 minuto, para asegurarse de que los usuarios no detengan

el calentamiento del agua antes de que se alcance el verdadero punto de ebullición (CDC, 2009). CAWST recomienda hervir el agua durante 1 minuto y agregar un minuto por cada 1000 metros de elevación.

La recontaminación del agua ya hervida es uno de los problemas principales. El agua es, a menudo, trasladada de la olla a recipientes de almacenamiento sucios, lo que la hace insegura para beber. Se recomienda almacenar el agua hervida en su olla con una tapa para reducir el riesgo de contaminación.

El agua hervida sabe insípida para algunas personas. Esto es causado por el oxígeno disuelto que escapa del agua mientras hierve. El sabor insípido se puede reducir con una remoción vigorosa o agitando agua refrigerada para aumentar el contenido de oxígeno disuelto.



Hervido del agua (Fuente: Phitar, 2005)

# Tratamiento domiciliario del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Hervido

### Criterios del agua de entrada

- Cualquier tipo de agua puede ser hervida.

### Eficacia del tratamiento

	Bacteria	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad	Químicos
Laboratorio	100%	100%	100%	100%	0%	0% <sup>3</sup>
Campo	97-99% <sup>1,2</sup>	No disponible	No disponible	No disponible	0%	0%

<sup>1</sup> Clasen, T. et al (2007)

<sup>2</sup> Clasen, T. (2007)

<sup>3</sup> Puede precipitar algunos químicos disueltos.

- Los patógenos se mueren cuando la temperatura alcanza los 100 grados Celsius.

### Criterio de funcionamiento

Flujo	Volumen del lote	Rendimiento diario de agua
No aplicable	Depende del tamaño del recipiente	Depende del tamaño del recipiente y la disponibilidad de energía

- Hervir el agua durante 1 minuto y agregar un minuto cada 1000 metros de elevación.
- El agua hervida debería mantenerse en la olla cubierta con una tapa hasta que sea consumida.

### Especificaciones

- Casi todos los hogares poseen el equipo requerido para hervir agua.
- Requiere suministro de combustible.
- Los usuarios no deberían hervir constantemente agua para ahorrar combustible y esfuerzo.

### Vida útil estimada

- Requisito de combustible regular.
- Las ollas usadas para hervir necesitan ser reemplazadas con el tiempo.

### Requisitos de fabricación

#### Productores a nivel mundial:

- No aplicable.

#### Producción Local:

- No aplicable.

#### Materiales:

- Combustible (Por ej. Madera, carbón vegetal, biomasa, biogás, queroseno, propano, paneles solares, electricidad).
- Cocina o calentador.
- Olla y tapa.

# Tratamiento domiciliario del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Hervido

### Instalaciones de fabricación:

- No aplicable

### Trabajo:

- Almacenamiento regular de algunos combustibles. (Por ej. madera, carbón vegetal u otras biomasas).

### Peligro:

- Potencial riesgo de lesiones por quemaduras; debe mantenerse la precaución alrededor de las cocinas y fuegos y cuando se realiza el traslado de agua caliente.
- Causa de infecciones respiratorias asociadas con la pobre calidad del aire en los interiores; se pueden usar cocinas perfeccionadas para mejorar la calidad del aire en los interiores y reducir las enfermedades y muertes.

### Mantenimiento

- La olla y la tapa deberían ser limpiadas periódicamente.

### Costo Directo

Gastos de inversión	Costo de operación	Costo de reemplazo
US\$0 <sup>1</sup>	US\$0-0,06/10 litros <sup>2</sup>	US\$0 <sup>1</sup>

Nota: No se encuentran incluidos los costos de programa, transporte y formación. Los costos variarán de acuerdo con la ubicación.

<sup>1</sup> Se supone que los hogares poseen una olla y fuego/cocina para cocinar.

<sup>2</sup> Clasen (2007)

### Otros

- El agua hervida sabe insípida para algunas personas. Esto es causado por el oxígeno disuelto que escapa del agua mientras hierve. El sabor insípido se puede reducir con una remoción vigorosa o agitando agua refrigerada para aumentar el contenido de oxígeno disuelto.

# Tratamiento domiciliario del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Hervido

### Referencias

Centers for Disease Control and Prevention (2009). Household Water Treatment Options in Developing Countries: Boiling. Atlanta, USA.

Clasen, T. (2007). Microbiological Effectiveness and Cost of Boiling to Disinfect Drinking Water: Case Studies from Vietnam and India. (Presentation) London School of Hygiene and Tropical Medicine.

Clasen, T., Thao, D., Boisson, S., and O. Shipin (2008). Microbiological Effectiveness and Cost of Boiling to Disinfect Drinking Water in Rural Vietnam. *Environmental Science and Technology*; 42(12): 42:55.

World Health Organization (nd). Household Water Treatment and Safe Storage Following Emergencies and Disasters: South Asia Earthquake and Tsunami. Disponible en: [www.who.int/household\\_water/en/](http://www.who.int/household_water/en/)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

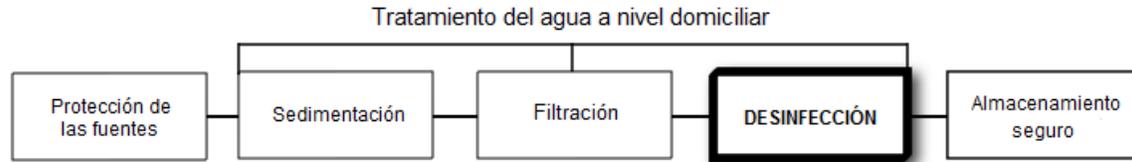
Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: Junio del 2011

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio)

### Proceso de tratamiento



### Eficacia del tratamiento

Muy eficaz contra:	Algo eficaz contra:	Nada eficaz contra:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunos protozoos</li> <li>• Helmintos (gusanos parásitos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cryptosporidium parvum</i></li> <li>• Ovoquistes de toxoplasma</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• Productos químicos</li> <li>• Sabor, olor y color</li> </ul>

### ¿Qué es el hipoclorito de sodio?

El cloro comenzó a utilizarse como desinfectante a principios del siglo XX. Supuso una revolución en el tratamiento de potabilización y redujo drásticamente las enfermedades producidas por beber agua contaminada. Actualmente, en los Estados Unidos continúa siendo el producto químico más utilizado para desinfectar agua.

El hipoclorito de sodio es un compuesto de cloro usado para la desinfección del agua. Se puede fabricar en muchos lugares, ya que se obtiene a través de la electrólisis del agua salada.

Las botellas de hipoclorito de sodio para el tratamiento de agua a nivel domiciliario se pueden comprar a varios fabricantes y en diversos tamaños. Las concentraciones de cloro van desde el 0,5 al 10% y cada producto debería tener sus propias instrucciones para la correcta dosificación en el agua contaminada. La lejía usada a nivel doméstico también contiene hipoclorito de sodio y se puede adquirir fácilmente.

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Cuando se añade al agua, el cloro forma ácido hipocloroso, el cual reacciona por oxidación con los microorganismos y los

elimina. Cuando se añade cloro al agua, se pueden dar tres situaciones:

1. Que parte del cloro reaccione por oxidación con la materia orgánica y los agentes patógenos del agua y los elimine. A esta parte se la llama cloro consumido.
2. Que parte del cloro reaccione con otra materia orgánica, amoníaco y hierro, y forme nuevos compuestos. A esta parte se la llama cloro combinado.
3. Que el exceso de cloro que no se consume ni se combina permanezca en el agua. A esta parte se la llama cloro residual libre (FCR, por la sigla en inglés). Es el tipo de cloro más eficaz para la desinfección (especialmente contra los virus) y ayuda a evitar que el agua ya tratada se vuelva a contaminar.



Air Rahmat, Indonesia  
(Fuente: Tirta/JHUCCP)

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio)

### Modo de empleo

Hay diferentes tipos de productos de cloro fabricados específicamente para el tratamiento de agua a nivel domiciliario. Cada producto debería tener instrucciones para la correcta dosificación y establecimiento del tiempo de contacto.

La lejía líquida de uso doméstico se utiliza habitualmente para desinfectar el agua potable. Se debe conocer la concentración del producto para calcular cuánta lejía se necesita para un determinado volumen de agua. Véase el *Reporte técnico de CAWST para la potabilización del agua mediante el uso de cloro* para acceder a información sobre cómo determinar la dosis de cloro y el tiempo de contacto necesario cuando se usa lejía común.

Algunos factores que afectan la eficacia del cloro son la turbiedad del agua, la materia orgánica presente en el agua, el amoníaco, la temperatura y el pH.

Se debería dejar sedimentar o filtrar el agua antes de añadir el cloro. Esos procesos eliminarán parte de las partículas en suspensión y mejorarán la reacción entre el cloro y los agentes patógenos.



Clorox, producto vendido en tiendas en Zambia.

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio) - Datos clave

### Criterios para el agua a tratar

- Turbiedad baja.
- pH entre 5,5 y 7,5; a partir de 9 la desinfección no es confiable.

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad
Laboratorio	Alta <sup>4</sup>	Alta <sup>4</sup>	Baja <sup>4</sup>	Ineficaz <sup>5</sup> – Moderado <sup>6</sup>	0%
Campo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	0%

<sup>1</sup> Las bacterias incluyen *Burkholderia pseudomallei*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella sonnei*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*.

<sup>2</sup> Virus: enterovirus, adenovirus, norovirus, rotavirus.

<sup>3</sup> Protozoos: *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium parvum*.

<sup>4</sup> CDC (2007)

<sup>5</sup> AWWA (2006) muestra que el cloro no es eficaz contra los huevos de *Ascaris lumbricoides*.

<sup>6</sup> Mercado-Burgos *et al.* (1975) muestra eficacia moderada contra las especies *Schistosoma*. Supuesta eficacia moderada contra *Dracunculus medinensis*.

- Los ovoquistes de *Toxoplasma* y de *Cryptosporidium parvum* son muy resistentes a la desinfección con cloro (CDC, 2007). No se debería esperar que el cloro por sí solo inactive esos agentes patógenos.

### Criterios de funcionamiento

Velocidad de flujo	Volumen de carga	Suministro diario de agua
No corresponde	Ilimitado	Ilimitado

- Es necesario seguir las instrucciones del fabricante para los productos específicos de hipoclorito de sodio.
- La dosis de cloro requerida y el tiempo de contacto varían según la calidad del agua (turbiedad, pH, temperatura).
- Si el agua es muy turbia, es necesario sedimentarla o filtrarla antes de añadir el cloro.
- Tiempo de contacto mínimo: 30 minutos.
- El tiempo de contacto debería aumentar en niveles de pH elevados (>9) (Lantagne, 2009).
- El tiempo de contacto debería aumentarse a 1 hora para temperaturas entre 10 y 18°C y a 2 horas o más para temperaturas inferiores a 10°C.

### Especificaciones

- El cloro residual libre (FCR) evita que el agua vuelva a contaminarse.
- La mayoría de los usuarios no saben calcular ellos mismos la dosis de cloro, por eso se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- Para ahorrar dinero, es posible que algunos usuarios utilicen una dosis menor a la recomendada.
- Requiere una cadena de abastecimiento, disponibilidad de mercado y compra frecuente.
- Requiere contar con un proceso de control de calidad para asegurarse de que el producto sea confiable.
- A veces, puede resultar difícil saber dónde conseguir recipientes de plástico adecuados para la fabricación de soluciones de cloro.

### Vida útil estimada

- El cloro se deteriora con el tiempo, especialmente en estado líquido.
- Sin estabilización del pH, el cloro en estado líquido caduca en 6 semanas. Con estabilización y, si el nivel de pH es superior a 11,9, dura hasta un año (Lantagne *et al.*, 2010).

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio) - Datos clave

### Requisitos para la fabricación

#### Producción a nivel mundial:

- Hay muchos fabricantes de soluciones de cloro en todo el mundo.

#### Producción a nivel local:

- Se puede fabricar a nivel local usando una solución de agua salada y equipamiento para electrólisis.

#### Materiales necesarios (para la fabricación de productos de cloro):

- Generador con equipamiento para electrólisis.
- Botellas de plástico y equipamiento para etiquetar.
- Sal.
- Agua.

#### Instalaciones adecuadas para la fabricación:

- Espacio en los talleres destinado a la producción y embotellamiento del cloro.
- Debe haber una buena ventilación en el lugar de trabajo.

#### Mano de obra:

- Se necesitan profesionales entrenados para producir y analizar el hipoclorito de sodio.

#### Riesgos (durante la fabricación de productos de cloro):

- El humo del cloro y el contacto del cloro con la piel es peligroso.
- Se deben usar gafas y protección para la piel cuando se manejan soluciones de cloro.
- El trabajo debe llevarse a cabo en un lugar bien ventilado o al aire libre.

#### Mantenimiento

- El cloro debe almacenarse dentro de un contenedor cerrado en un lugar fresco y oscuro.
- Mantener el cloro fuera del alcance de los niños.

#### Costo directo

Costo de capital	Costo de operación	Costo de sustitución
USD 0	USD 0,45/1000 litros <sup>1</sup> USD 3,29 por año <sup>2</sup>	USD 0

Nota: costos de programa, transporte y educación no incluidos. El costo puede variar dependiendo de la ubicación.

<sup>1</sup> Medentech (2009)

<sup>2</sup> Con un consumo diario de 20 litros por hogar.

#### Otros

- Algunos usuarios se quejan del sabor y olor que puede dejar el cloro en el agua. Sin embargo, los fabricantes afirman que si se utilizan las dosis recomendadas no hay mal olor ni sabor.
- El cloro reacciona con la materia orgánica presente en el agua de forma natural y forma derivados (subproductos) como los trihalometanos (THM), los cuales son potencialmente cancerígenos.
- Los resultados de los estudios indican que los niveles de THM producidos por el tratamiento del agua con cloro están por debajo de los valores establecidos por la OMS (Lantagne *et al.*, 2008).

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Hipoclorito de sodio) - Datos clave

### Referencias

American Water Works Association (2006). *Waterborne Pathogens*. American Water Works Association, Estados Unidos.

Centers for Disease Control and Prevention (2007). *Effect of Chlorination on Inactivating Selected Pathogens*. Disponible en inglés en:  
[www.cdc.gov/safewater/about\\_pages/chlorinationtable.htm](http://www.cdc.gov/safewater/about_pages/chlorinationtable.htm)

Clasen, T. (2007). *Presentation*. London School of Hygiene and Tropical Medicine.

Lantagne, D. S., Blount, B. C., Cardinali, F. y R. Quick (2008). *Disinfection by-product formation and mitigation strategies in point-of-use chlorination of turbid and non-turbid waters in western Kenya*. Journal of Water and Health, 06.1, 2008.

Lantagne, D. (2009). *Summary of Information on Chlorination and pH*. Preparado para UNICEF.

Lantagne, D., Preston, K., Blanton, E., Kotlarz, N., Gezagehn, H., van Dusen, E., Berens, J. y K. Jellison (2010). *Hypochlorite Solution Expiry and Stability in Household Water Treatment in Developing Countries*. Presentado a la revista Journal of Environmental Engineering.

Luby, S., Agboatwalla, M., Razz, A. y J. Sobel (2001). *A Low-Cost Intervention for Cleaner Drinking Water in Karachi, Pakistan*. International Journal of Infectious Diseases; 5 (3): 144-150.

Mercado-Burgos, N., Hoehn, R.C. y R.B. Holliman (1975). *Effect of Halogens and Ozone on Schistosoma Ova*. Journal Water Pollution Control Federation, Vol. 47, No. 10 (Oct., 1975), pp. 2411-2419.

### Más información

Centros para el control y la prevención de enfermedades (del inglés, CDC):  
[www.cdc.gov/safewater/publications\\_pages/pubs\\_chlorine.htm](http://www.cdc.gov/safewater/publications_pages/pubs_chlorine.htm) (en inglés)

Environment and Public Health Organization (ENPHO):  
[www.enpho.org/product\\_treatment\\_piyush.htm](http://www.enpho.org/product_treatment_piyush.htm) (en inglés)

Population Services International (Servicio Internacional de Población, de la sigla en inglés PSI):  
[www.psi.org/child-survival/](http://www.psi.org/child-survival/) (en inglés)

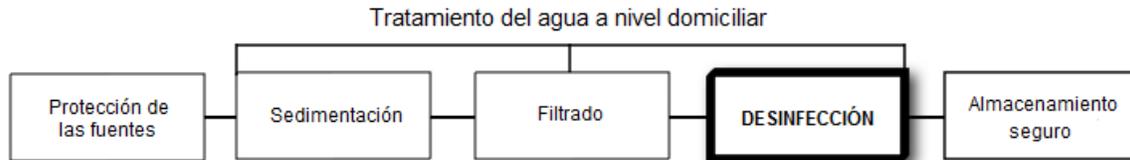
---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: junio de 2011

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Pastillas de NaDCC)

### Proceso de tratamiento



### Eficacia del tratamiento

Muy eficaz contra:	Algo eficaz contra:	Nada eficaz contra:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunos protozoos</li> <li>• Helmintos (gusanos parásitos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cryptosporidium parvum</i></li> <li>• Ovoquistes de toxoplasma</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• Productos químicos</li> <li>• Sabor, olor y color</li> </ul>

### ¿Qué es el NaDCC?

El cloro comenzó a utilizarse como desinfectante a principios del siglo XX. Supuso una revolución en el tratamiento de potabilización y redujo drásticamente las enfermedades producidas por beber agua contaminada. Actualmente, en los Estados Unidos continúa siendo el producto químico más utilizado para desinfectar el agua.

El NaDCC, también conocido como dicloroisocianurato de sodio o trocloseno sódico, es una forma de cloro usada para la desinfección del agua. Habitualmente se usa para desinfectar el agua en caso de emergencia y actualmente está disponible para el tratamiento del agua a nivel domiciliario.

La empresa Medentech fabrica pastillas que traen distintas concentraciones de NaDCC (p. ej. 2 mg hasta 5 g) para tratar diferentes volúmenes de agua (p. ej. 1 hasta 2.500 litros) de una sola vez. Normalmente son efervescentes, por lo que las pastillas

pequeñas se disuelven en menos de 1 minuto.

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Cuando se añade al agua, el NaDCC libera ácido hipocloroso, el cual reacciona por oxidación con los microorganismos y los elimina.

Existen tres posibilidades cuando añadimos cloro al agua:

1. Que parte del cloro reaccione por oxidación con la materia orgánica y los patógenos del agua y los elimine. Esta parte del cloro se llama cloro consumido.
2. Que parte del cloro reaccione con otra materia orgánica, amoníaco y hierro, y forme nuevos compuestos. Este se llama: cloro combinado.
3. Que el exceso de cloro que no se consume ni se combina permanezca en el agua. Esta parte se llama: cloro residual libre (FCR, por su sigla en inglés). El FRC es el compuesto del cloro más eficaz para la desinfección, (especialmente contra los virus) y ayuda a prevenir que el agua ya tratada se vuelva a contaminar.



# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Pastillas de NaDCC)

### Modo de empleo

Cada producto debería poseer instrucciones para su correcta dosificación. En general, y siempre siguiendo las instrucciones del producto, se añade una pastilla del tamaño adecuado para la cantidad de agua que se quiera tratar. A continuación se remueve el agua y se deja reposar durante el tiempo que se especifique en las instrucciones, normalmente unos 30 minutos (tiempo de contacto). Pasado ese tiempo, el agua está desinfectada y lista para su consumo.

Algunos factores que afectan la eficacia del cloro son la turbiedad del agua, la materia orgánica en el agua, el amoníaco, la temperatura y el pH de la misma.

El agua turbia debería ser sedimentada y filtrada antes de añadir el cloro. Estos procesos eliminarán parte de las partículas suspendidas y conseguirán que la reacción entre el cloro y los patógenos sea más eficaz.

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Pastillas de NaDCC) Datos Clave

### Criterios para el agua a tratar

- Turbiedad baja.
- pH entre 5.5 y 7.5; a partir de 9 la desinfección no es fiable.

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad
Laboratorio	Alta <sup>4</sup>	Alta <sup>4</sup>	Baja <sup>4</sup>	Ineficaz <sup>5</sup> – Moderado <sup>6</sup>	0%
Campo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	0%

<sup>1</sup> Las bacterias incluyen *Burkholderia pseudomallei*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella sonnei*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*.

<sup>2</sup> Virus: enterovirus, adenovirus, norovirus, rotavirus.

<sup>3</sup> Protozoos: *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium parvum*.

<sup>4</sup> CDC (2007)

<sup>5</sup> AWWA (2006) muestra que el cloro no es eficaz contra los huevos de *Ascaris lumbricoides*.

<sup>6</sup> Mercado-Burgos et al. (1975) muestra eficacia moderada contra las especies *Schistosoma*. Supuesta eficacia moderada contra *Dracunculus medinensis*.

- Los ovoquistes de *Toxoplasma* y de *Cryptosporidium parvum* son muy resistentes a la desinfección con cloro (CDC, 2007). No se debería esperar que el cloro sin ningún otro producto pueda inactivar dichos patógenos.

### Criterios de funcionamiento

Velocidad de flujo	Volumen de carga	Suministro diario de agua
No corresponde	Ilimitado	Ilimitado

- Es necesario seguir las instrucciones del fabricante para los productos específicos de NaDCC.
- La cantidad de cloro requerida y el tiempo de contacto varían según la turbiedad, el pH y la temperatura (Lantagne, 2009).
- Si el agua está muy turbia hay que sedimentarla o filtrarla antes de añadir el cloro.
- Tiempo de contacto mínimo: 30 minutos.

### Especificaciones

- El cloro residual libre (FCR) protege contra la recontaminación.
- La mayoría de los usuarios no pueden calcular la dosis de cloro ellos mismos, por eso se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- Para ahorrar dinero, es posible que algunos usuarios utilicen una dosis menor de la recomendada.
- Requiere una cadena de suministros, disponibilidad de mercado y una adquisición regular.

### Vida útil estimada

- Cinco años de vida útil en tabletas y tres años de vida útil en tubos (Medentech, 2009).

### Requisitos para la fabricación

#### Producción a nivel mundial:

- Medentech fabrica Aquatabs para la desinfección de agua, el control de brotes infecciosos en hospitales y la desinfección medioambiental en general.

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Pastillas de NaDCC) Datos Clave

### Producción a nivel local:

- Las pastillas de NaDCC no se pueden producir a nivel local, pero se pueden comprar al por mayor y empaquetarse localmente.

### Materiales:

- Pastillas y materiales de empaquetamiento.

### Instalaciones adecuadas para la fabricación:

- Espacio en los talleres destinado al embalaje de pastillas.

### Mano de obra:

- Cualquier persona puede recibir formación y trabajar en el embalaje ligero.

### Riesgos:

- Es seguro manipular y almacenar las pastillas de NaDCC.

### Mantenimiento

- Proteger los productos de temperaturas extremas y niveles altos de humedad.
- Mantener el cloro fuera del alcance de los niños.

### Costo directo

Costo de capital	Costo de operación	Costo de sustitución
USD 0	USD 0,03 por cada pastilla para 20 litros <sup>1</sup> USD 10,95 al año <sup>2</sup>	USD 0

Nota: Costos del programa, transporte y educación no incluidos. El costo puede variar dependiendo de la localización.

<sup>1</sup> Medentech (2009)

<sup>2</sup> Suponiendo un consumo diario de 20 litros por hogar.

### Otros

- Algunos usuarios se quejan del sabor y olor que el cloro puede dejar en el agua. Sin embargo, los fabricantes afirman que utilizando las dosis recomendadas no hay mal olor ni sabor.
- El cloro reacciona con la materia orgánica presente en el agua de forma natural y forma derivados (subproductos) como los trihalometanos (THM), los cuales son potencialmente cancerígenos.
- Los resultados de los estudios indican que los niveles de THM producidos por el tratamiento del agua con cloro están por debajo de los valores establecidos por la OMS (Lantagne et al., 2008).

### Referencias

Clasen, T. y P. Edmondson (2006). Sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) tablets as an alternative to sodium hypochlorite for the routine treatment of drinking water at the household level. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* Volume 209, Issue 2, pp. 173-181.

Clasen, T., Saed, T., Boisson, S., Edmondson, P., y O. Shipin. (2007). Household Water Treatment Using Sodium Dichloroisocyanurate (NaDCC) Tablets: A Randomized, Controlled Trial to Assess Microbiological Effectiveness in Bangladesh. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 76(1), 2007, pp. 187–192.

Lantagne, D.S., Blount, B. C., Cardinali, F., y R. Quick, R (2008). Disinfection by-product formation and mitigation strategies in point-of-use chlorination of turbid and non-turbid waters in western Kenya. *Journal of Water and Health*, 06.1, 2008.

Lantagne, D. (2009). Summary of Information on Chlorination and pH. Preparado para UNICEF.

# Tratamiento del agua y almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Cloro (Pastillas de NaDCC) Datos Clave

Medentech (2009). Comunicación personal, Marzo 2009.

Molla, N., (2007). Practical Household Use of the Aquatabs Disinfectant for Drinking Water Treatment in the Low-Income Urban Communities of Dhaka, Bangladesh. Tesis, Asia Institute of Technology, School of Environment, Resources and Development.

### Más información

Medentech: [www.aquatabs.com](http://www.aquatabs.com) o [www.medentech.com](http://www.medentech.com)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio Web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: junio de 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Desinfección Solar (SODIS)

### Proceso de tratamiento



### Capacidad de tratamiento potencial

Muy efectivo para:	Bastante efectivo para:	No es efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Algunos protozoos</li> <li>• Helmintos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cryptosporidium parvum</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbidez</li> <li>• Sustancias químicas</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>

### ¿Qué es la desinfección solar o SODIS?

El término *desinfección solar del agua*, también conocido por su acrónimo en inglés, SODIS, apareció por primera vez en un folleto publicado por UNICEF de la mano del profesor Aftim Acra, en 1984.

La desinfección solar se ha fomentado en todo el mundo desde 1991, cuando un equipo de investigación interdisciplinaria del EAWAG/SANDEC comenzó a realizar pruebas de laboratorio y trabajos de campo con el fin de evaluar el potencial de este procedimiento y de desarrollar un método de tratamiento de agua efectivo, sostenible y económico.

Como su nombre indica, la desinfección solar utiliza la luz del sol para destruir los agentes patógenos. Este método puede utilizarse para desinfectar pequeñas cantidades de agua con un nivel bajo de turbidez. Lo que se hace habitualmente es verter el agua contaminada en botellas de plástico transparente que se exponen directamente a la luz del sol. Los elementos patógenos se destruyen después del período de exposición al sol. Los usuarios

son los que deben determinar la duración de este período, basándose para ello en las condiciones climáticas.

### ¿Cómo elimina la contaminación del agua?

EAWAG/SANDEC (2002) describe que los agentes patógenos son vulnerables a dos efectos de la luz solar:

- La radiación ultravioleta A (UVA) daña el ADN y mata las células vivas.
- La radiación infrarroja calienta el agua hasta el punto de pasteurizarla, cuando la temperatura alcanza los 70-75° C.

Muchos agentes patógenos no son capaces de resistir temperaturas tan altas ni tienen mecanismo de protección alguno contra los rayos UVA (EAWAG/SANDEC, 2002).

La combinación de la exposición a altas temperaturas y a la radiación ultravioleta elimina una mayor cantidad de agentes patógenos. Esto ocurre cuando la temperatura alcanza los 50° C. (Wegelin et al, 1994).

Además, la desinfección solar es mucho más eficiente con aguas con altos niveles

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Desinfección Solar (SODIS)

de oxígeno. La luz solar origina en el agua formas de oxígeno altamente reactivas. Estas moléculas reactivas también reaccionan con las estructuras celulares y eliminan los agentes patógenos (Kehoe et al, 2001).

### Procedimiento

Utilice una botella de plástico tereftalato de polietileno (PET) transparente y sin color. No utilice botellas de policloruro de vinilo (PVC), ya que estas contienen aditivos que pueden filtrarse al agua. Por otra parte, ciertos tipos de botellas de vidrio (aquellas con un alto contenido de óxido de hierro, como el vidrio de las ventanas) no deben utilizarse, ya que no dejan pasar mucha luz UVA.

A medida que aumenta la profundidad del nivel del agua, la radiación ultravioleta disminuye. Las botellas utilizadas para la desinfección solar no deben exceder los 10 cm de profundidad. Por lo tanto, pueden utilizarse botellas de PET de 1 o 2 litros colocadas de forma horizontal, expuestas a la luz solar (EAWAG/SANDEC, 2002).

No deben utilizarse botellas muy rayadas o viejas, ya que la cantidad de rayos UVA que pasa a través de ellas se reduce (Wegelin et al. 2000).

El agua no tratada se debe sedimentar y/o filtrar primero si el nivel de turbidez que presenta es mayor que 30 UTN (Sommer et al, 1997).

Rellene tres cuartas partes de la botella de plástico con agua con un nivel de turbidez bajo. Agite la botella durante 20 segundos aproximadamente y rellénela completamente. Coloque las botellas de forma horizontal en un techo o estante expuesto a la luz solar durante:

- 6 horas, si está soleado o parcialmente nublado.
- 2 días seguidos, si el cielo esta nublado.
- No utilice este tratamiento en días de lluvia.



La eficiencia de este método depende de la luz solar disponible. Las botellas no deben quedar nunca a la sombra. Las regiones donde la desinfección solar es más efectiva se encuentran entre las latitudes 15° N y 35° N, así como entre las latitudes 15° S y 35° S. La mayor parte de los países en vías de desarrollo se encuentran entre las latitudes 35° N y 35° S (EAWAG/SANDEC, 2002).

La eficacia del tratamiento puede mejorarse si las botellas de plástico utilizadas se colocan en superficies reflectantes, como tejados de aluminio o zinc ondulado. Esto puede incrementar la temperatura del agua en 5° C, lo cual ha resultado ser especialmente beneficioso en condiciones de escasa luz solar, cuando el proceso de desinfección es más lento (Mani et al., 2006).

El agua tratada debería emplearse directamente desde la botella con el fin de minimizar una posible recontaminación. Organismos no patógenos como las algas pueden aparecer debido a las condiciones que se dan en las botellas empleadas para el tratamiento (EAWAG/SANDEC, 2002).



(Fuente: EAWAG/SANDEC)

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Desinfección Solar (SODIS)

### Datos claves

#### Características del agua no tratada

- Turbidez < 30 UTN (Unidad Nefelométrica de Turbidez)

#### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Sustancias químicas
<b>Laboratorio</b>	99,9-99,99% <sup>0</sup>	90-99,9% <sup>0</sup>	90-99,99% <sup>3</sup>	> 100% <sup>3</sup>	0%	0%
<b>Trabajo de campo</b>	91,3-99,4% <sup>0</sup>	No disponible	No disponible	No disponible	0%	0%

<sup>0</sup> Wegelin et al (1994)

<sup>2</sup> Saladin (2002)

<sup>3</sup> Depende de que el agua alcance una temperatura de 50°C

- La desinfección solar puede reducir potencialmente la aparición de ocistos *Cryptosporidium parvum*, aunque los períodos de exposición deben ser más largos que aquellos establecidos para la eliminación de bacterias (Méndez-Hermida et al., 2007; Gómez-Couso et al., 2009). Este tratamiento solo no acaba con todos los oscitos *Cryptosporidium parvum*.

#### Información sobre el funcionamiento

Duración de la exposición	Cantidad de agua por tanda	Cantidad de agua tratada diariamente
6-48 horas por botella de 1-2 litros	1-2 litros	Según el número de botellas utilizadas y las condiciones climatológicas

- Utilice una botella de plástico polietileno tereftalato (PET) transparente y sin color.
- No utilice botellas de plástico policloruro de vinilo (PVC), ya que contienen aditivos que pueden filtrarse al agua.
- Ciertos tipos de botellas de vidrio (aquellas con un alto contenido de óxido de hierro, como el vidrio de las ventanas) no deben utilizarse, ya que no dejan pasar suficientes rayos UVA.
- Rellene tres cuartas partes de la botella de plástico con agua, agite durante 20 segundos y rellénela completamente.
- Duración de la exposición: 6 horas si está soleado o parcialmente nublado; 2 días seguidos si el cielo está nublado.
- Colocar las botellas en superficies reflectantes aumenta la eficacia del tratamiento.
- El agua tratada debe almacenarse en la misma botella hasta ser utilizada.

#### Especificaciones

- Las botellas pueden utilizarse como recipientes seguros para almacenamiento.
- Se necesitan condiciones climáticas y atmosféricas específicas: las regiones donde la desinfección solar es más efectiva se encuentran entre las latitudes 15° y 35° norte/sur; la siguiente ubicación más favorable: entre las latitudes 15 ° norte/sur y el ecuador.
- Las botellas de PET pueden encontrarse con facilidad en zonas urbanas, aunque en las zonas rurales pueden ser más difíciles de obtener.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Desinfección Solar (SODIS)

### Datos claves

- Este método no resulta apropiado para tratar grandes cantidades de agua: se necesitan muchas botellas para una familia numerosa.
- Las botellas pueden ablandarse y deformarse cuando la temperatura alcanza los 65° C.
- Los usuarios no son capaces de determinar por sí mismos cuándo ha sido tratada el agua, por lo que han de controlar qué botellas han sido tratadas, además de asegurarse de contar con agua potable siempre.

#### Vida útil estimada

- Las botellas se estropean y se desgastan por la luz solar por lo que es necesario reponerlas periódicamente.

#### Fabricación

##### Fabricación a nivel internacional:

- No aplicable

##### Fabricación a nivel local:

- No aplicable

#### Materiales:

- Botellas de plástico transparente de 1 o 2 litros (4 botellas por persona: se deben llenar y colocar a la luz del sol 2 botellas, mientras las otras 2 se estén utilizando).
- Superficies accesibles expuestas al sol (tejado, estantes, etc.)

#### Mantenimiento

- Las botellas y los tapones deben limpiarse habitualmente.

#### Coste

Precio inicial	Costo de operación	Costo de reemplazo
US\$0-5 <sup>1</sup>	US\$0	US\$0-5 <sup>2</sup>

Nota: Costo del programa, transporte y educación no incluidos. Los costos pueden variar según la ubicación.

<sup>1</sup> Las botellas de PET pueden ser gratis o costar menos de US\$0,50/botella. Costos previstos para el uso de 10 botellas por familia.

<sup>2</sup> Las botellas se estropean y desgastan por la luz solar por lo que es necesario reponerlas periódicamente.

#### Otros datos

- Estudios han demostrado que las botellas de PET no filtran aditivos químicos al agua.

#### Referencias

EAWAG/SANDEC (2002). Solar Water Disinfection: A Guide for the Application of SODIS. SANDEC Informe N°.06/02.

Gómez-Couso, H., Fontán-Saínez, M., Sichel, C., Fernández-Ibáñez, P. and E. Ares-Mazás (2009). Efficacy of the solar water disinfection method in turbid waters experimentally

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Desinfección Solar (SODIS)

### Datos claves

contaminated with *Cryptosporidium parvum* oocysts under real field conditions. Tropical Medicine & International Health, Volumen 14, Número 6, Junio 2009, pp. 620-627(8)

Mani, S., Kanjur, R., Singh, I. and R. Reed (2006). Comparative effectiveness of solar disinfection using small-scale batch reactors with reflective, absorptive and transmissive rear surfaces. Water Research, Volumen 40, Número 4, Febrero 2006, pp 721-727.

Méndez-Hermida, F., Ares-Mazás, E., McGuigan, K., Boyle, M., Sichel, C. and P. Fernández-Ibáñez (2007). Disinfection of drinking water contaminated with *Cryptosporidium parvum* oocysts under natural sunlight and using the photocatalyst TiO<sub>2</sub>. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. Volumen 88, Números 2-3, 25 Septiembre 2007, pp 105-111.

Saladin, M. (2002). SODIS in Nepal – Technical Aspects. EAWAG/SANDEC y ENPHO.

Sommer, B., Marino, A., Solarte, Y., Salas, M.L., Dierolf, C., Valiente, C., Mora, D. Rechsteiner, R., Setter, P., Wirojanagud, W., Ajarmeh, H., Al-Hassan, A. And M. Wegelin. (1997). SODIS – An Emerging Water Treatment Process. *J. Wat. Sci. Res. Technol.* AQUA 46, pp 127-137.

Wegelin, M., Canonica, S., Mechsner, K., Fleischmann, T., Pesaro, F. and A. Metzler (1994). Solar Water Disinfection: Scope of the Process and Analysis of Radiation Experiments, *J Water SRT, Aqua* Vol. 43, N°. 4, pp 154-169.

Wegelin, M., Canonica, S., Alder, A., Marazuela, D, Suter, M., Bucheli, T., Haefliger, O., Zenobi, R., McGuigan, K., Kelly, M., Ibrahim, P. and M. Larroque. (2000) Does sunlight change the material and content of polyethylene terephthalate (PET) bottles? IWA Publishing, *Journal of Water Supply: Research and Technology, Aqua* N°. 1.

### Más información

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades:

[www.cdc.gov/safewater/publications\\_pages/options-sodis.pdf](http://www.cdc.gov/safewater/publications_pages/options-sodis.pdf) (sólo disponible en inglés).

EAWAG (Instituto Federal Suizo de la Ciencia y Tecnología del Agua) y SANDEC (Departamento de Agua y Saneamiento en los Países en Vías de Desarrollo de EAWAG): [www.sodis.ch](http://www.sodis.ch)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: Junio 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Destilación solar

### Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Un poco efectivo para:	Nada efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Químicos</li> <li>• Sal y dureza</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>		

### ¿Qué es la destilación solar?

La destilación solar es un método antiguo por el que se utiliza la energía solar para tratar el agua potable. La destilación es el proceso de convertir el agua en vapor, recoger ese vapor, y enfriarlo para que se condense y vuelva a ser líquido. Cualquier contaminante que hubiese en el agua se separa cuando el agua se evapora.

Hay diferentes diseños para las unidades de destilación solar (también conocidas como destiladores). El más simple es un trozo de plástico estirado sobre un recipiente con la fuente del agua en el fondo. En el centro del plástico se pone un objeto pesado para que el condensado gotee dentro de un recipiente de recolección más pequeño situado dentro del balde.

Un diseño simple que requiere una construcción básica, pero que produce más agua, es el de un destilador solar con colector plano o de caja. Este diseño consiste en un estanque de agua poco profundo, cubierto con una película de plástico transparente o un vidrio inclinado. Los rayos de sol calientan el agua gracias a la cubierta de vidrio o plástico, el vapor de agua se acumula en esa cubierta y se condensa formando pequeñas gotas que fluyen hacia el canal de recolección.

En otro destilador simple se usa un cono de plástico extraíble en cuyo borde tiene un canal de recolección al que llega el agua condensada desde las paredes del cono. El agua se extrae abriendo el tapón que se encuentra en el pico del cono, y girando el

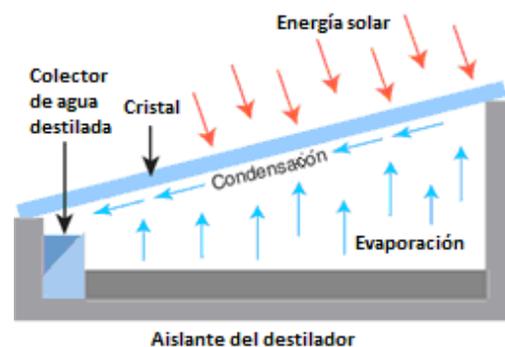
destilador para verter el agua en un recipiente.

### ¿Cómo se elimina la contaminación?

Cuando la radiación solar calienta el agua, ésta se evapora dejando atrás cualquier contaminante, incluidos patógenos, químicos y minerales. Los contaminantes se acumulan en el fondo del destilador y se expulsan o limpian periódicamente.



Destilador (Fuente: [www.ehow.com](http://www.ehow.com))



Destilador de caja (Fuente: Smith, 2005)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Destilación solar

### Operación

*Destilador con colector plano / de caja:*

El destilador se rellena a diario con el doble o el triple de agua que se obtendrá. Esto es así para que el exceso, utilizando los desagües incorporados, mantenga la unidad limpia cada día (y quite las sales y otros contaminantes allí acumulados). El agua tratada se recolecta en un recipiente de almacenamiento seguro situado al final de un tubo de salida.

Si los sistemas no están diseñados para limpiarse automáticamente y descargar los contaminantes del destilador, los estanques se deberían limpiar regularmente con jabón y agua limpia.



**Destilador solar con colector plano**  
(Fuente: [www.planetkerala.org](http://www.planetkerala.org))

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Destilación solar

Destilador de cono:



1.

Vierta agua con sal/salobre en una sartén. Luego ponga el cono Watercone encima, y flotará. La sartén negra absorbe los rayos solares y calienta el agua propiciado así que ésta se evapore.



2.

El agua evaporada se condensa en forma de pequeñas gotas en la pared interna del cono. Estas gotas fluyen por la pared del cono hacia un receptáculo circular en la base interna del cono.



3.

Desenrosque el tapón que está en la punta del cono y ponga bocabajo. Puede vaciar directamente el agua potable recolectada en el receptáculo en una botella de agua.

Cómo utilizar un destilador de cono WaterCone® (Fuente: [www.watercone.com](http://www.watercone.com))

### Criterios del agua de entrada

- Sin límites concretos.

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiditez	Químicos
Laboratorio	> 99.9% <sup>1</sup>	No disponible	> 100% <sup>1</sup>	> 100% <sup>2</sup>	> 100% <sup>2</sup>	> 99.9% <sup>1</sup>
Campo	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible

<sup>1</sup> Smith (2005). El proyecto piloto muestra que los destiladores son eficaces para separar las sales y minerales (Na, Ca, As, Fl, Fe, Mn); las bacterias (*E coli*, *cholera*, *botulinus*); los protozoos (*giardia*, *cryptosporidium*) y los metales pesados (Pb, Cd, Hg). En teoría debería separar el arsénico también, aunque en este momento esos datos no están disponibles.

<sup>2</sup> No se ha comprobado, pero en teoría la destilación debería separar los helmintos y eliminar la turbiedad del agua.

### Criterios de funcionamiento

Flujo	Volumen de lote <sup>1</sup>	Suministro diario de agua
No relevante	4-8 litros por m <sup>2</sup> (caja) <sup>2,3</sup> 1-1.7 L para el cono <sup>4</sup>	Variable <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Las medidas de los destiladores solares pueden variar de 0.5 m<sup>2</sup> para uso domiciliario hasta unos 600 m<sup>2</sup> para uso comunitario.

<sup>2</sup> Foster (2005)

<sup>3</sup> Planet Kerala (2006)

<sup>4</sup> Watercone®

<sup>5</sup> El suministro diario de agua depende del número de horas de sol y de la temperatura, además del tamaño del destilador.

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Destilación solar: Datos Clave

### Especificaciones

- No tiene partes móviles o mecánicas frágiles
- Requiere condiciones atmosféricas y el clima adecuados.
- Requiere cierres herméticos y papel film durante su construcción y operación; una mano de obra pobre puede romper los cierres.

### Vida útil estimada

- Destilador de caja: +10 años, dependiendo de la calidad de los materiales y de la construcción.
- Watercone®: ~5 años

### Requisitos de fabricación

#### Fabricantes internacionales:

- Hay muchos fabricantes internacionales (por ej. Solaqua, Solar Water Distillation Products, Watercone®, Waterpyramid®)
- Los diseños simples están disponibles gratis en Internet.

#### Producción local:

- Se puede construir con los materiales disponibles en la zona

#### Materiales:

- Vea las características de diseño (en Internet)

#### Instalaciones de fabricación:

- Taller para la construcción del filtro

#### Mano de obra:

- Se puede formar a cualquier persona para construir unidades de destilación solar.

#### Peligros:

- No existen peligros de fabricación concretos.

### Mantenimiento

- Algunos sistemas están diseñados para limpiarse automáticamente y descargar los contaminantes acumulados
- Los sistemas que no poseen la función autolimpiadora se deberían limpiar de forma regular con jabón y agua limpia.
- El agua muy turbia se puede dejar sedimentar o filtrar antes de proceder a la destilación para reducir la limpieza del depósito

### Costo directo

Costo de capital	Costo operativo	Costo de reposición
0-400 dólares americanos/m <sup>2</sup> (destilador de caja) <sup>1</sup> ~32 dólares americanos (destilador de cono) <sup>2</sup>	0 dólares americanos/año	0 dólares americanos

Nota: los costes del programa, transporte y educación no están incluidos. Los gastos variarán dependiendo de la ubicación

<sup>1</sup> Un metro cuadrado para un destilador solar de un solo balde cuesta alrededor de 400 dólares en Méjico (Foster et al., 2005)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Destilación solar: Datos Clave

<sup>2</sup> Watercone®

### Otros

- Se necesita alrededor de 0.5 m<sup>2</sup> del destilador solar de caja por persona para cubrir las necesidades de agua potable consistentemente en un año (Foster et al., 2005)

### Referencias

Foster, R., Amos, W. and S. Eby (2005). Ten Years of Solar Distillation Application Along the U.S.-Mexico Border. Solar World Congress, International Solar Energy Society, Orlando, Florida, August 11, 2005. Disponible en: <http://solar.nmsu.edu/publications/1437ISESpaper05.pdf>

Planet Kerala (2006). Solar Distillation: A Natural Solution for Drinking Water, Now Practical. Disponible en: [www.planetkerala.org/downloads/SolarDistillation.pdf](http://www.planetkerala.org/downloads/SolarDistillation.pdf)

Smith, K. (2005). Still Distilled! Water Conditioning & Purification Magazine. Disponible en: [www.wcponline.com/pdf/0705%20distilled.pdf](http://www.wcponline.com/pdf/0705%20distilled.pdf)

### Información adicional

Planet Kerala, Participatory Learning and Action Network, India: [www.planetkerala.org/downloads/SolarDistillation.pdf](http://www.planetkerala.org/downloads/SolarDistillation.pdf)

Solaqua, Solar Water Distillation Products, EEUU: [www.solaqua.com/solstilbas.html](http://www.solaqua.com/solstilbas.html)

AquaCone™: [www.solarsolutions.info/main.html](http://www.solarsolutions.info/main.html)

Watercone®, Alemania: [www.watercone.com](http://www.watercone.com)

Waterpyramid®, Países Bajos: [www.waterpyramid.nl](http://www.waterpyramid.nl)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: Junio de 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Pasteurización solar

### Proceso del tratamiento



### Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Un poco efectivo para:	Nada efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbidez</li> <li>• Químicos</li> <li>• Sabor/olor/color</li> </ul>

### ¿Qué es la pasteurización solar?

La pasteurización es el proceso de la desinfección de agua mediante calor o radiación, incluso llegando a hervir un poco. La típica pasteurización de agua consigue el mismo efecto que si se hierve, pero a una temperatura inferior (normalmente a 65-75°C), pero durante un mayor periodo de tiempo.

Un método simple de pasteurizar agua es poner recipientes negros llenos de agua en un horno solar. El horno podría ser una caja aislada de madera, cartón, plástico o paja trenzada, junto con paneles reflectantes para dirigir los rayos de sol hacia el recipiente de agua. También se puede hacer solo con paneles reflectantes, o con un plato de antena parabólica en el que se sitúa un recipiente con agua.

Se necesita un termómetro o indicador de temperatura para saber cuándo se alcanza la temperatura suficiente para realizar la pasteurización. Los aparatos comunes para controlar la temperatura del agua utilizan cera de abeja, que se derrite a 62°C, o aceite de soja, que lo hace a 69°C. La Universidad de California ha desarrollado un aparato simple denominado Indicador de pasteurización de agua (WAPI).

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Al calentarse el agua debido a la radiación solar, el incremento de temperatura eliminará o desactivará los patógenos a 65°C.

### Operación

Se pone agua en un recipiente negro, que está situado en un horno solar que dirige los rayos de sol hacia el recipiente. Debemos cambiar la posición del horno solar con frecuencia para asegurarnos de que está recogiendo todos los rayos de sol que pueda (y que nunca esté a la sombra) hasta que el indicador muestre que el agua ha alcanzado la temperatura necesaria. Puede que el agua tarde de 1 a 4 horas o más en alcanzar la temperatura deseada.



Horno solar e Indicador de Pasteurización de Agua (WAPI)  
(Fuente: Solar Cooker International)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Pasteurización solar

### Datos Clave

#### Criterios del agua de entrada

- Sin límites específicos

#### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Químicos
<b>Laboratorio</b>	> 100% <sup>1,2</sup>	> 100% <sup>3</sup>	> 100% <sup>4</sup>	> 100% <sup>4</sup>	0%	0%
<b>Campo</b>	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	0%	0%

<sup>1</sup> 100% *E. coli* en 1,5 horas a 60°C (Ciochetti & Metcalf 1984, Safapour & Metcalf 1998)

<sup>2</sup> 100% *E. coli*, *Salmonella*, *S. dysenteriae*, y *V. cholerae* a 70°C (Iijima et al., 2001)

<sup>3</sup> 100% en 1,5 horas a 70°C (Safapour & Metcalf 1998)

<sup>4</sup> No se ha comprobado, pero otras investigaciones sugieren que bastantes helmintos y protozoos se eliminan a 70°C de temperatura si ésta se mantiene durante 45 segundos.

#### Criterios de funcionamiento

Flujo	Volumen de lote	Suministro diario de agua
No relevante	Depende del tamaño del recipiente	Depende del tamaño del recipiente

#### Especificaciones

- No funciona en períodos de constantes lluvias ni en días nublados.
- Se requiere que los usuarios tengan un termómetro o un Indicador de pasteurización.
- Los consumidores deben controlar los recipientes para saber cuales han sido tratados y asegurarse de que siempre se ha tratado el agua antes de beberla.
- Puede que los consumidores necesiten esperar a que el agua se enfríe antes de consumirla.
- Los hornos se han fabricado con materiales ligeros y frágiles.
- Al enfriarse, es posible que el agua se vuelva a contaminar, por lo que es esencial almacenarla de forma segura.
- El sistema no necesita ningún utensilio adicional tras su instalación.

#### Vida útil estimada

- Más de 5 años

#### Requisitos de fabricación

##### Fabricantes internacionales:

- Hay mucho fabricantes internacionales
- Los diseños simples están disponibles gratis en Internet.

##### Producción local:

- Se puede fabricar con cosas disponibles en la mayoría de países.

##### Materiales:

- Cartón
- Paja
- Papel de aluminio

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Pasteurización solar

### Datos Clave

- Cristal o plástico transparente
- Pintura plata/metálica en spray.
- Pintura negra o marrón
- Recipientes de cristal o plástico para pintarlos, u ollas de metal oscuras/negras
- Indicadores de Pasteurización del Agua (WAPI) o termómetros.

#### Instalaciones de fabricación:

- Taller para la fabricación de los hornos solares.

#### Mano de obra:

- Se puede formar a cualquier persona para construir un horno solar.

#### Peligros:

- No existen peligros de fabricación

#### Mantenimiento

- Limpiar de forma regular.

#### Coste directo

Coste de capital	Coste operativo	Coste de sustitución
20-25 dólares americanos	0 dólares americanos/año	0 dólares americanos

Nota: los costes del programa, transporte y educación no están incluidos. Los gastos variarán dependiendo de la ubicación

#### Otros

- Los hornos de pasteurización solar se pueden utilizar también como hornos solares para cocinar comida.
- En ocasiones se prefiere que el agua hierva ya que proporciona una medida visual de cuando el agua ha alcanzado la temperatura suficiente sin necesidad de utilizar un termómetro.

#### Referencias

Andreatta, D. (1994). A Summary of Water Pasteurization Techniques. S.E.A. Inc  
<http://solarcooking.org/pasteurization/solarwat.htm>

Ciochetti, D. A., and R. H. Metcalf (1984). Pasteurization of Naturally Contaminated Water with Solar Energy. California State University, USA.

Iijima Y., Karama M., Oundo, J. O., and T. Honda (2001). Prevention of Bacterial Diarrhea by Pasteurization of Drinking Water in Kenya. *Microbiological Immunology*, 45(6), 413-416.

Safapour, N. and R. H. Metcalf (1999). Enhancement of Solar Water Pasteurization with Reflectors. *Applied and Environmental Microbiology*, Feb. 1999, p. 859–861.

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Pasteurización solar

### Datos Clave

#### Información adicional

Solar Cookers International: <http://solarcookers.org>

Safe Water Systems: [www.safewatersystems.com](http://www.safewatersystems.com)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: Junio de 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro:

## Hoja informativa desinfección ultravioleta (UV)

### El proceso de tratamiento



### Capacidad potencial de tratamiento

Muy efectivo para:	Algo efectivo para:	No efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbiedad</li> <li>• Productos químicos</li> <li>• Tacto, olor, color</li> </ul>

### ¿Qué es la Desinfección UV?

La desinfección ultravioleta (UV) se ha usado durante más de 100 años en los sistemas de tratamiento de agua, tanto comunitarios como comerciales. Con el reciente desarrollo del tubo UV, que usa componentes locales, la UV se ha convertido en un método viable para el tratamiento de agua a nivel domiciliario.

El diseño domiciliario usa una bombilla UV colgada dentro de un tubo más grande. El agua entra por un extremo del tubo, fluye a través de él bajo la bombilla UV y sale por el otro extremo. La altura del punto de salida determina la profundidad del agua en el tubo. Esta altura también ayuda a regular el tiempo de la retención hidráulica dentro del tubo, que es una de las partes que determina la dosis de UV para el agua.

Es frecuente que el sistema de tratamiento por UV incorpore un pre filtro que elimina la turbiedad, ya que ésta puede interferir con la penetración de la luz a través del agua.

El tubo UV no requiere presión hidráulica para funcionar. Así pues, el tubo UV puede ajustarse a una gran variedad de sistemas de suministro de agua, incluyendo la canalización de agua, sistemas de retención de agua de lluvia, pozos o manantiales.

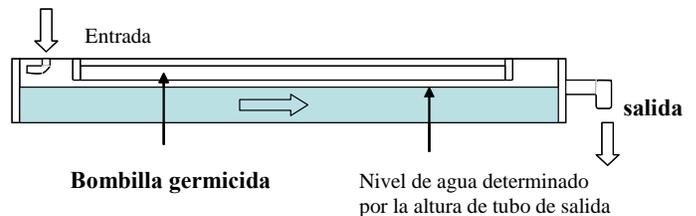
### ¿Cómo elimina la contaminación?

La bombilla UV emite luz UV-C, que inactiva e inutiliza los microorganismos dañando su material genético (ADN) de modo que no puedan reproducirse. El UV es efectivo en la desactivación de la mayoría de patógenos, incluyendo bacterias, virus y quistes que forman protozoos, como el cryptosporidium.

### Operación

Una vez que el usuario ha instalado el equipo, solo necesita enchufarlo y asegurarse de que el agua fluye a través del sistema a la velocidad fijada. El agua se debería almacenar en un recipiente de almacenamiento seguro y protegido de la recontaminación.

Los usuarios deben limpiar la bombilla con regularidad si este comienza a ensuciarse, y cambiarla cada doce meses.



Concepto de diseño del tubo UV  
(Fuente: Fundación Cántaro Azul)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro:

## Hoja informativa desinfección ultravioleta (UV)

### Datos clave

#### Criterios del agua de entrada

- Turbiedad < 5 UTN (Unidades de turbiedad nefelométricas)
- Hierro < 1 ppm (partes por millón)

#### Eficiencia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad	Productos químicos
<b>Laboratorio</b>	> 99.99% <sup>0</sup>	> 99.99% <sup>0</sup>	> 99.99% <sup>0</sup>	> 99.9% <sup>0</sup>	0%	0%
<b>Campo</b>	97% <sup>a</sup> 100% <sup>0-3</sup>	No disponible	No disponible	No disponible	0%	0%

<sup>0</sup> Cohn (2002)

<sup>2</sup> Lang et al. (2006)

<sup>3</sup> Gadgil et al. (1998)

- La efectividad depende de la dosis de UV; estas cifras son según la Norma NSF 40 mW-s/cm<sup>2</sup>.
- La dosis de UV requerida varía según la calidad del agua (p. ej, turbiedad, materia orgánica, pH)

#### Criterios de funcionamiento

Flujo	Volumen	Suministro de agua diario
5 litros/minuto <sup>1</sup>	No aplicable	2.000 litros <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Depende del tubo UV/diseño del aparato

- El flujo y el volumen dependen del diseño del sistema
- Se debería sedimentar o filtrar el agua muy turbia antes del tratamiento con luz UV.

#### Especificaciones

- Requiere una fuente constante de electricidad, a través de red eléctrica o paneles solares.
- Requiere una cadena de suministro, disponibilidad en el mercado y adquisición regular de bombillas UV.
- El usuario debe mantener el flujo establecido para garantizar la dosis adecuada de UV.
- Si la electricidad es intermitente, se puede tratar el agua cuando la electricidad esté disponible y almacenada.

#### Duración aproximada

- Más de 10 años
- Se deberían cambiar las bombillas UV cada 12 meses (las bombillas sucias o rayadas podrían reducir su rendimiento).

#### Requisitos de fabricación

##### Productores mundiales:

- Algunas compañías hacen tubos UV para el tratamiento del agua a nivel domiciliario (p. ej, UV Waterworks, EE.UU).

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro:

## Hoja informativa desinfección ultravioleta (UV)

### Datos clave

- Las bombillas UV están disponibles en varios tamaños en la mayoría de los principales fabricantes (p.ej. General Electric, Sylvania, Phillips).

#### Producción local:

- Las unidades del tratamiento doméstico UV se pueden fabricar con materiales locales si se tiene el conocimiento adecuado y las bombillas UV están disponibles.
- El diseño variará dependiendo de los materiales locales disponibles.

#### Materiales:

- Recipiente
- Tubería de PVC o de metal, canal de cemento o cerámica.
- Chapa de acero inoxidable.
- Varios conectores de tuberías, válvulas y grifos
- Cables y conectores eléctricos
- Herramientas variadas para la construcción y la instalación

#### Instalaciones de fabricación:

- Taller para la construcción de unidades UV

#### Mano de obra:

- A los trabajadores cualificados con experiencia en construcción y electricidad se les puede enseñar a fabricar unidades UV.

#### Riesgos:

- La combinación de agua y electricidad es potencialmente peligrosa.
- Se deben tomar las precauciones de seguridad necesarias tanto durante la fabricación como en el hogar.
- Se deberían tomar precauciones para impedir que las bombillas UV y los componentes eléctricos se mojen en caso de no estar protegidos por un tubo protector de cuarzo.

#### Mantenimiento

- Limpie la bombilla si se ensucia (la frecuencia depende de la calidad de la fuente del agua).
- Cambiar la bombilla cada 12 meses

#### Costo directo

Costos de capital	Costos de funcionamiento	Costos de reposición
US\$60-150	Depende del coste de la electricidad	US\$10-25/año <sup>1</sup>

Nota: El programa, el transporte y los costos de formación no están incluidos. Estos costos variarán según la localización.

<sup>1</sup> La bombilla UV necesita cambiarse cada 12 meses, cuyo precio variará.

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro:

## Hoja informativa desinfección ultravioleta (UV)

### Datos clave

#### Referencias

Cohn, A. (2002). The UV Tube as an Appropriate Water Disinfection Technology: An Assessment of Technical Performance and Potential for Dissemination. Masters Project for Energy and Resource Group, University of California, Berkeley.

Lang, M., Kaser, F., Reygadas, F., Nelson, K., and D. Kammen (2006). Meeting the Need for Safe Drinking Water in Rural Mexico through Point-of-Use Treatment. Center for Latin American Studies. University of California, Berkeley.

Gadgil, A., Greene, D., Drescher, A., Miller, P. and N. Kibata (1998). Low Cost UV Disinfection System For Developing Countries: Field Tests In South Africa. Water Health International, Napa, CA, USA.

#### Información adicional

University of California Berkeley: <http://uvtube.berkeley.edu/home>

WaterHealth International: <http://waterhealth.com>

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: Junio 2011

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

### Hoja informativa: Purificador de agua de P&G (antes conocido como PUR)

#### Proceso del tratamiento

#### Tratamiento doméstico del agua



#### Capacidad potencial del tratamiento

Muy eficaz para:	Bastante eficaz para:	Ineficaz para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos (incluidos Cryptosporidium y Giardia)</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Arsénico</li> <li>• Turbiedad y sustancias orgánicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunos metales pesados (ej. cromo, plomo)</li> <li>• Algunas sustancias químicas y pesticidas</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sal</li> <li>• Fluoruro</li> <li>• Nitrato</li> </ul>

#### ¿Qué es el purificador de agua de P&G?

El purificador de agua de P&G (antes conocido como PUR) es una combinación de desinfectante y floculante. Este ha sido desarrollado por Procter & Gamble (P&G) en colaboración con los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los EE.UU. (CDC, por sus siglas en inglés) para reproducir el proceso de tratamiento de agua comunitaria a nivel doméstico.

El purificador de agua es un polvo que contiene coagulantes y cloro de liberación gradual que se vende en paquetes individuales destinados para tratar 10 litros de agua.

El producto elimina al mismo tiempo la turbiedad y los patógenos presentes en el agua mediante coagulación y desinfección. Cuando se vierte en el agua, el coagulante contribuye en primer lugar a que las partículas en suspensión se unan y formen

grupos más grandes, facilitando que se depositen en el fondo del recipiente. A continuación, el cloro va liberándose poco a poco para eliminar los patógenos restantes. El agua tratada contiene cloro libre de residuos para evitar otra posible contaminación.

#### ¿Cómo elimina la contaminación?

Las partículas que producen la turbiedad (ej. cieno, arcilla) suelen tener carga negativa, lo que dificulta su concentración, debido a la repulsión electrostática. No obstante, las partículas coagulantes tienen carga positiva y entre estas y las partículas negativas de turbiedad se produce una atracción química, neutralizando así la carga negativa de estas últimas. Al mezclarse, las partículas neutralizadas se acumulan (floculación) y forman partículas más grandes (flóculos) que se depositan con mayor rapidez, tras lo cual se puede dejar que los flóculos se sedimenten o bien, eliminarlos por filtración.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Purificador de agua de P&G (antes conocido como PUR)



Paquete de purificador de agua de P&G  
(Fuente: Procter & Gamble, 2012)

También puede que algunas bacterias y virus se fijen a las partículas suspendidas en el agua que producen turbiedad. Por ello, la disminución de los niveles de turbiedad mediante coagulación puede también contribuir a mejorar la calidad microbiológica del agua. El proceso de floculación elimina eficazmente los organismos de mayor tamaño como los parásitos y ha demostrado

ser muy eficaz incluso en el caso de parásitos más pequeños como el *Cryptosporidium* y la *Giardia*.

Asimismo, cuando se añade al agua, el cloro produce ácido clorhídrico, que reacciona mediante oxidación ante los microorganismos y acaba con ellos.

### Funcionamiento

El contenido de un paquete de purificador de agua se vierte en 10 litros de agua y se revuelve enérgicamente durante 5 minutos. A continuación se deja reposar el agua durante 5 minutos.

Cuando el agua se vuelva transparente y todos los flóculos se hayan depositado en el fondo, se decanta y se filtra a través de un paño de algodón. Después, se debe dejar en reposo durante 20 minutos más antes de consumirla. En total, 30 minutos desde el principio del proceso bastan para que el cloro desinfecte el agua de patógenos.



Agua de una fuente contaminada



Formación de floculante tras la introducción del purificador de agua



Formación de floculante tras remover 5 minutos



Decantación del agua a través de un paño de algodón limpio



Agua limpia, lista para almacenar y consumir

Cómo utilizar el purificador de agua (Fuente: Population Services International)

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Purificador de agua de P&G (antes conocido como PUR)

### Datos clave

#### Requisitos del agua de entrada

- pH. entre 5,5 y 7,5; la desinfección no está garantizada con un pH superior a 9

#### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad	Arsénico
<b>Laboratorio</b>	> 100% <sup>1,2</sup>	> 99% <sup>1,2</sup>	> 99% <sup>1,2</sup>	> 99% <sup>1</sup>	> 100% <sup>1</sup>	> 98% <sup>1,2,3</sup>
<b>Condiciones reales</b>	>100% <sup>2</sup>	No disponible	No disponible	No disponible	87% <sup>5</sup>	85-99% <sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Allgood (2004)

<sup>2</sup> Souter et al (2003)

<sup>3</sup> Shaw Environmental Inc (2006)

<sup>4</sup> Norton et al (2003)

<sup>5</sup> Norton et al (2003)

- Puede eliminar organismos pequeños como oocitos de *Cryptosporidium* y quistes de *Giardia* a lo largo del proceso de floculación (Souter et al., 2003).
- Puede eliminar determinadas sustancias orgánicas y pesticidas (Allgood, 2004).
- Puede eliminar cantidades considerables de metales pesados como el arsénico (Shaw Environmental Inc., 2006, Souter et al., 2003), plomo y cromo (Allgood, 2004).

#### Criterios de funcionamiento

Flujo	Volumen del lote	Suministro de agua diario
No aplicable	10 l. por paquete	Ilimitado

- Se deben seguir las instrucciones del fabricante.

#### Especificaciones

- Los residuos de cloro libres protegen de otra posible contaminación.
- Las dosis están predeterminadas de acuerdo con una fuente de agua típica. Para un uso correcto es necesario seguir las instrucciones del fabricante.
- Requiere una cadena de suministro, disponibilidad en el mercado y la compra frecuente del producto.

#### Duración estimada

- Se debe utilizar el paquete en un plazo de 3 años desde su fabricación.

#### Requisitos de fabricación

##### Fabricantes mundiales:

- Procter & Gamble

##### Producción local:

- No se puede fabricar en la región. Debe enviarse, distribuirse y venderse localmente. No necesita un manejo especial, se puede enviar como material no peligroso.

#### Mantenimiento

- Se deben proteger los productos de la exposición a temperaturas extremas o una humedad elevada.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Purificador de agua de P&G (antes conocido como PUR)

### Datos clave

#### Costos directos

Costo(s) de capital	Costo(s) de funcionamiento	Costos de recambio
0 US\$	0,05 <sup>1</sup> -0,10 <sup>2</sup> US\$/10 L 36,50-73 US\$/año <sup>3</sup>	0 US\$

Nota: Los costos de programa, transporte y educación no están incluidos. Los costos pueden variar en función de la ubicación.

<sup>1</sup> Allgood, G., comunicación personal, 2011, <sup>2</sup> Clasen (2007), <sup>3</sup> Estimación de 20 litros/hogar/día

#### Otros

- Aprobado por la Agencia de Protección Medioambiental de los EE.UU. (US EPA, por sus siglas en inglés) como purificador microbiológico de agua que, según han demostrado estudios independientes, presenta un porcentaje de eliminación de bacterias patógenas superior al 99,9999%, de eliminación de virus superior al 99,99% y de eliminación de parásitos como la Giardia y el Cryptosporidium superior al 99,9%.
- Algunos usuarios se quejan del sabor y el olor que el cloro puede producir en el agua. Sin embargo, el nivel de cloro del purificador de agua es inferior al de productos exclusivamente a base de cloro.
- Lantagne et al. (2008) indican que los niveles de trihalometanos (THM) carcinógenos que puedan producirse durante los procesos de cloración domésticos habituales (incluyendo el cloruro sódico y el purificador de agua) podrían situarse por debajo de los valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se ha demostrado que los niveles de THM tras la utilización del purificador de agua son inferiores a los registrados tras la utilización de cloro únicamente.

#### Bibliografía

Allgood, G. (2004). *Evidence from the Field for the Effectiveness of Integrated Coagulation-Flocculation-Disinfection* Congreso Mundial sobre el Agua de la IWA (Asociación Internacional del Agua), 2004. Marrakech (Marruecos). Taller 33.

Clasen, T. (2007). Presentación. London School of Hygiene and Tropical Medicine.

Lantagne, D.S. et al. (2008). *Disinfection by-product formation and mitigation strategies in point-of-use chlorination of turbid and non-turbid waters in western Kenya*. *Journal of Water and Health*, Vol.06. No. 1, pp 67-82.

Norton, D.M et al. (2003). *A Combined Flocculent-Disinfectant Point-of-Use Water Treatment Strategy for Reducing Arsenic Exposure in Rural Bangladesh*. X Conferencia Asiática sobre enfermedades diarreicas y nutrición, Dhaka (Bangladesh).

Norton, D. M. et al. (2003). *Field Trial of a Flocculent-Disinfectant Point-of-Use Water Treatment for Improving the Quality and Microbial Safety of Surface Pond Water in Bangladesh* [X Conferencia Asiática sobre enfermedades diarreicas y nutrición, Dhaka (Bangladesh).

Shaw Environmental Inc (2006) *Evaluation of Grainger Challenge Arsenic Treatment Systems, PuR System #1* Elaborado para la Agencia de Protección Medioambiental de los EE.UU y la Academia Nacional de Ingeniería de los EE.UU. Cincinnati (EE.UU).

Souter et al. (2003). *Evaluation of a New Water Treatment for Point-of-Use Household Applications to Remove Microorganisms and Arsenic from Drinking Water*. *Journal of Water and Health*, Vol.01. No. 2, pp 73-84.

**Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro**  
**Hoja informativa: Purificador de agua de P&G (antes conocido como PUR)**  
**Datos clave**

**Información adicional**

Proctor & Gamble: [www.csdw.org/csdw/pur\\_packet.shtml](http://www.csdw.org/csdw/pur_packet.shtml)

<http://news.pg.com/press-release/pg-corporate-announcements/pg-underlines-commitment-its-childrens-safe-drinking-water->

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: Enero de 2012

## Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Hoja informativa: Almacenamiento y manejo seguro

### Tipo de tratamiento



### Capacidad potencial de protección

Muy eficaz para :	Algo efectivo para :	No efectivo para :
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenición de la recontaminación del agua segura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener el agua helada.</li> <li>Evitar el crecimiento de algas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminación de los contaminantes existentes.</li> </ul>

### ¿Qué es almacenamiento y manejo seguro?

Las familias hacen un montón de trabajo para recolectar, almacenar, transportar y tratar el agua potable, ésta debe ser almacenada y manipulada adecuadamente para protegerla de ser contaminada nuevamente.

El almacenamiento y manejo seguro del agua en el hogar es un componente fundamental para el agua potable. La recontaminación del agua potable es un problema común en todo el mundo y ha sido documentado en varios casos.

### ¿Qué causa la recontaminación?

El agua puede volver a contaminarse a través de varios mecanismos diferentes tales como:

- Usar el mismo recipiente para la recogida y el almacenamiento de agua
- Sumergir una taza o la mano sucia en el recipiente.
- Beber directamente del envase
- Los niños, animales o insectos que accedan al depósito.
- Mala limpieza e higiene

La recontaminación es más probable que ocurra en depósitos descubiertos que tienen grandes aberturas (por ej., cubos, ollas, etc.) El uso del cloro puede proporcionar una protección residual contra la recontaminación, sin embargo, el almacenamiento y manejo apropiado siguen siendo esenciales para mantener el agua segura para beber.

### Prácticas de almacenamiento y manejo seguro

Almacenamiento seguro significa mantener el agua tratada lejos de fuentes de contaminación. Hay muchos diseños para envases de agua en todo el mundo. Un depósito de almacenamiento de agua segura debe ser:

- Con una tapa o cubierta fuerte y hermética Con un grifo o una abertura estrecha en la toma.
- Con una base estable para que no se vuelque o caiga.
- Durable y fuerte.
- No ser transparente.
- Fácil de limpiar

Los recipientes de almacenamiento seguro también deberían contar con instrucciones

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Almacenamiento y manejo seguro

graficas y/o escritas que indiquen como utilizar y limpiar correctamente el recipiente. Idealmente las instrucciones están pegadas permanentemente en el depósito o pueden ser proporcionadas como un documento separado para el hogar.

A menudo es difícil para los hogares rurales y pobres encontrar o comprar buenos envases de almacenamiento. **Lo más importante es asegurarse de que están cubiertos y que solo se utilizan para almacenar el agua tratada.**

Las prácticas seguras de manipulación del agua incluyen:

- Utilizar un recipiente separado para recoger el agua de la fuente.
- Usar un recipiente adecuado para el almacenamiento seguro del agua tratada y no utilizar nunca este recipiente para el agua sin tratar.
- Limpiar el recipiente de almacenamiento seguro con frecuencia con agua limpia y jabón o cloro.
- Almacenar el agua tratada en un lugar sombreado en el hogar.
- Almacenar el agua fuera del alcance de los niños, los animales y los insectos.
- Servir el agua desde el recipiente de almacenamiento seguro y utilizar el grifo cuando sea necesario en lugar de recoger el agua directamente del recipiente.

### Ejemplos de envases de almacenamiento seguro

Varios recipientes fabricados internacionalmente, producidos localmente y tradicionales localmente adaptados pueden ser utilizados para almacenar agua de manera segura. Los recipientes de almacenamiento seguro deben ser evaluados en el país para su costo, disponibilidad, robustez y aceptación del público.

- Usar el agua tratada lo antes posible, preferiblemente en el mismo día.



Cubo Oxfam Usado principalmente en situaciones de emergencias (Fuente: Oxfam)



CDC Sistema de agua segura (Fuente: Centros para el control de enfermedades)



Contenedor de filtro de cerámica (Fuente: Alfareros por la Paz)

# **Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Hoja informativa: Almacenamiento y manejo seguro**

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: Junio 2011

## 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"> <li>• Arsénico</li> <li>• Bacterias</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helminetos</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• Gusto/olor/color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virus</li> <li>• Hierro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias químicas</li> </ul>

### ¿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.

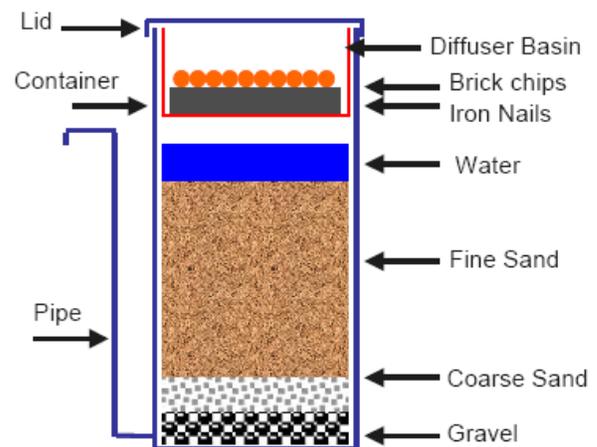
El contenedor se llena con capas de grava y arena tamizadas y lavadas (también llamado medios del filtro), así como con una capa de agua de 5 cm de altura encima de la arena.

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
<b>Laboratorio</b>	Hasta un 96,5% <sup>1,2</sup>	De un 70 a >99% <sup>3</sup>	>99,9% <sup>4</sup>	Hasta un 100% <sup>5</sup>	De un 95% a <1 NTU <sup>1</sup>		
<b>Campo</b>	87,9 a 98,5% <sup>6,7,8</sup>			Hasta un 100% <sup>5</sup>	80 a 95% <sup>7,9,10,11</sup>	90 a 99% <sup>9,10,11</sup>	85 a 95% <sup>9,10,11</sup>

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\$ <sup>1</sup>	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.

<sup>1</sup> 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](http://www.cawst.org)

AKVOpedia: [www.akvo.org/wiki/index.php/Kanchan\\_Arsenic\\_Filter](http://www.akvo.org/wiki/index.php/Kanchan_Arsenic_Filter)

Massachusetts Institute of Technology (MIT):

[http://web.mit.edu/watsan/tech\\_hwts\\_chemical\\_kanchanarsenicfilter.html](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](http://www.cawst.org)

E-mail: [cawst@cawst.org](mailto: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"> <li>• Arsénico</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• Gusto/olor/color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias químicas</li> </ul>	

## ¿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?

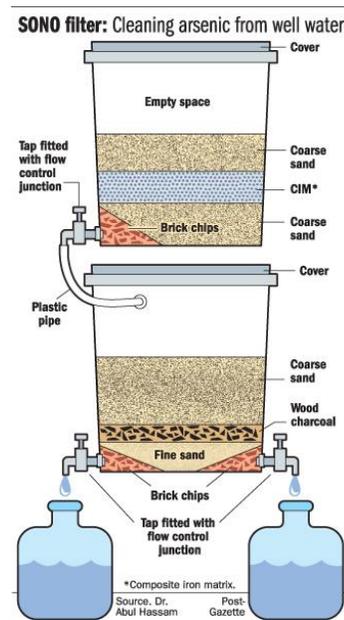
El principal material activo es la base férrea compuesta (BFC), la cual contiene hierro fundido. El manganeso presente en la BFC cataliza la oxidación del As (III) transformándolo en As (V). El arsénico (V) se elimina mediante una reacción de complejación superficial (adsorción fuerte) entre las moléculas 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](http://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](http://www.wateraid.org/documents/phs2execsum.pdf)

Full Phase I Report available at: [www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf](http://www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf)

Full Phase II Report available at: [www.wateraid.org/documents/phs2fullrpt.pdf](http://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](http://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](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](http://www.cawst.org)

E-mail: [cawst@cawst.org](mailto: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"> <li>• Arsénico</li> <li>• Turbiedad</li> <li>• Gusto, olor, color</li> </ul>		

## ¿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
<b>FILTRO MAGC-ALCAN</b>			
Eliminación del 80-85% del arsénico	100 litros por hora	35-50 US\$	Entre 6 meses y 1 año
<b>FILTRO NIRMAL</b>			
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"> <li>• Arsénico</li> <li>• Turbiedad</li> </ul>		

#### ¿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](http://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](http://www.wateraid.org/documents/phs2execsum.pdf)  
Full Phase I Report available at: [www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf](http://www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf)  
Full Phase II Report available at: [www.wateraid.org/documents/phs2fullrpt.pdf](http://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](http://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](http://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](http://www.cawst.org)  
E-mail: [cawst@cawst.org](mailto: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"> <li>• Arsénico</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Patógenos</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Químicos</li> </ul>

## ¿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 disuuelto  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , 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"> <li>Arsénico</li> <li>Patógenos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Turbidez</li> <li>Químicos</li> <li>Sabor, olor, color</li> </ul>

### ¿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)<sub>3</sub> 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

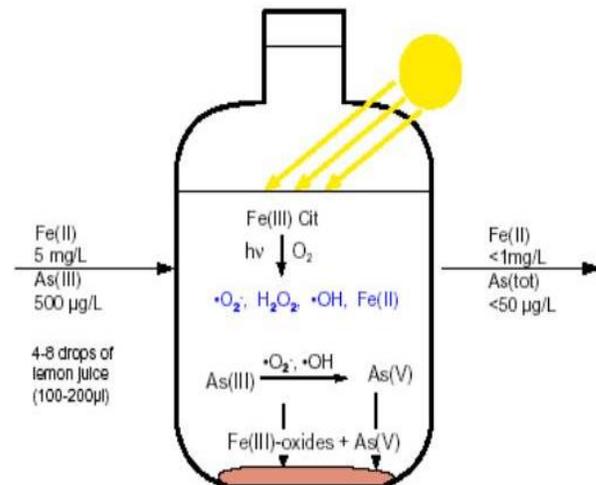
En lugar de añadir oxidantes químicos tales como el cloro o el permanganato, la luz solar produce de forma foto química oxidantes reactivos.

### 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"> <li>• Arsénico</li> <li>• La mayoría de patógenos</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virus</li> <li>• Químicos</li> </ul>

### ¿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.

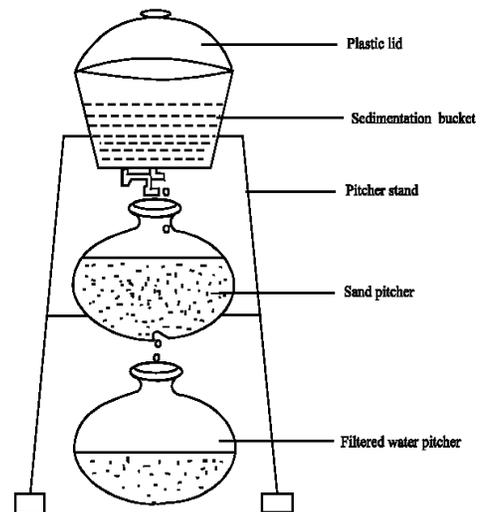
### ¿Cómo elimina el arsénico?

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](http://www.wateraid.org/documents/phs2execsum.pdf)  
Informe completo de la Fase I disponible en: [www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf](http://www.wateraid.org/documents/phs1report.pdf)  
Informe completo de la Fase II disponible en: [www.wateraid.org/documents/phs2fullrpt.pdf](http://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](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](http://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](http://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](http://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](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: Junio 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la remoción de fluoruro

## Hoja informativa: Filtro de alúmina activada

### Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Bastante efectivo para:	No es efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluoruro</li> <li>• Arsénico</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Dureza</li> </ul>

### ¿Qué es un filtro de alúmina activada?

La alúmina activada, también denominada óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ) granulado, es uno de los materiales más usados para la remoción de químicos del agua. Este material es muy poroso y se prepara mediante la deshidratación de hidróxidos de aluminio a baja temperatura (300-600°C).

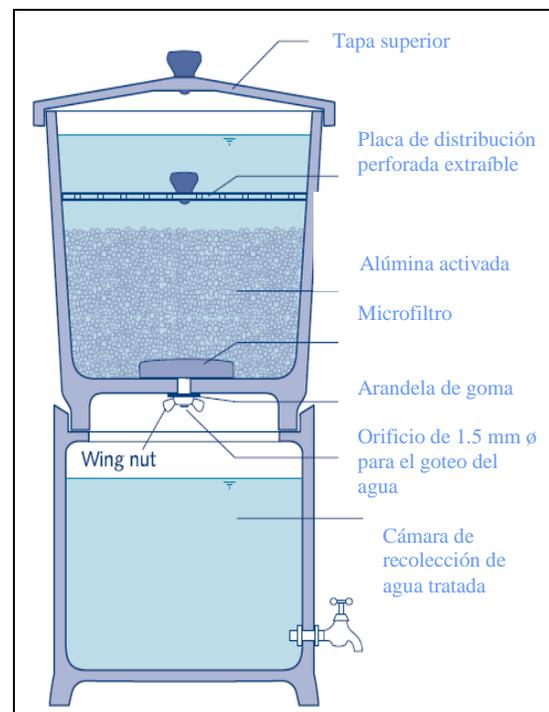
Los granos de alúmina activada se empaican en un filtro como la arena. Cuando el agua pasa a través de este filtro, ciertos contaminantes en el agua se adsorben (pegan) a la alúmina activada. La alúmina activada remueve el fluoruro del agua y también se puede usar para la remoción del arsénico (véase la hoja informativa correspondiente a la remoción de arsénico por adsorción).

### ¿Cómo remueve la contaminación?

El fluoruro se remueve del agua mediante una reacción de intercambio en la superficie de la alúmina activada. El fluoruro se adsorbe a la alúmina con mayor facilidad que otras moléculas en el agua. Esto produce una alta capacidad de desfluorización.

De acuerdo a las pruebas de laboratorio, la capacidad de remoción del fluoruro mediante la alúmina es de entre 4 y 15 mg de fluoruro por gramo de alúmina (Hao y Huang, 1986). Sin embargo, la experiencia de campo demuestra que la capacidad de remoción también depende del grado específico (calidad) de la alúmina activada, el tamaño de partícula y la química del agua (pH, alcalinidad y concentraciones de fluoruro).

La dosis óptima de alúmina activada para una fuente particular de agua necesita ser determinada mediante la ejecución de la prueba del frasco.



**Desfluorización doméstica basada en alúmina activada**

(Fuente: Lyengar, 2002)

### Operación

Existen diferentes clases de filtros de alúmina activada. Uno de ellos consiste en dos contenedores (véase el dibujo de arriba). El contenedor superior mantiene la alúmina

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la remoción de fluoruro

## Hoja informativa: Filtro de alúmina activada

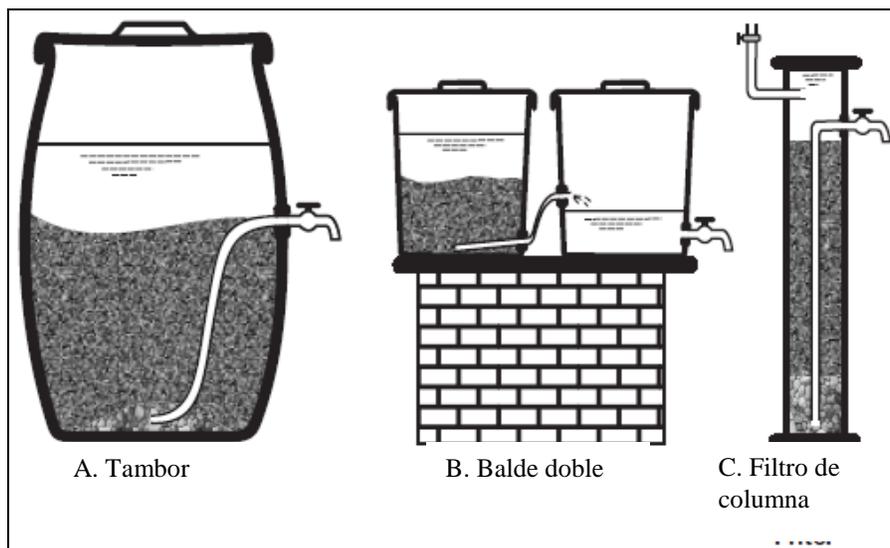
activada (3 kg con una profundidad de 17 cm, Lyengar 2002). La parte superior de este contenedor se puede cubrir con un disco perforado de acero inoxidable para evitar que se altere la alúmina cuando se vierte el agua. La parte superior también se puede cubrir con una tapa. El contenedor inferior puede ser cualquier tipo de balde u olla con grifo que sirva para almacenar el agua tratada.

Los filtros de alúmina activada también consistir en un filtro doméstico para agua de cerámica tipo vela con una cámara en el medio que contenga una bolsa de alúmina activada. El filtro puede ser simplemente un balde, un bidón o una columna con un grifo y una tubería de drenaje que se llena con alúmina activada (véase la ilustración abajo).

El tiempo de contacto del filtro es la cantidad de tiempo que el agua contaminada con fluoruro está en contacto con la alúmina activada. Bulusu and Nawlakhe (1988) llevaron a cabo unas pruebas del frasco para determinar el efecto del tiempo de contacto óptimo para la remoción del fluoruro. Se observó que el tiempo de contacto para reducir el nivel de fluoruro de 4,8mg/l a 1 mg/l es de 30 minutos. Esto se puede usar como recomendación pero todavía no se puede considerar como una recomendación formal del tiempo de contacto.

Cuando la alúmina activada se satura, lo que significa que no hay más lugares para que el fluoruro se adsorba al medio, la alúmina se puede regenerar usando HCL, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, alum o NaOH. El agua residual resultante de este proceso se debe eliminar de una forma apropiada, lejos de fuentes de agua y contacto humano.

Nota: cuando se usa el 4% de soda cáustica (NaOH) para la regeneración, debe estar seguida de un paso de neutralización para remover el NaOH residual del filtro.



Tres unidades domésticas comunes para la desfluorización mediante la adsorción  
(Fuente: OMS, 2006)

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la remoción de fluoruro

## Hoja informativa: Filtro de alúmina activada

### Datos clave

#### Criterios para el agua de entrada

- El pH del agua debe ser preferentemente de entre 5 y 6; a un pH > 7 los iones de silicato e hidroxilo se convierten en competidores fuertes contra los iones de fluoruro para la adsorción (Renu, Singh and Maheswari, 2001)

#### Eficacia del tratamiento

	Bacteria	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Fluoruro
<b>Laboratorio</b>	No disponible	90% por lote <sup>1</sup> hasta un 98% en columna <sup>2</sup>				
<b>Campo</b>	No disponible					

<sup>1</sup> Una concentración inicial de fluoruro de 5mg/L se reduce por debajo de 1.4mg/L antes de la regeneración y a 0.5mg/L en la regeneración con 2N HCl (Savinelli, 1958).

<sup>2</sup> (Nakkeeran y Sitaramamurthy, 2007)

#### Criterios de operación

Flujo de agua	Volumen del lote	Suministro diario de agua
No disponible <sup>1</sup>	No disponible <sup>1</sup>	No disponible <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Depende del tipo de filtro (OMS, 2006)

- El flujo de agua, el volumen del lote y el suministro diario de agua dependen de la clase de filtro usado

#### Durabilidad

- Los grifos se pueden romper y pueden necesitar reemplazo
- La alúmina activada necesita reemplazarse o regenerarse una vez que se sature
- Es necesario medir la concentración de fluoruro en el agua de salida para saber cuándo la alúmina se debe reemplazar o regenerar

#### Vida útil

- La regeneración de la alúmina es de cada 6 meses a 1 año
- La duración estimada del filtro se puede hacer en base a la concentración de fluoruro, del agua sin tratar, del volumen diario a través del filtro y de la capacidad de adsorción de la alúmina activada.

#### Requisitos para la fabricación

##### Productores Mundiales:

- Muchos productores a nivel mundial

##### Producción Local:

- La fabricación es difícil y compleja, la producción local no es factible

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la remoción de fluoruro

## Hoja informativa: Filtro de alúmina activada

### Datos clave

#### Mantenimiento

- Los usuarios no pueden realizar la regeneración: se necesita mano de obra especializada para examinar el agua filtrada y recargar la alúmina activada
- El efluente de la regeneración tiene alto contenido de fluoruro y debe eliminarse cuidadosamente para evitar la recontaminación de las aguas subterráneas cercanas.

#### Costo directo

Costo de capital	Costo de operación	Costo de reemplazo
US\$35-50 <sup>1</sup>	US\$0/año	US\$1.3-2/kg promedio <sup>1</sup>

Nota: Los costos del programa, transporte y educación no están incluidos. Los costos variarán dependiendo de la ubicación y el tipo de filtro

<sup>1</sup> India, OMS 2006

- La alúmina activada se ha vuelto más accesible y más fácil de conseguir, especialmente en lugares cercanos a donde se produce.

#### Referencias

Banuchandra, C. and P. Selvapathy (2005). A household defluorodation technique. TWAD Technical Newsletter.

Cavill, S. (2007). Appropriate treatment options for high levels of fluoride in groundwater, Naivasha, Kenya. Dew Point.

World Health Organization (2006). Fluoride in drinking-water: Chapter 5, Removal of excessive fluoride. World Health Organization.

Lyengar L. (2002). Technologies for fluoride removal. Small Community Water Supplies: Technology, people and partnership, TP 40, Chapter 22.

Miller, K. (2007). Defluoridation of drinking water using appropriate sorption technologies. Proceedings of the Water Environment Federation, no. 8: 9245–9254.

Nagendra, R. (2003). Fluoride and environment – A review. Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health, Chennai, India: Pages 386 – 399.

Nakkeeran, E. and D. V. Sitaramamurthy (2007). Removal of fluoride from groundwater. Canadian Journal of Pure and Applied Sciences: 79.

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: junio de 2011

# Tratamiento agua a nivel domiciliario para la remoción del fluoruro

## Hoja informativa: Filtro de carbón animal

### Capacidad potencial de tratamiento

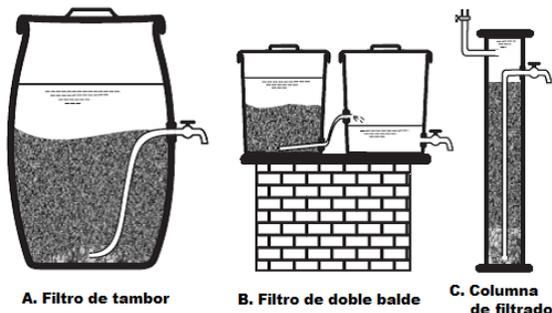
Muy eficaz para:	Algo eficaz para:	No es eficaz para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluoruro</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbidez</li> <li>• Otras sustancias químicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Dureza del agua</li> </ul>

### ¿Qué es un filtro de carbón animal?

El carbón es uno de los primeros materiales propuestos para la remoción del fluoruro del agua. Su implementación no fue muy masiva a causa del sabor desagradable del agua tratada, el costo elevado y su escasa disponibilidad. En 1988, sin embargo, la OMS lo designó como una tecnología que se puede utilizar en países en vías de desarrollo.

El carbón animal es un material negrozco, poroso y granular, capaz de absorber distintas sustancias contaminantes. El carbón animal se coloca en un filtro (balde, tambor o columna) y el agua fluye a través de él.

El carbón animal está hecho de huesos de animales que se calcinan (queman) y luego se trituran. Resulta esencial que el carbón animal se fabrique adecuadamente para así asegurar un buen nivel de remoción del fluoruro y evitar obtener un sabor, un color y un olor desagradables en el agua tratada. Hace décadas, el carbón animal se producía industrialmente y era fácil de conseguir, pero hoy en día su disponibilidad es limitada. Sin embargo, puede fabricarse a nivel local en las comunidades.



Tres unidades de filtrado de uso domiciliario para la desfluorización (Créditos: OMS, 2006)

### ¿Cómo elimina la contaminación?

Los principales componentes del carbón animal son el fosfato de calcio, el carbón activado y el carbonato de calcio. La remoción del fluoruro del agua se logra mediante un proceso basado en el intercambio de iones. Cuando el agua sin tratar contiene fluoruro y entra en contacto con el carbón animal, el ion de fluoruro intercambia el lugar con el ion de carbonato en el carbón animal, y el fluoruro queda "atrapado" dentro del carbón.

El carbón animal es muy eficaz para eliminar el fluoruro y puede absorber una gran variedad de otros contaminantes. La capacidad de adsorción es de 2 mg de fluoruro por cada gramo de carbón animal (Albertus, 2000).

### Funcionamiento

#### Producción del carbón animal

Los pasos para obtener el carbón animal son: carbonización, triturado, tamizado y lavado/secado.

El color del carbón obtenido es un buen indicador para determinar su calidad (Jacobsen and Dahi, 1997):

- Gris-amarronado: máxima remoción de fluoruro
- Negro: aún contiene impurezas orgánicas que causan olor y sabor desagradables
- Blanco: capacidad de remoción reducida

Es necesario carbonizar los huesos animales a una temperatura de 400 a 500°C con una fuente de aire controlada. Luego, se pueden triturar de forma manual o utilizando una máquina. Las partículas de 0,5 hasta 4 mm se pueden utilizar como material para el filtrado.

# Tratamiento agua a nivel domiciliario para la remoción del fluoruro

## Hoja informativa: Filtro de carbón animal

Si no se prepara el carbón correctamente, podría verse afectada la capacidad de desfluorización u obtenerse agua de mala calidad.

### Ejemplos de filtros

El carbón animal puede usarse en distintos tipos de filtros. Un ejemplo es un filtro compuesto por un balde de 20 litros con un grifo en la parte inferior, conectado a un tubo de salida. Puede colocarse una placa perforada en la superficie del material de filtrado para evitar remover todo al agregar el agua sin tratar. El uso de carbón animal solo es eficiente en un sistema de filtrado continuo y no en uno por lotes (Larsen, 1993).

El nivel del agua en el filtro nunca debería descender por debajo de la superficie del carbón. Si se deja que el carbón se seque, la capacidad de adsorción disminuirá. El agua debería estar en contacto con el carbón durante al menos 20 minutos. El filtro puede combinarse con un filtro de cerámica tipo vela para eliminar también la contaminación microbiológica (ver imagen). En el caso de los filtros nuevos o después de renovar el carbón, las primeras tandas de agua filtrada deberían desecharse a causa del alto nivel de turbidez y la coloración (CDN, 2006).



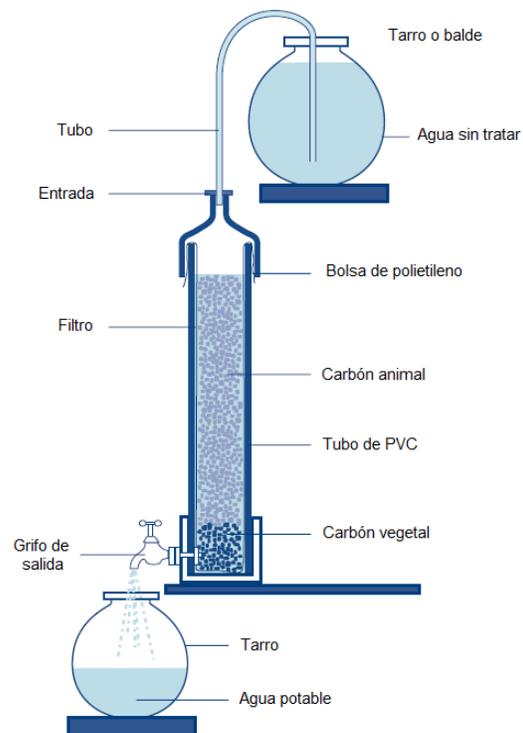
Filtro de carbón simple y combinado  
(Fuente: Eawag, 2006)

### Renovación del material

Es necesario renovar o regenerar el carbón periódicamente. La regeneración puede lograrse al agregar soda cáustica (NaOH). Es necesario medir la concentración de fluoruro periódicamente para saber cuándo reemplazar o regenerar el carbón. Sin embargo, puede hacerse una estimación de su vida útil basándose en la concentración de fluoruro, el volumen diario de agua filtrada y la capacidad de adsorción del carbón animal.

### Aceptación

El uso de huesos para tratar el agua podría no ser apropiado en algunos lugares, debido a las costumbres y creencias. En cada comunidad, sería importante tener en cuenta las consecuencias de las creencias religiosas, etc. para la aceptación del uso de carbón animal para el tratamiento del agua.



Desfluorizador doméstico de carbón animal  
desarrollado por ICOH-Tailandia  
(Fuente: Lyengar, 2002)

# Tratamiento agua a nivel domiciliario para la remoción del fluoruro

## Hoja informativa: Filtro de carbón animal

### Información clave

#### Criterios para el agua a filtrar

- Sin límites específicos

#### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helminetos	Turbidez	Fluoruro
Laboratorio	No disponible	N/D	N/D	N/D	N/D	65% por lotes <sup>1</sup> 99% en filtrado continuo <sup>2</sup>
Campo	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	90% <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Watanesk and Watanesk, 2000

<sup>2</sup>Mavura et al., 2002

<sup>3</sup>CDN, 2006

#### Criterios de operación

Velocidad de flujo	Volumen del lote	Suministro diario de agua
No disponible	1,6 a 6,5 litros <sup>1</sup>	No disponible

<sup>1</sup> Dependiendo del tipo de filtro (OMS, 2006)

- La velocidad de flujo, el volumen del lote y el suministro diario de agua dependen del tipo de filtro utilizado

#### Durabilidad

- Es posible que los grifos se rompan y sea necesario reemplazarlos
- Es necesario reemplazar o regenerar el carbón animal cuando se sature
- Es necesario medir la concentración de fluoruro del agua obtenida para saber cuándo reemplazar o regenerar el material de filtrado

#### Vida útil estimada

- Puede realizarse una aproximación de la vida útil basándose en la concentración de fluoruro del agua fuente, el volumen diario de agua filtrada y la capacidad de adsorción del carbón animal.
- Según una investigación de laboratorio sobre calidad del agua realizada por la Diócesis Católica de Nakuru, es posible llenar el filtro con agua 200 veces (con una concentración inicial de 6 mg de fluoruro por litro) antes de que la concentración de fluoruro en el agua filtrada exceda 1,5 mg de fluoruro por litro

#### Requisitos para la fabricación

##### Producción a nivel mundial:

- El carbón animal todavía se produce en diversos países ya que se utiliza en la industria de los alimentos para producir azúcar por ejemplo

##### Producción a nivel local:

- El carbón animal puede producirse a nivel local en cualquier país

##### Materiales:

- Huesos de animales
- Horno
- Máquina para triturar o herramientas para triturado manual
- Tamices para obtener el tamaño correcto del carbón para filtrado

# Tratamiento agua a nivel domiciliario para la remoción del fluoruro

## Hoja informativa: Filtro de carbón animal

### Información clave

#### Instalaciones adecuadas para la fabricación:

- Lugar de almacenamiento con techo, para mantener los huesos secos

#### Mano de obra:

- Cualquier persona puede ser capacitada para fabricar carbón animal

#### Riesgos:

- Es necesario tomar las medidas de seguridad adecuadas al carbonizar los huesos

#### Mantenimiento:

- Reemplazo o regeneración del carbón animal (se necesita mano de obra calificada)
- Limpieza periódica

#### Costo directo

Costo de capital	Costo operativo	Costo de reposición
US\$17-23 <sup>1</sup>	US\$1,8/1000 litros <sup>2</sup>	US\$1,8/1000 litros <sup>2</sup>

Nota: No se incluyen los costos del programa, transporte ni educación. Los costos pueden variar según la ubicación.

1 CDN, 2006 costo de toda la unidad de desfluorización y dependiendo del tipo de grifo, Kenia

2 Para reemplazar el carbón animal utilizado en el filtrado (CDN, 2006)

#### Referencias

Albertus, J. (2000). Bone char quality and defluoridation capacity in contact precipitation. 3rd International Workshop on Fluorosis Prevention and Defluoridation of Water Session 1 Epidemiology: 57.

Cavill, S. (2007). Appropriate treatment options for high levels of fluoride in groundwater, Naiva sha, Kenia. Dew Point.

Catholic Diocese of Nakuru, Water Quality (CDN) y K. Müller (2007). CDN's experiences in producing bone char. Kenia.

Catholic Diocese of Nakuru, Water Quality (CDN) y K. Müller (2006). CDN's defluoridation experiences on a household scale. Kenia. Disponible en inglés en: [www.eawag.ch/forschung/qp/wrq/publications/pdfs/household\\_filters](http://www.eawag.ch/forschung/qp/wrq/publications/pdfs/household_filters)

Fawell, J. Kirtley, K. Bailey, y la Organización Mundial de la Salud (2006). Fluoride in drinking-water: Chapter 5, Removal of excessive fluoride. Organización Mundial de la Salud.

Korir H., K. Mueller, L. Korir, J. Kubai, E. Wanja, N. Wanjiku, J. Waweru, M.J. Mattle, L. Osterwader y C.A. Johnson (2009). The Development of Bone Char-Based Filters For the Removal of Fluoride From Drinking Water. 34th WEDC International Conference, Addis Ababa, Etiopía.

Lyengar L. (2002). Technologies for fluoride removal. Small Community Water Supplies: Technology, people and partnership, TP 40, Capítulo 22.

Miller, K. (2007). Defluoridation of drinking water using appropriate sorption technologies. Proceedings of the Water Environment Federation, No. 8: 9245–9254.

Nagendra, R. (2003). Fluoride and environment – A review. Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health, Chennai, India: Páginas 386 – 399.

Watanesk, S. y R. Watanesk (2000). Sorption study for defluoridation by bone Char. Session 1 Epidemiology: 80.

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: junio de 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del fluoruro

## Hoja informativa: Arcilla

### Capacidad potencial del tratamiento

Alta eficacia contra:	Cierta eficacia contra:	Sin eficacia contra:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluoruro</li> <li>• Turbiedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias químicas</li> </ul>

### ¿Qué es la arcilla?

La arcilla es un material terroso de textura muy fina. Se compone principalmente de partículas muy pequeñas de silicatos de aluminio hidratados, otros minerales e incluso otros materiales. Se utiliza para la fabricación de cerámica, ladrillo y azulejo. Tanto la arcilla en polvo como cocida son capaces de eliminar el fluoruro y otros contaminantes del agua. La capacidad de la arcilla para aclarar el agua turbia es muy conocida y se cree que se utilizaba en los hogares del antiguo Egipto (OMS, 2006).

La arcilla se puede usar tanto en polvo con un sistema de cubo, como pedacitos de arcilla/ladrillo recién cocidos en un filtro de columna. El uso del polvo de arcilla en filtros de columna puede ser molesto debido a dificultades a la hora de embalar las columnas y controlar el flujo.

### ¿Cómo elimina la contaminación?

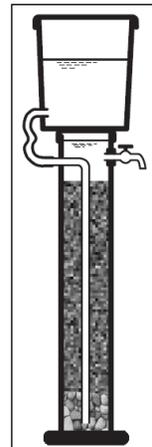
La arcilla es un buen floculante y absorbente para eliminar el fluoruro gracias a su densidad relativamente alta (las partículas son pesadas). Así que, una vez que el fluoruro se adhiere a las partículas de arcilla, esta se asienta con facilidad.

La mejor arcilla para remover el fluoruro posee altos niveles de óxido de hierro y aluminio (por ejemplo, la bauxita, la goethita o la hematita). El proceso de remoción es un intercambio de iones entre el fluoruro y el hierro o el aluminio.

### Funcionamiento

Los filtros de columna de arcilla domésticos normalmente se llenan usando pedazos de arcilla cocida procedentes de la fabricación de ladrillos, objetos de cerámica o azulejos.

La columna de defluorización con arcilla (véase imagen) es un ejemplo de filtro de arcilla cocida utilizado en Sri Lanka. Se trata de una columna de capas hechas con pedazos sobrantes de ladrillos, guijarros y cascarones triturados de coco recién cocidos. El agua pasa a través de la unidad hacia arriba (desde la parte inferior a la parte superior). Los filtros se pueden fabricar con tubos de PVC o cemento. En las columnas, el tamaño de los pedazos de ladrillo es de entre 15 y 20 mm por lo general.



La cocción de la arcilla es importante, ya que activa el óxido de aluminio que reacciona con el fluoruro. Una vez que la arcilla se cuece es más fácil despedazarla.

En el sistema de cubo, el polvo de arcilla se añade al agua en grandes dosis, se agita y se deja asentar durante varias horas. El agua limpia se decanta o recoge por la parte superior. El lodo que queda en el fondo del cubo hay que desecharlo de manera adecuada, es decir, lejos de las fuentes de agua. Este método no puede utilizarse para fuentes de agua con altas concentraciones de fluoruro (por encima de 3 mg / L, OMS 2006).

La cerámica de arcilla también puede utilizarse si el agua escurre a través de la arcilla. Dado que en muchas culturas a menudo se almacena el agua en vasijas de barro, este método puede ser muy viable en comunidades donde la concentración de óxido de aluminio en el suelo es alta y, por consiguiente, también en las vasijas. El tiempo de almacenamiento en los recipientes varía en función del nivel de óxido de aluminio en la arcilla.

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del fluoruro

## Hoja informativa: Arcilla: Datos clave

### Características del agua de entrada

- La capacidad de tratamiento de la arcilla es óptima cuando el pH del agua es 5,6 aproximadamente (Jinadasa et al. 1988)
- El sistema de cubo es recomendable solo para concentraciones bajas de fluoruro (<3 mg/L, OMS 2006)

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbiedad	Fluoruro
Laboratorio	No disponible	>93.8% <sup>1</sup>				
Campo	No disponible					

<sup>1</sup> Usando bauxita de Malawi (Sajidu et al. 2008)

- Eficacia del tratamiento en función de la calidad de la arcilla y los tipos de filtros utilizados

### Criterios de operación

Flujo	Volumen	Suministro diario de agua
No disponible	No disponible	No disponible

- El caudal, el volumen y el suministro diario de agua dependen de la técnica y el tipo de filtro empleados

### Durabilidad

- La arcilla usada en los filtros debe remplazarse o regenerarse (muy costoso) cuando se satura
- Es necesario medir la concentración de fluoruros del agua contaminada para saber cuándo remplazar o regenerar los medios

### Vida útil

- Los medios de arcilla deben remplazarse normalmente cada 25 o 40 días

### Requisitos para la fabricación

#### Productores de todo el mundo:

- Los ladrillos se fabrican en todas partes

#### Producción local:

- La arcilla puede cocerse en un horno local

#### Materiales:

- Arcilla
- Horno

#### Mano de obra:

- Cualquier persona puede adquirir formación para elaborar pedazos de arcilla cocida

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario para la eliminación del fluoruro

## Hoja informativa: Arcilla: Datos clave

### Mantenimiento

- Reemplazar o regenerar con frecuencia la arcilla
- Limpiar el filtro periódicamente

### Costo directo

Costo de capital	Costo de operación	Costo de reposición
No disponible	No disponible	No disponible

Nota: Los costos del programa, del transporte y de la formación no están incluidos. Los costos variarán según la ubicación.

- Tratar el fluoruro con arcilla puede ser solo más rentable si los sobrantes proceden de ladrillos recién cocidos de buena calidad, y están disponibles en el lugar o cerca, y si el filtro se fabrica utilizando materiales de bajo costo disponibles a nivel local (OMS 2006)

### Bibliografía

- Bjorvatn K. and A. Bardsen (1995). Use of activated clay for defluoridation of water. Ngurdoto, Tanzania.
- Bjorvatn K. and A. Bardsen (1995). Fluoride sorption isotherm on fired clay. Workshop on fluorosis and defluoridation of water. Publ. Int. Soc. Fluoride Res, 46–49.
- Cavill, S. (2007). Appropriate treatment options for high levels of fluoride in groundwater, Naivasha, Kenya. Dew Point.
- Chidambaram S., A. L. Ramanathan, and S. Vasudevan (2004). Fluoride removal studies in water using natural materials: technical note. Water SA 29, no. 3: 339.
- Fawell, J. Kirtley, K. Bailey, and World Health Organization (2006). Fluoride in drinking-water: Chapter 5, Removal of excessive fluoride. World Health Organization.
- Lyengar L. (2002). Technologies for fluoride removal. Small Community Water Supplies: Technology, people and partnership, TP 40, Chapter 22.
- Miller, K. (2007). Defluoridation of drinking water using appropriate sorption technologies. Proceedings of the Water Environment Federation, no. 8: 9245–9254.
- Nagendra, R. (2003). Fluoride and environment – A review. Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health, Chennai, India: Pages 386 – 399.
- Sajidu et al. (2008). Groundwater fluoride levels in villages of Southern Malawi and removal studies using bauxite, International Journal of Physical Sciences 3, no. 1: 001–011
- Wijesundara T. (2004). Low-cost defluoridation of water using broken bricks. in 30th WEDC International Conference.

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary (Alberta) - Canadá

Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org)

E-mail: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: junio de 2011

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario para la remoción del fluoruro

### Hoja informativa: Precipitación por contacto

#### Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectivo para:	Algo efectivo para:	No efectivo para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluoruro</li> <li>• Gusto, olor, color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otros químicos</li> <li>• Turbiedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Dureza</li> </ul>

#### ¿Qué es la precipitación por contacto?

La precipitación por contacto es una técnica en la que se extrae el fluoruro del agua mediante la adición de compuestos de calcio y fosfato; esto genera la precipitación del fluoruro. Luego se filtra el agua con carbón animal previamente saturados con fluoruro.

En este proceso se utilizan baldes, filtros de columna o una combinación. Existen distintas clases de filtros para la precipitación por contacto.

#### ¿Cómo extrae la contaminación?

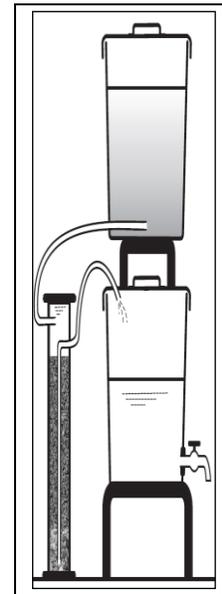
La precipitación del fluoruro proveniente de agua que contiene calcio y fosfato es posible en teoría, pero en realidad no es factible porque las reacciones son lentas. Es necesario agregar un compuesto como carbón animal para permitir la precipitación del fluoruro en un tiempo razonable. El carbón animal saturado ayuda en la extracción del fluoruro y filtran el precipitado. El tiempo de contacto del agua en el filtro con los compuestos debe ser lo bastante prolongado para permitir la extracción de suficiente fluoruro; sin embargo, si el tiempo de contacto se extiende demasiado los iones de calcio pueden precipitar en el filtro y la extracción del fluoruro será menos eficaz. El tiempo de contacto recomendado oscila entre 20 y 30 minutos.

#### Operación

En primer lugar se trata el agua con compuestos de calcio y fosfato. Se puede utilizar cualquier compuesto de calcio y fosfato pero es importante disolver los químicos antes de mezclarlos con el agua. Es preferible preparar los químicos como dos soluciones

madre separadas y se las puede preparar una vez por mes, pero no se las debería mezclar antes del tratamiento a fin de evitar la precipitación del fosfato de calcio. Se recomienda verificar la densidad aparente dado que puede variar para las distintas marcas.

Los compuestos de calcio más comunes que se utilizan para reaccionar con el fluoruro son la cal o el cloruro de calcio (CC), que reacciona con el fluoruro para formar un precipitado (forma sólida) de fluoruro de calcio. Un compuesto común del fosfato que es utilizado es el fosfato sódico dibásico, también llamado fosfato monosódico o MSP.



Filtro para precipitación por contacto, uso a nivel domiciliario  
(Fuente: OMS, 2006)

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario para la remoción del fluoruro

### Hoja informativa: Precipitación por contacto

La operación a largo plazo de la técnica de precipitación por contacto en Tanzania ha demostrado que el proceso es efectivo cuando las proporciones de las dosis son 30 y 15 para el CC y el MSP respectivamente, con una concentración de fluoruro en agua sin tratar de 10 mg/l aproximadamente. Esta dosis asegura por lo menos un 65% de precipitación de fluorapatita (compuesto de fluoruro) y un excedente de calcio para la precipitación del fluoruro residual como fluoruro de calcio (OMS 2006).

Luego el agua pasa por un filtro de columna lleno de gravilla o de carbón animal de grano grueso. Es importante tener en cuenta que el uso de carbón animal tal vez no sea aceptable culturalmente. Los pasos para preparar el carbón animal incluyen: la carbonización, la trituración, el tamizado y el lavado/secado.

El color del carbón animal es una forma sencilla de determinar su calidad (Jacobsen y Dahi, 1997):

- Gris amarronado: mayor nivel de extracción de fluoruro
- Negro: todavía contiene impurezas orgánicas que causan olor y color
- Blanco: capacidad reducida para extraer fluoruro

El carbón animal de cualquier animal se debe carbonizar (quemar) a una temperatura de entre 400 y 500°C con un suministro de aire controlado. Luego los huesos carbonizados pueden ser aplastados a mano o por medio de una máquina. Las partículas que miden entre 0,5 mm y 4 mm pueden utilizarse como medio filtrante.

El carbón animal que se utiliza en la precipitación por contacto debe estar presaturado con fluoruro a través del contacto con agua que presente una alta concentración de fluoruro (hasta 100 mg/l).

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario para la remoción del fluoruro

## Hoja informativa: Precipitación por contacto

### Datos Clave

#### Criterios para el agua de entrada

- Sin límites específicos

#### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Fluoruro
Laboratorio	No disponible	>90% <sup>1</sup>				
Campo	No disponible	>95 % <sup>2</sup>				

<sup>1</sup> Depende de la dosis (Albertus et al., 2000)

<sup>2</sup> OMS, 2006

- Gran eficacia en la extracción del fluoruro, aún con una alta concentración de fluoruro en el agua de entrada.

#### Criterios de operación

Flujo	Volumen de la tanda	Suministro diario de agua
No disponible	20 litros (típico)	No disponible

- El flujo, el volumen de la tanda y el suministro diario de agua dependen de la clase de filtro utilizado.

#### Durabilidad

- Los grifos se pueden romper y tal vez sea necesario cambiarlos
- Es difícil mejorar sin capacitación ni equipamiento
- Se necesita una cadena de suministro, disponibilidad en el mercado y compra regular de compuestos químicos.

#### Duración estimada

- Las soluciones químicas deben prepararse todos los meses.

#### Requisitos para la fabricación

##### Productores mundiales:

- Todavía se produce carbón animal en varios países dado que se los utiliza en las industrias alimenticias, tales como la producción de azúcar.
- Compuestos de calcio y fosfato: existen muchos productores en todo el mundo.

##### Producción local:

- La fabricación de los productos químicos utilizados es difícil y compleja, y la producción local no siempre es factible
- El carbón animal se puede producir a nivel local en cualquier país

##### Materiales:

- Para el carbón animal saturados: huesos de animales, un horno, tamices, una máquina trituradora (facultativa), solución de fluoruro para saturación

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario para la remoción del fluoruro

## Hoja informativa: Precipitación por contacto

### Datos Clave

#### Instalaciones para la fabricación:

- Para el carbón animal: un lugar para almacenamiento con techo a fin de mantener los huesos secos
- 
- **Mano de obra:**
- Se puede capacitar cualquier persona para producir carbón animal

#### Peligros:

- Es necesario tomar medidas de seguridad al carbonizar los huesos

#### Mantenimiento

- La operación diaria es sencilla; la experiencia de Tanzania ha demostrado que un estudiante joven puede operar el sistema con facilidad
- No existe ningún riesgo para la salud en caso de uso incorrecto o de dosis excesiva de químicos
- Las dos soluciones madre pueden prepararse una vez por mes
- Limpiar el filtro con regularidad

#### Costo directo

Costo de capital	Costo de operación	Costo de reemplazo
No disponible	No disponible	No disponible

Nota: Los costos del programa, del transporte y de educación no están incluidos. Los costos varían según la ubicación.

#### Referencias

Albertus, J. (2000). Bone char quality and defluoridation capacity in contact precipitation. 3rd International Workshop on Fluorosis Prevention and Defluoridation of Water Session 1 Epidemiology: 57.

Cavill, S. (2007). Appropriate treatment options for high levels of fluoride in groundwater, Naivasha, Kenya. Dew Point.

Fawell, J.Kirtley, K. Bailey, and World Health Organization (2006). Fluoride in drinking-water: Chapter 5, Removal of excessive fluoride. World Health Organization.

Lyengar L. (2002). Technologies for fluoride removal. Small Community Water Supplies: Technology, people and partnership, TP 40, Chapter 22.

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: junio 2011

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

### Hoja informativa: Técnica Nalgonda

#### Capacidad potencial del tratamiento

Muy efectiva para:	Algo efectiva para:	Ineficaz para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbidez</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluoruro</li> <li>• Bacterias</li> <li>• Virus</li> <li>• Protozoos</li> <li>• Helmintos</li> <li>• Dureza</li> <li>• Sabor, olor, color</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otros químicos</li> </ul>

#### ¿Qué es la técnica Nalgonda?

La técnica Nalgonda fue desarrollada por el National Environmental Engineering Research Institute (NEERI) en Nalgonda, India. Se trata de agregar alumbre (sulfato de aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ )) y cal (carbonato de calcio) al agua sin tratar para lograr que el fluoruro se precipite.

En comparación con los métodos normales de floculación del agua potable, en el proceso de desfluorización la dosis de alumbre requerida es mucho mayor. Dado que la solución de alumbre es ácida, la adición simultánea de cal resulta necesaria tanto para mantener un pH neutro en el agua tratada como para favorecer la precipitación del aluminio.

La cal se puede reemplazar por hidróxido de calcio. Además, se podrá agregar cloro o cloro en polvo al agua sin tratar para desinfectarla de cualquier contaminación microbológica.

Una vez tratada con dichos químicos, el agua limpia puede ser vertida o decantada en otro recipiente. Durante este vertido, se puede filtrar el agua utilizando una tela o filtro para

evitar que cualquier partícula restante de lodo se transfiera al agua tratada.

#### ¿De qué manera remueve la contaminación?

La sal de aluminio permite eliminar el fluoruro del agua. Durante el proceso de floculación (las partículas presentes en el agua se aglutinan, hasta formar partículas de mayor tamaño) diversos tipos de micropartículas y de iones con carga negativa (incluyendo el fluoruro) se remueven parcialmente ya que se acoplan electrostáticamente a los flóculos.

Mediante esta técnica se precipita hasta un tercio del fluoruro y hasta un 82% reacciona frente al alumbre formando un complejo de fluoruro de aluminio soluble y tóxico (Miller, 2007). Éste se depositará en forma de lodo en el fondo del recipiente que contiene el agua. Dicho lodo deberá ser retirado de las fuentes de agua.

Este proceso permitirá obtener agua tratada con concentraciones de fluoruro de entre 1 y 1,5 mg/L.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Técnica Nalgonda



Desfluorización doméstica utilizando la tecnología Nalgonda (Fuente: Lyengar, 2002)

### Operación

La técnica Nalgonda consiste en un sistema de baldes o cubos diseñado para uso doméstico. Dichos cubos son plásticos, tienen una capacidad de 40 litros de agua e incluyen un grifo instalado a 5 cm de altura desde la base.

El proceso implica agregar sulfato de aluminio, cal y cloro en polvo (opcional) al agua contenida en el cubo, y luego mezclar rápidamente durante 10 minutos. A continuación se deja reposar el agua durante 1 hora. Una vez que haya finalizado la coagulación/floculación y el asentamiento de las partículas, se abre el grifo del cubo y se vierte el agua tratada en otro cubo o recipiente limpio que permita almacenar y consumir el agua en forma segura durante el día.

La dosis de alumbre que se agregará depende de la concentración de fluoruro y la alcalinidad que presenta el agua antes de ser tratada (véase la tabla que aparece a continuación, elaborada por Lyengar, 2002). La dosis de cal para agregar deberá equivaler al 5% de la cantidad de alumbre (Lyengar, 2002).

La cal se agrega para mantener neutro el pH del agua tratada. Dado que la cal colabora en la formación de flóculos más densos (más pesados), se puede utilizar una mayor proporción de la misma para ayudar a que el lodo se asiente en el fondo del cubo.

Mediante esta técnica se obtienen grandes cantidades de lodo contaminante, por lo tanto

es necesario considerar el impacto medioambiental generará el mismo al ser desechado.

Además, la presencia de aluminio residual en el agua tratada puede perjudicar la salud, por lo cual deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para evitar su presencia. Al aplicar esta técnica, el contenido de aluminio residual liberado en el agua tratada puede extenderse de 2,01 a 6,86 mg/l (Kailash et al., 1999). El límite máximo de aluminio permitido en el agua es de 0,2 mg/l.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Técnica Nalgonda: Datos clave

Volumen aproximado al 10 % de solución de alumbre (ml) para ser agregada en 40 litros de agua de análisis hasta alcanzar el límite aceptable de fluoruro (1,0 mg F/l) a partir de niveles dispares de alcalinidad y presencia de fluoruros.

La cal agregada debe equivaler a un 5% de la cantidad de alumbre (mg/l)

Análisis	Alcalinidad del agua de análisis en mg CaCO <sub>3</sub> /l							
	125	200	300	400	500	600	800	1000
fluoruros en agua (mg/l)								
2	60	90	110	125	140	160	190	210
3	90	120	140	160	205	210	235	310
4		60	165	190	225	240	275	375
5			205	240	275	290	355	405
6			245	285	315	375	425	485
8					395	450	520	570
10							605	675

Dosis de alumbre y cal en la técnica Nalgonda  
(Fuente: Lyengar, 2002)

### Criterios para el agua de entrada

- Los sólidos disueltos totales (SDT) deben ser inferiores a 1500 mg/L
- El proceso no debe aplicarse cuando la concentración de fluoruro supera los 20 mg/L

### Eficacia del tratamiento

	Bacterias	Virus	Protozoos	Helmintos	Turbidez	Fluoruro
Laboratorio	>90 a >99% <sup>1</sup>	>90 a >99% <sup>1</sup>	>90 a >99% <sup>1</sup>	>90 a >99% <sup>1</sup>	No disponible	Hasta 70% <sup>4</sup>
Campo	< 90% <sup>2</sup> 95% <sup>3</sup>	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible

<sup>1</sup> Sproul (1974), Leong (1982), Payment y Armon (1989) citados en Sobsey, 2002

<sup>2</sup> Ongerth (1990), citado en Sobsey, 2002

<sup>3</sup> Wrigley, 2007

<sup>4</sup> Fawell et al., 2006

- Para obtener una eficacia máxima será necesario considerar la calidad del agua a tratar y controlar cuidadosamente la dosis coagulante, el pH y la mezcla.

### Criterios operativos

Flujo	Volumen del lote	Suministro cotidiano de agua
No aplicable	40 litros	Ilimitado

- Es necesario seguir las instrucciones
- El lodo obtenido a partir del proceso Nalgonda contamina el medioambiente. Su nivel de toxicidad es bastante elevado porque este lodo concentra el fluoruro separado del agua. Por

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Hoja informativa: Técnica Nalgonda: Datos clave

lo tanto su disposición final debe ser adecuada (ej. enterrarlo en un pozo suficientemente profundo y luego cubrirlo).

### Durabilidad

- Optimización dificultosa sin la capacitación y el equipo adecuados
- Se requiere cadena de suministro, acceso al mercado y compras regulares

### Vida útil estimada

- 6 meses en forma líquida y 1 año en forma sólida

### Requisitos para la fabricación

#### Productores a nivel mundial:

- Gran cantidad de productores alrededor del mundo

#### Producción local:

- La elaboración de los productos químicos necesarios es difícil y compleja. La producción local no siempre es factible

### Mantenimiento

- Los químicos deben guardarse en un lugar seco e inaccesible para los niños

### Costo directo

Costo de capital	Costo operativo	Costo de reemplazo
US\$0	US\$12/año <sup>1</sup>	US\$0

Nota: No se incluyen costos de programa, transporte ni capacitación. Las cifras varían según la localización.

<sup>1</sup> Cavill, 2007. Considerando 20 litros/vivienda/día.

### Referencias

Agarwal, K.C., S. K. Gupta, and A. B. Gupta (1999). Development of new low cost defluoridation technology (Kross). *Water science and technology*: 167–173.

Banuchandra, C. and P. Selvapathy (2205). A household defluorodation technique. *TWAD Technical Newsletter*.

Cavill, S. (2007). Appropriate treatment options for high levels of fluoride in groundwater, Naivasha, Kenya. *Dew Point*.

Fawell, J. Kirtley, K. Bailey, and World Health Organization (2006). Fluoride in drinking-water: Chapter 5, Removal of excessive fluoride. *World Health Organization*.

Miller, K. (2007). Defluoridation of drinking water using appropriate sorption technologies. *Proceedings of the Water Environment Federation*, no. 8: 9245–9254.

Lyengar L. (2002). Technologies for fluoride removal. *Small Community Water Supplies: Technology, people and partnership*, TP 40, Chapter 22.

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: junio de 2011

## **Apéndice C: Herramientas para la toma de decisiones**

## Contenido

Evaluación a través de matrices .....	C-1
Evaluación a través de matrices con ponderación .....	C-3
Evaluación mediante un ranking .....	C-4

## Herramienta: Evaluación a través de una matriz

### En qué consiste

Este método permite agrupar las diferentes opciones de tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS) en una misma tabla o matriz con el fin de compararlas. Los participantes las evalúan asignándoles unos criterios acordados, utilizando para ello un sistema de calificación para después, calcular sus respectivos resultados. Estos resultados finales indican qué opciones parecen las más recomendables.

### Por qué utilizar este método

La evaluación a través de matrices permite evaluar y comparar diferentes elementos siguiendo los mismos criterios. Además, hace posible calificar preferencias intuitivas desde una perspectiva lógica.

La matriz puede mostrarse en una pizarra para que todos la puedan ver y participar en la evaluación. La naturaleza visual de este método facilita que las distintas opciones sean evaluadas de forma comparativa, incluso por aquellos participantes no familiarizados con las hojas de cálculo.

### Pasos a seguir

1. Acuerden qué tema y qué opciones van a discutir. Por ejemplo, “¿qué tipo de tecnología para el tratamiento del agua vamos a intentar promover en nuestra comunidad?”. Dibujen o escriban cada una de las opciones en una tarjeta diferente. Estas serán las tarjetas de opciones.
2. Acuerden los criterios que van a utilizar para evaluar las distintas opciones. Esto dependerá de lo que sea importante para los participantes. Por ejemplo, algunos criterios que pueden utilizarse para priorizar maneras de seleccionar un dispositivo u otro podrían ser: “más económico”, “más fácil de usar”, “mayor cantidad de contaminación eliminada”, “de fácil disponibilidad” y “fácil de mantener”.
3. Creen una matriz (una gran tabla con filas y columnas). El número de columnas tiene que ser el mismo que el de las tarjetas. Añadan una columna más, donde van a escribir los criterios.
4. Coloquen cada tarjeta de opciones encima de una columna. Dejen la última columna libre.
5. Escriban los criterios establecidos en la columna que quedó libre, cada uno en una fila, empezando por la segunda desde arriba.
6. Acuerden el sistema de calificación que van a emplear. Por ejemplo, del 1 al 10, donde 1 es muy bajo y 10 es muy alto.
7. Califiquen cada opción según los diferentes criterios. Los participantes pueden emplear frijoles o piedras, o bien, apuntar sus calificaciones para cada criterio. Escriban la calificación total debajo de cada opción, en la fila del criterio correspondiente. Dar la misma calificación a diferentes opciones no supone ningún problema.
8. Sumen las calificaciones de las distintas opciones.
9. Cuando terminen la matriz, anime al resto de participantes a discutir qué es lo que se muestra en ella. Comenten si es realista, si deberían seguir evaluándola o si es necesaria la valoración de un experto. En algunas ocasiones, el grupo no aceptará los resultados, pero estos pueden ser de gran ayuda para mejorar o repetir la toma de decisiones.

**Observaciones para el capacitador**

- La selección de los criterios de evaluación es una parte muy importante del proceso. Ayude a los participantes a sopesar y acordar qué criterios van a utilizar. Proporcióneles el tiempo suficiente para esta parte del proceso.
- El uso de frijoles o piedras para “votar” permite que los participantes realicen cambios fácilmente durante la valoración de las distintas opciones. Además, indica de forma visual cuáles son las calificaciones.
- Se pueden combinar diferentes opciones de TANDAS con el fin de crear el tratamiento más efectivo desde un enfoque de barreras múltiples. La matriz puede incluir una combinación de varias tecnologías. Por ejemplo, el tratamiento con filtro de bioarena seguido de una desinfección solar, o la sedimentación complementada con la utilización de un filtro de cerámica.

(Fuente: International HIV/AIDS Alliance, 2006)

## Evaluación a través de matrices con ponderación

### En qué consiste

Este método es una versión de la evaluación a través de matrices. A cada criterio se le asignan una ponderación, acordadas previamente por los participantes, con el fin de tener en cuenta la importancia relativa que tienen entre sí. Esto ayuda a dar prioridad a determinadas opciones, siguiendo los criterios que los participantes consideren más importantes.

### Por qué utilizar este método

La evaluación a través de matrices con ponderación resulta muy útil cuando hay muchos criterios y algunos son más importantes que otros. En el caso de haber sólo tres o cuatro criterios establecidos, de importancia similar, el método de la matriz simple puede resultar más útil.

### Pasos a seguir

Hay al menos dos maneras de utilizar este método, que se utiliza después de seguir los pasos mencionados previamente en la herramienta de evaluación a través de una matriz.

1. En el caso de que la “votación” se realice a través del uso de frijoles o piedras, es necesario analizar, antes de la “votación”, la importancia relativa de cada criterio con el fin de que el grupo pueda hacerse una idea de los mismos. A los participantes se les dará una cantidad de frijoles que podrán utilizar libremente para marcar las opciones o criterios que consideren importantes.
2. En el caso de que la “votación” se realice a través de una calificación convencional, los grupos tendrán que acordar primero las ponderaciones relativas de cada uno de los criterios. Por ejemplo, un criterio podrá tener una ponderación de 0,2, otro de 0,3 y el último, de 0,5, para llegar a 1,0. Estas ponderaciones se anotarán debajo de criterios correspondientes.

A partir de esta parte, la “votación” procede de forma habitual, sin embargo, las calificaciones de cada criterio tendrán que multiplicarse por las ponderaciones asignadas antes de indicar el total debajo de cada opción. Utilizar una hoja de cálculo y proyectarla a través de una computadora puede facilitar el cálculo.

(Fuente: International HIV/AIDS Alliance, 2006)

## Evaluación mediante un ranking

### En qué consiste

Este método consiste en dibujar una línea y colocar cosas encima de ella, según un orden de preferencia.

### Por qué utilizar este método

Utilizar un ranking ayuda a:

- Visualizar y colocar en el espacio elementos según un orden de preferencia y mostrar las razones de dicho orden.
- Resolver los diferentes problemas y las diversas preocupaciones y prioridades de los participantes.
- Decidir qué problemas son los más serios o los más comunes y establecer por qué.
- Ilustrar la relación entre la información obtenida durante la evaluación.
- Seleccionar tecnologías según los criterios acordados. Por ejemplo, la tecnología que resulta más rentable para una determinada comunidad.

### Pasos a seguir

1. Acuerden qué tecnologías de TANDAS se van a colocar en el ranking.
2. Dibujen o escriban en distintas tarjetas cada uno de los elementos que se van a calificar en el ranking.
3. Acuerden cuál va a ser la primera razón por la que van a utilizar el ranking. Por ejemplo, una primera razón podría ser la efectividad de las opciones desde el punto de vista de los diferentes participantes.
4. Dibujen una línea larga vertical. Escriban una descripción de lo que representa la línea, por ejemplo, la efectividad de diferentes tecnologías. Un extremo de la línea representaría “más efectivo”, mientras que el otro, “menos efectivo”.
5. Analicen cada tarjeta y decidan en qué parte de la línea colocarlas. En el caso de que los participantes estén valorando la efectividad de diferentes tecnologías, la opción más efectiva se colocaría en un extremo y la menos efectiva, en el otro. Las tarjetas valoradas con la misma calificación pueden colocarse al mismo nivel.
6. Repitan el proceso para cada uno de los criterios. Dibujen una línea para cada criterio.
7. Cuando finalicen la actividad, examinen el ranking. Por ejemplo, pueden comparar las posiciones en la línea de los elementos evaluados: si hay opciones que siempre aparecen en la parte alta del ranking, o por el contrario, en la parte inferior. Estas observaciones servirán para ayudar a seleccionar las opciones principales.

(Fuente: International HIV/AIDS Alliance, 2006)

## **Anexo D – Estudios de casos de implementación**

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: Aquatabs

PATH, VIETNAM

---

### Introducción

Durante los últimos años en Vietnam se han dado grandes pasos en concientizar a los hogares sobre los beneficios de tratar el agua a través de la ebullición. A pesar de que la mayoría de los hogares vietnamitas hierven el agua antes de consumirla, hay un amplio segmento de la población que escoge no hacerlo. Esto crea la necesidad de tener otros medios para realizar el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS).

Desde el 2008, PATH, una organización internacional sin ánimo de lucro comprometida con la mejora de la salud global, ha estado trabajando para comprender mejor el entorno de TANDAS en Vietnam y para descubrir como se pueden mejorar tanto la concienciación como el tratamiento del agua a nivel domiciliario. Uno de los componentes de este trabajo es entender mejor la forma en que las empresas comerciales pueden producir, distribuir, y apoyar el uso correcto de TANDAS en poblaciones con unos ingresos bajos.

El trabajo de PATH en esta área ha incluido la investigación e intervenciones selectivas a través de asociaciones con organizaciones públicas y privadas. Investigaciones realizadas entre 2008 y 2010 descubrieron la posibilidad de colaborar de forma pública/privada con Medentech, Zuellig Pharmaceuticals, y con centros médicos de distritos locales (CMD) de la región Delta del río Mekong de Vietnam.

### El Proyecto

Para complementar las prácticas de hervir y eliminar lagunas en el tratamiento del agua, los socios diseñaron un programa piloto para introducir un producto para tratar el agua basado en cloro, Aquatabs, en 4200 hogares en dos distritos de la provincia Can

Tho. El programa buscaba crear un nuevo canal de distribución para Aquatabs haciendo este producto disponible a través de trabajadores de centros de salud (TCS) que trabajan con CMD locales.

Las ventas del producto fueron respaldadas por actividades de generación de demanda como eventos de mercadeo social, mientras se promovía un correcto almacenamiento de agua mediante la distribución gratuita de recipientes para almacenar agua de forma segura a varios hogares de cada distrito.

### Generación de demanda

Si nos basamos en la historia, los minoristas, mayoristas, e incluso los distribuidores no han llevado productos TANDAS a Vietnam porque los habitantes no han expresado que los quieran, y, además, porque no se quieren hacer cargo de educar sobre ellos. Por esto, los fabricantes de TANDAS necesitan hacer que sea "atractivo" lo que no tiene mucho "tirón" (PATH, 2010).

Para ayudar a crear esta demanda, PATH ha utilizado una combinación de actividades de mercadeo social y publicidad en medios de comunicación de masas para promover Aquatabs en hogares pobres y en los que hay niños menores de cinco años.

Los eventos de mercadeo social se realizaron al menos una vez en cada comunidad y fueron dirigidos por TCS del gobierno y supervisadas por los CMD. El gobierno es un socio común en campañas educativas y de compromiso social en Vietnam porque tiene unas conexiones y alcance excelentes, incluyendo la educación sanitaria en clínicas. Además, los consumidores, en especial los vietnamitas de áreas rurales que confían más en líderes e instituciones locales que en extranjeras, tienen depositada su confianza en el Gobierno (PATH, 2010).

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: Aquatabs



Valla publicitaria creada para promover el tratamiento del agua con Aquatabs en Vietnam (Fuente: PATH)

### Suministro de productos y servicios

Aquatabs se fabrica y empaqueta en Irlanda, por la compañía Medentech. Este producto se importa a Vietnam a través del distribuidor regional Zuellig Pharma. Una vez dentro del país, el personal de ventas de CMD y TCS situado en las comunidades lo transporta y almacena.

Así, los TCS, que visitan las comunidades como parte de sus responsabilidades diarias, hacen que los hogares puedan obtener el producto por un precio de 1000 dong vietnamitas por cápsula. Además, los TCS también enseñan a los consumidores la importancia que tiene para la salud el tratamiento del agua y el uso correcto de Aquatabs.

También se descubrió que no todos los hogares tenían unos recipientes de almacenamiento apropiados, por lo que se seleccionaron algunas comunidades que recibieron recipientes de almacenamiento sin ningún coste para comprobar si esto tendría algún impacto en su comprensión y su uso correcto y constante.

### Aumento de la capacidad humana

Para maximizar el impacto del programa piloto, los socios reconocieron la necesidad de capacitar a los TCS ya que juegan un papel crucial en el proyecto de implementación. Así, PATH, Zuellig, y los CMD formaron a 63 TCS a través de talleres de dos días centrados en agua y saneamiento, los beneficios de tratar el agua con Aquatabs, y en habilidades de comunicación interpersonal. Los TCS se

reúnen además con regularidad bajo la supervisión de los socios para discutir sobre las dificultades encontradas, sobre las prácticas más adecuadas en la educación de los hogares, y para recibir un curso de formación adicional.

### Control y Evaluación

Durante el programa piloto, los TCS han recogido información acerca del número de Aquatabs vendidos y la respuesta de los hogares. Estos informes mensuales han sido recopilados y se van a combinar con una encuesta final realizada por Abt Associates a todos los hogares al término del programa piloto. Se analizarán todos los resultados y se harán públicos en 2011.

### Retos Encontrados

Durante la implementación del programa piloto aparecieron varios retos que necesitamos superar.

El primer reto fue la tradicional poca concienciación y demanda de productos como Aquatabs en Vietnam. Este producto y otros del estilo no se conocían muy bien antes de que el proyecto comenzara, por lo que las actividades de generación de demanda promovidas por el programa fueron fundamentales para el éxito de aceptación que tuvo en los hogares.

Además de esto, los productos químicos basados en cloro no son comunes en Vietnam y el sabor y olor que dejan en el agua tratada no es del gusto de los habitantes de los hogares. Medentech ha trabajado duro para desarrollar una versión más ligera del sabor/olor del cloro en el producto, pero todavía se tiene que ver si será aceptado por los consumidores vietnamitas. La gente a menudo asocia Aquatabs en cápsulas con un medicamento y ha expresado su preocupación acerca de sus efectos secundarios a largo plazo. Todos estos problemas se deben seguir tratando mediante una educación apropiada y actividades de mercadeo si se quiere que el producto tenga éxito comercial en el país.

Por último, nos surgieron retos únicos al trabajar con los TCS. A pesar de que estaban totalmente entregados al proyecto, muchos de ellos encontraron difícil sacar el

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: Aquatabs

tiempo suficiente para distribuir Aquatabs puesto que emplean bastante tiempo en las tareas que desempeñan en sus otros trabajos. Por eso fue fundamental desarrollar formas para incorporar esta tarea en su rutina diaria y proporcionarles los incentivos apropiados para priorizar la distribución de Aquatabs. Además, se crearon materiales de ventas y mercadeo para apoyar a los TCS en crear demanda para Aquatabs y educar a los hogares en los beneficios de tratar el agua, aunque no estaban listos al comenzar el programa piloto. Cuando les proporcionaron estas herramientas a los TCS, su respuesta fue que eran recursos de mucho valor para su trabajo en el programa.

### Acerca de los Socios

PATH es una organización internacional sin ánimo de lucro que crea soluciones sostenibles y culturalmente relevantes, permitiendo que comunidades a nivel mundial puedan romper sus arraigados ciclos de pobreza en la salud. Con la colaboración de diversos socios de los sectores públicos y privados, PATH ayuda a proveer tecnologías de salud apropiadas y estrategias vitales que cambian la forma de pensar y actuar de la gente. El trabajo de PATH mejora la salud y el bienestar globales.

Con su sede en Seattle, Washington, PATH tiene oficinas en 31 ciudades en 23 países. Actualmente PATH trabaja en más de 70 países en las áreas de tecnologías de salud, salud materna e infantil, salud reproductiva, vacunas e inmunización, y en enfermedades emergentes y epidemias. El proyecto de Agua Segura de PATH se enfoca en permitir a empresas comerciales producir, distribuir, vender, y mantener la buena calidad en productos TANDAS para poblaciones de ingresos bajos.

Medentech, fabricante de Aquatabs, está comprometido a realizar un impacto global

significativamente positivo en la salud mediante la mejora del acceso al agua potable segura y a la reducción de la contaminación ambiental superficial a través del desarrollo, fabricación y publicidad de soluciones de desinfección rentables. Medentech tiene su oficina central en Wexford, Irlanda, con agentes de distribución en más de 60 países en todo el mundo.

Zuellig Pharma Vietnam Ltd. es el proveedor de servicios multinacional de productos farmacéuticos y de salud más grande en Vietnam. Distribuyen aproximadamente el 20 por ciento, en valor, de todo el mercado farmacéutico en el país y están asociados con más de 30 líderes mundiales.

Los Centros de Medicina Preventiva de distrito (CMPD) en Vinh Thanh y Co Do son organizaciones gubernamentales para la medicina preventiva y salud ambiental en la provincia de Can Tho.

### Apoyo Financiero del Programa

La fundación Bill & Melinda Gates provee apoyo financiero al proyecto de agua segura de PATH. El socio del sector privado, Zuellig Pharma, asumió el coste de la distribución y mercadeo. El gobierno vietnamita pagó los salarios de algunos TCS. Los consumidores pagan el coste íntegro del producto.

### Referencias

Vo Xuan, Hoa. Comunicación Personal. Diciembre 2010.

PATH (2010). PATH (2010). Investigación de Consumo y Mercadeo en Productos para el Tratamiento del Agua en Hogares en Vietnam. Disponible en: [www.path.org/publications/detail.php?i=1796](http://www.path.org/publications/detail.php?i=1796)

### Información adicional

Para el proyecto de agua segura de PATH: [www.path.org/projects/safe\\_water.php](http://www.path.org/projects/safe_water.php)

---

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

Última actualización: Septiembre de 2011

# Estudio de caso de tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Filtros de bioarena

AQUA CLARA INTERNATIONAL

## Introducción

Aqua Clara International (ACI) es una ONG sin ánimo de lucro con oficina principal en EUA, y que trabaja en Kenia. ACI se centra en darles la oportunidad a las distintas comunidades de cubrir sus propias necesidades utilizando un modelo empresarial. El objetivo de ACI es establecer un programa completamente local y sostenible basado en la colaboración entre escuelas, comunidades vecinas y ACI. Todas las entidades colaboradoras trabajan juntas para que la comunidad se familiarice y adopte diferentes técnicas para el tratamiento del agua, como los filtros de bioarena, la recolección de agua de lluvia, la desinfección o huertos domésticos de alto rendimiento.

En 2007, ACI desarrolló un filtro de bioarena usando un recipiente de plástico como vasija para el filtro y desde entonces, ha recibido entrenamiento, seguimiento y soporte de CAWST. Hasta agosto de 2011, ACI ha instalado más de 1.800 filtros de bioarena en Kenia. Actualmente, el proyecto de ACI se centra en dos áreas principales en las comunidades cercanas a los pueblos de Kissi y Eldoret.

## Creación de demanda

ACI proporciona y genera demanda del filtro de bioarena a través de las escuelas, empresarios de desarrollo comunitario (EDC) y promotores de salud comunitaria (PSC). Tanto los EDC como los PSC desempeñan papeles muy importantes, aunque diferentes. El EDC dirige una empresa pequeña de ACI y se encarga del marketing social, la fabricación y la venta de productos de agua, higiene y saneamiento (WASH) a los usuarios. El PSC, por su parte, es responsable de la educación, la supervisión y seguimiento de los usuarios.

Cada empresa pequeña dirigida por un EDC trabaja desde una escuela rural. Las escuelas son seleccionadas a través de un proceso que se inicia con entrevistas organizadas por el encargado de la educación del distrito. Las escuelas interesadas envían un formulario de inscripción a ACI y pasan por un proceso de selección.



Filtro de demostración de ACI en Kisii, Kenia (2011)

ACI selecciona una escuela por sublocalidad y de esta forma los EDC pueden trabajar en diferentes mercados para varios productos de ACI. El primer nivel de los productos de ACI consta de 3 productos WASH: filtros de bioarena, dos tipos de recipientes para almacenar agua de forma segura y recipientes para el lavado de manos.

# Estudio de caso de tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Filtros de bioarena

Las escuelas identifican los EDC y ACI entrevista a cada candidato para seleccionar el mejor individuo para el puesto. Estos no reciben salario, aunque sí reciben una pequeña comisión por cada artículo que sea vendido, así que se encargan del propio éxito de sus negocios.

Los lanzamientos en las escuelas se organizan para promover el negocio local. La escuela invita a las autoridades locales, vecinos, clubes, padres de los estudiantes y demás interesados. El lanzamiento tiene un carácter participativo para involucrar al público y ayudarles a entender cómo funciona el filtro y por qué es tan importante. Este evento también lo utiliza ACI como una manera de respaldar públicamente a los EDC y su trabajo. Los EDC pueden aceptar pedidos de filtros comenzando desde el lanzamiento. Éstos recibirán un incentivo económico si las ventas mensuales superan 5 filtros.

Durante el lanzamiento, el personal de ACI explica cómo funciona el programa, presenta al EDC y a los PSC, a los representantes de la escuela, y explica cómo funciona el filtro de bioarena. Todos los participantes trabajan en grupo en la preparación de la arena y grava para demostrar cómo se instala el filtro.

Las PSC son mujeres que han sido escogidas de entre la comunidad local para ayudar a promover una buena práctica WASH, así como para promocionar los productos a la venta. Uno de los papeles principales de las PSC es hacer visitas de seguimiento entre 30 y 60 días después de la compra de un filtro para revisar los estándares de construcción, el uso que hacen los usuarios del filtro y el almacenamiento seguro del agua. Durante estas visitas, las PSC también dan formación para mejorar las prácticas básicas de higiene y saneamiento.

Algunos de los materiales educativos para esta formación han sido preparados por ACI mientras que otros son suministrados por CAWST y UNICEF.

## Suministro de productos y servicios

El personal de ACI administra el suministro de los materiales para la producción del filtro de bioarena y organiza el transporte de los materiales a las escuelas.

La escuela actúa como una “zona neutral” y una entidad colaboradora para el negocio en la comunidad. Las escuelas suministran lo siguiente:

- Un lugar seguro para los materiales – una zona tranquila y lejos de animales
- Un lugar accesible para que la comunidad pueda asistir a la demostración de productos ACI
- Una programación para el cuidado y mantenimiento de los productos ACI que se utilizan en la escuela
- Representantes de la escuela y de los estudiantes para el Club de Agua e Higiene, quienes se encargan y mantienen los productos ACI
- Ayudas para el Club de Agua e Higiene, como por ejemplo, un salón para reuniones y un representante de la escuela para que monitoree.

El cuerpo del filtro de plástico está disponible a nivel local, y consiste en un recipiente de 75 litros que se usa comúnmente en Kenia para la captación de agua de lluvia y el almacenamiento de agua. La gestión por parte de ACI de la cadena de suministro les permite negociar con los proveedores keniatas de manera que el coste del filtro es lo más bajo posible para el usuario. Esto también ocurre con los recipientes de almacenamiento seguro del agua y los usados para el lavado de manos.

La mayoría de los materiales para los filtros se encuentran en la zona en la que se llevan a cabo los proyectos. Sin embargo, la arena que se utiliza para la filtración se tamiza en una fuente centralizada en Nakuru y se transporta en camiones hasta las zonas de los proyectos. ACI está considerando la posibilidad de lavar la arena de Nakuru para dar un paso más en la mejora del control de calidad.

# Estudio de caso de tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Filtros de bioarena

El precio de los filtros de bioarena es de 1070 chelines keniatas [KES] (US\$12). El costo de los materiales es de 820 KES (US\$9) y el EDC recibe un beneficio de 250 KES (US\$3).

Los recipientes para el almacenamiento seguro del agua se pueden adquirir por 350 KES, de lo que el EDC recibe 20 KES. El 80% de las familias que compran el filtro también compran el recipiente para almacenar el agua.

Los EDC construyen e instalan los filtros. Se les dan las herramientas y los materiales necesarios para los primeros 20 o 25 filtros. A medida que va vendiendo cada filtro, los EDC ingresan 820 KES a una cuenta de suministro de materiales. Cuando los EDC venden el primer pedido de filtros, el dinero obtenido se utiliza para hacer el pedido del próximo lote de filtros.

Los EDC son responsables también de enseñar a los usuarios cómo manejar el filtro, almacenar el agua filtrada de una forma segura y cómo reconocer cuándo es necesario realizar el proceso de revolver y botar (mantenimiento). Los EDC también regresan a las casas de los usuarios para enseñarles cómo llevar a cabo este proceso la primera vez. El contrato de venta entre ACI y los EDC estipula claramente que 50 KES de los 250 KES que les corresponden se dedican a este fin. El usuario se pondrá en contacto con los EDC cuando considere que es necesario realizar la primera tarea de mantenimiento.

Los usuarios deben pagar por el filtro, ayudar a los EDC a lavar la arena para el filtro que compren y transportar los materiales desde la escuela hasta sus casas.

Los promotores de salud comunitaria (PSC) escogidos por ACI ayudan a educar a los usuarios de los filtros, entrenan a los estudiantes en las escuelas y monitorean el uso de los filtros en los domicilios. ACI selecciona a mujeres para el cargo de PSC ya que tienen más acceso a las mujeres en las casas y obtienen respuestas más honestas.

Los criterios para la selección de las PSC son los siguientes:

- Ser residente en la comunidad local
- Tener entusiasmo e interés por la educación WASH en la comunidad
- Capacidad y disposición para visitar domicilios diferentes
- Buen dominio de inglés (escrito y hablado)

Las PSC no son personal de ACI, pero reciben estipendios por realizar actividades específicas del programa, como visitas de seguimiento o sesiones de formación en las escuelas con los Clubes de Agua e Higiene. Cada PSC ayuda a 1 o 2 EDC. El número de visitas que los PSC hacen cada mes depende de la productividad del EDC. Así, existen incentivos económicos para promover el trabajo de los EDC en su área.

Las PSC reciben kits de campo con los siguientes materiales: una regla, un cuaderno, un archivador, un recipiente de 1 litro, un folleto de ACI, 3 juegos PHAST, pósteres de WASH y TANDAS de CAWST, el DVD "Receta para la salud" y un manual del filtro de bioarena de ACI. También se les proporcionan bolsas, camisetas, y cordones para aumentar su credibilidad en la comunidad. Periódicamente se añaden algunos artículos a los componentes de este kit. Adicionalmente, se les dan filtros de bioarena para que entiendan cómo se usan y se mantienen, siendo un ejemplo para la comunidad.

## Procesos de monitoreo y mejora

ACI utiliza a los PSC como su método principal para monitorear los filtros de bioarena. El siguiente es el horario para las visitas de seguimiento:

Primera visita – 1 a 2 meses después de la instalación

Segunda visita – 12 meses después de la instalación

# Estudio de caso de tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Filtros de bioarena

Tercera visita – 24 meses después de la instalación

En las reuniones mensuales, las PSC reciben los pedidos de los EDC del mes anterior. Así se informan de los domicilios que deben visitar el mes siguiente para hacer el seguimiento y llenar el cuestionario que se entrega al personal de ACI. Los promotores reciben 100 KES por cada visita de seguimiento.

La información obtenida con el monitoreo es utilizada por el personal del programa para determinar qué se debe implantar a continuación.

El modelo de ACI es accesible para las personas con menos recursos (con ingresos de menos de US\$ 2 al día). Una encuesta de monitoreo del 2010 indica que los domicilios que hacían uso del filtro de bioarena tenían ingresos menores a los US\$1 por día. Se ha demostrado que si un producto se ha promocionado bien y tiene un buen sistema de distribución, las personas están dispuestas a pagar el precio completo del filtro.

## Capacitación humana

ACI está comprometido a mejorar la formación de su personal y de la comunidad. En ACI comprenden que ésta es una de las mejores maneras de garantizar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Los gestores de los proyectos de ACI han recibido formación de CAWST sobre la Promoción de Salud Comunitaria para WASH y Saneamiento a Bajo Costo para mejorar su conocimiento e implementar sus programas.

Inicialmente, los PSC y EDC participan en un taller de formación de 5 días de duración. El contenido incluye información básica sobre agua, higiene y saneamiento, funcionamiento del filtro, construcción del filtro, operación y mantenimiento del filtro y reparación del filtro. En este taller se hace énfasis en el almacenamiento seguro del

agua al igual que en cómo formar al usuario. Las PSC están formados para hacer pruebas básicas a los filtros y encuestas a los usuarios mientras que los EDC reciben formación básica sobre técnicas de marketing social básicas y mantenimiento de registros. Esto constituye la base para que las PSC y los EDC comiencen a trabajar como parte del proyecto. Además, en cada una de las reuniones mensuales se proporciona formación complementaria.

Los gestores de los proyectos imparten formación de repaso a los EDC cuando se requiere. La información de los programas de monitoreo se utiliza para identificar los problemas comunes y aquellas áreas en las que se requiere más formación.

Las PSC tienen reuniones mensuales y la formación es una parte integral del programa. Se encargan de revisar los planes de lecciones que se van a enseñar en las escuelas en el mes siguiente junto con los gestores de proyectos. Estos últimos también se encargan de impartir cursos de repaso basados en los datos del monitoreo durante las reuniones mensuales.

El EDC se encarga de formar a los usuarios durante la instalación mientras que la PSC lo hace durante las visitas de seguimiento. El EDC ofrece formación relacionada con el mantenimiento del filtro cuando los usuarios lo requieren.

Actualmente, las PSC están enseñando a los usuarios sobre el uso, mantenimiento, almacenamiento seguro del agua, y el lavado de manos en momentos críticos. En este sentido ACI considera que que incluir mejoras en la higiene y técnicas de saneamiento de bajo coste es una buena idea y planea expandir estos contenidos.

Las PSC también están trabajando para mejorar la capacitación de los estudiantes en las escuelas donde los EDC tienen la base de su negocio. Las PSC proporcionan sesiones educativas dos veces al mes con los clubs de Agua e Higiene y los representantes de las escuelas. Esto fortalece la colaboración entre estos, las escuelas y las comunidades locales.

# Estudio de caso de tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Filtros de bioarena

## Financiación del programa

ACI subvenciona el coste del personal, la educación y el seguimiento de los usuarios y las escuelas. Los usuarios pagan el coste del filtro y el recipiente de almacenamiento seguro.

ACI recibe fondos para educación y gestión de proyectos a través de particulares, fundaciones y corporaciones.

## Referencias

Rumppsa, C. Personal communication, August 2011.

Rumppsa, S. Personal communication, August 2011.

## Información adicional

Aqua Clara International:  
<http://aquaclara.org/>

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology  
Calgary, Alberta, Canadá  
Website: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@caust.org](mailto:cawst@caust.org)  
*Wellness through Water... Empowering People Globally*  
Última actualización: Agosto de 2011

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

### Caso de estudio de implementación: filtros de bioarena

#### CLEAR CAMBODIA

### Introducción

Clear Cambodia es una organización no gubernamental (ONG) local, de base religiosa y sin fines de lucro. Su misión es transformar la calidad del agua, el saneamiento y la salud en las comunidades objetivo al hacer la tecnología apropiada y la educación accesibles para todos. Clear separó sus actividades de Hagar Cambodia en 2010 para concentrarse en su propia misión y visión.

Fueron capacitados en un principio por la Bolsa del Samaritano en 1999 y recibieron apoyo de CAWST. Desde noviembre de 2010, han implementado 67.000 filtros de bioarena en el país. En la actualidad, su proyecto consta de cinco equipos que trabajan en cinco provincias (Kampong Thom, Prey Veng, Svay Rieng, Kampong Chhnang y Pursat). Su objetivo para 2010 era instalar 15.600 filtros más.

### Creación de demanda

Por lo general, la gente de Camboya ya está muy concientizada acerca del tratamiento del agua a nivel domiciliario. Esto se logró gracias a los medios masivos de comunicación (por ejemplo, radio y televisión), implementación por parte de las ONG, y colaboración con el gobierno en sus planes comunitarios para el agua, la salud y el saneamiento.

Clear crea conciencia y demanda para los filtros de bioarena mediante reuniones de promoción en las aldeas objetivo. Las reuniones por lo general se llevan a cabo con escuelas y grupos de la comunidad en general. Se reúnen con cada grupo dos veces en la primera etapa (promoción y educación sanitaria) y luego se hacen reuniones de seguimiento después de la instalación de los filtros.

Sus equipos de compromiso con la comunidad y de educación sanitaria usan herramientas y métodos de comunicación



variados, como afiches, panfletos, folletos, videos y presentaciones para llegar a sus audiencias.

Algunos de los materiales de concientización y educación son preparados por los mismos miembros de Clear, y otros les fueron proporcionados por la Bolsa del Samaritano, CAWST y UNICEF.

Los promotores de salud comunitaria, que son elegidos por los líderes de las aldeas, son capacitados para apoyar al personal de Clear en la promoción de los filtros de bioarena y en la educación de sus destinatarios. Ellos reciben al menos un día de capacitación y luego continúan con el personal de Clear por un período de una semana o más, de acuerdo a la necesidad y la situación de la comunidad. Los promotores de salud idóneos pueden ser contratados luego por el programa para llevar a cabo monitoreo y visitas de seguimiento.

Ver a otros experimentar los beneficios también ha sido positivo en la creación de demanda en las aldeas. Clear informa que quienes han visto los beneficios de los filtros quieren lo mismo para ellos, y han enviado solicitudes por escrito de filtros para que sean instalados en sus aldeas también.

Clear tiene gran éxito en la creación de demanda y aprendió que la colaboración con los líderes locales y las reuniones con las comunidades son los puntos cruciales

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Caso de estudio de implementación: filtros de bioarena

de entrada. Las personas por lo general solicitan un filtro cuando entienden, aceptan y valoran la tecnología, y saben por qué se enferman por el agua contaminada. En este momento la demanda supera la capacidad del programa. Hasta la fecha, Clear todavía tiene 150.000 solicitudes de filtros pendientes.

### Provisión de productos y servicios

Clear emplea personal camboyano para fabricar y distribuir filtros de bioarena. Cuentan con equipos que transportan los moldes y herramientas necesarios para fabricar los filtros en los lugares de trabajo temporal de cada aldea. El equipo incluye personal que supervisa la fabricación y lleva a cabo las actividades de compromiso con la comunidad y la educación sanitaria. Trabajan varias semanas en la aldea hasta que la demanda ha sido satisfecha para luego ir a la siguiente.

La mayoría de los materiales de construcción se encuentran de forma local, pero la arena de filtración se transporta en camioneta desde una fuente centralizada en una de las provincias para asegurar el control de calidad.

El costo completo del filtro de bioarena y del recipiente de almacenamiento seguro es de unos US\$60 (incluyendo el transporte, mano de obra y la capacitación). Clear subsidia los filtros para que sean asequibles para quienes no puedan pagarlo todo. El comité de desarrollo de la aldea identifica los hogares más pobres de la aldea, y estos tienen prioridad para recibir los filtros. Clear pide los siguientes requisitos a una familia para obtener el filtro:

1. Contribuir con US\$4 para el pago parcial del costo del filtro
2. Contribuir con mano de obra (por ejemplo, mezclar concreto y lavar arena)
3. Transportar el filtro desde el lugar de construcción en la aldea hasta su casa.
4. Participar en la reunión de promoción del FBA, de promoción de salud e

higiene, y estar presente en las visitas de seguimiento.

Las familias también deben firmar un contrato que los compromete a usar y mantener los filtros de forma correcta. Si luego de dos visitas de seguimiento se observa que el filtro no se utiliza, se saca del hogar y a la familia se le devuelven los US\$4.

Clear también vende filtros de bioarena a familias más adineradas que pueden afrontar el precio total.

### Monitoreo y mejoras

Clear estableció un cronograma de visitas de seguimiento para monitorear los filtros de bioarena:

- 1° visita – 1 mes luego de la instalación.
- 2° visita – 3 meses luego de la instalación.
- 3° visita – 6 meses luego de la instalación.
- 4° visita – 12 meses después de la instalación

El monitoreo es realizado por los promotores de salud comunitaria, quienes completan formularios que son presentados ante el personal de Clear. Desde el 2011, el monitoreo pasó de ser en formularios de papel a formularios electrónicos, y es realizado por el personal. Los promotores de salud comunitaria continuarán con el monitoreo de los filtros más antiguos.

El programa luego utiliza la información provista por el monitoreo para considerar lo que debería implementarse en el siguiente paso.

El programa ha tenido algunas complicaciones en el monitoreo de los filtros que fueron comprados en su precio completo. No pueden monitorear los filtros cuando hay un hogar individual lejos del área del proyecto. Clear sugiere que cuando una familia quiera comprar un filtro, debería agruparse con al menos cinco hogares en la misma área para comprar los filtros. Esto hace que para Clear sea más efectivo en

# **Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro**

## **Caso de estudio de implementación: filtros de bioarena**

cuanto a costos hacer el seguimiento y chequear los filtros.

### **Financiación del programa**

La Bolsa del Samaritano ha financiado de forma completa todo el trabajo de Clear, y además, provee apoyo programático de manera activa.

### **Referencias**

Chee, S. comunicación personal, diciembre 2010.

Heng, K. comunicación personal, julio 2010.

### **Información adicional**

Clear Cambodia: <http://clearcambodia.org>

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology  
Calgary, Alberta, Canadá  
Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: Septiembre 2011

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: filtros de bioarena

### TEARFUND AFGANISTÁN

#### Introducción

Tearfund es una agencia internacional de desarrollo y ayuda que tiene su sede en el Reino Unido. Dicha agencia está trabajando a nivel mundial para terminar con la pobreza y la injusticia y para restablecer la dignidad y la esperanza en algunas de las comunidades más pobres del mundo. Tearfund está en funcionamiento en Afganistán desde 2001.

Tearfund cree firmemente en apoyar el desarrollo de formas de vida sustentables a través de programas de agua, higiene y saneamiento (WASH, por sus siglas en inglés). Están obteniendo éxito con el enfoque basado en la demanda por la implementación de intervenciones WASH en los entornos post-conflictos.

Desde junio de 2011, Tearfund Afganistán ha implementado más de 15.000 filtros de bioarena en 15 distritos en 4 provincias; 7.000 de estos filtros se produjeron y vendieron mediante artesanos locales que fueron entrenados y respaldados por Tearfund.

#### Creación de demanda

Para crear demanda, Tearfund utiliza 2 enfoques participativos en secuencia, Saneamiento Total Liderado por la Comunidad (CLTS según sus siglas en inglés), seguido de la Transformación Participativa para la Higiene y el Saneamiento (PHAST según sus siglas en inglés). CLTS es un enfoque de movilización para "despertar" en la comunidad el deseo de cambiar. CLTS pide explicaciones a la comunidad sobre el medioambiente sucio y hace que la comunidad tome una decisión para detener la defecación al aire libre y construir letrinas.



Ceremonia de apertura del local de filtros de bioarena. Kapisa

Luego de que la comunidad reconozca el papel del saneamiento para una buena salud, Tearfund facilita los métodos PHAST para educar a las comunidades sobre la necesidad de una buena higiene, en particular el lavado de las manos con jabón o ceniza.

Estos dos abordajes de educación y promoción establecen las bases para que los miembros de la comunidad exijan el acceso al agua segura. Los filtros de bioarena se promocionan en áreas donde las personas utilizan los canales abiertos y arroyos que pasan por sus hogares como recurso de agua. Tearfund trabaja con artesanos que comercializan y venden los filtros de bioarena en sus comunidades. Juntos trabajan estrechamente con los Mullahs locales para recibir su aprobación y hacer promoción en las reuniones religiosas. El apoyo de los líderes religiosos es crucial en la mayoría de las comunidades para ganar la aceptación de las nuevas tecnologías e ideas.

Los artesanos inician demostraciones en la comunidad, en escuelas, clínicas y mezquitas. Los artesanos exitosos abrieron además comercios de venta de filtros de bioarena para crear y satisfacer la demanda. Como parte de la promoción inicial, Tearfund invitó a los funcionarios del gobierno así como a los líderes religiosos y

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: filtros de bioarena

### TEARFUND AFGANISTÁN

de la comunidad a apoyar al comercio en una gran ceremonia de apertura. En algunos casos, también se invita a los medios televisivos, radiales y escritos para darle al negocio publicidad y credibilidad adicionales.

Mientras los artesanos promocionan los productos localmente, Tearfund ha invertido en una campaña de mercadeo a gran escala para los filtros de bioarena, anunciándolos en vallas publicitarias, televisión, radio y folletos. Antes de implementar los filtros de bioarena, Tearfund ya había utilizado la radiodifusión para concientizar sobre las prácticas de buena higiene y temas de desarrollo comunitario, y utilizaron esto como base para desarrollar su campaña para los filtros de bioarena. El enfoque de mercadeo social ha sido exitoso en la concientización sobre la tecnología y en la creación de demanda.

El apoyo del gobierno a los filtros de bioarena ha sido esencial para la implementación y la expansión de los proyectos. Tearfund presionó al Ministerio de Rehabilitación y Desarrollo Rurales (MRRD, por sus siglas en inglés) para enmendar la Política Nacional de WASH para incluir el filtro de bioarena como una opción WASH apropiada en Afganistán.

#### Suministro de productos y servicios

El personal de Tearfund es responsable de la campaña de mercadeo, iniciativas de educación y herramientas que acompañan el proyecto de los filtros de bioarena.

Los artesanos locales son seleccionados junto con el gobierno local y las comisiones de desarrollo de la comunidad para manejar los negocios de los filtros de bioarena. Tearfund les proporciona a los artesanos:

- Entrenamiento para la producción, la instalación y el monitoreo de filtros
- Materiales para la promoción y el mercadeo
- Moldes de acero
- Respaldo regular a través de visitas de monitoreo junto al personal de Tearfund
- Capacitación según sea necesario.

Los artesanos utilizan entre 1 y 2 moldes como parte de su negocio de filtros. Al principio, en aquellas áreas donde el filtro de bioarena era desconocido por la comunidad, Tearfund donó filtros para domicilios seleccionados a fin de ayudar a crear la demanda y, luego de un período de tiempo, el precio de venta al público del filtro se cargó a otros domicilios.

Se firmó un memorándum de entendimiento con los artesanos en el que se fijó el precio de venta al público del filtro en US\$6, con US\$2 de ganancia para el artesano. Durante los últimos tres años el precio aumentó a US\$22, con US\$9 de ganancia. El ajuste del precio refleja la buena disposición y la capacidad de pago de los miembros de la comunidad. El costo total del filtro de bioarena es de alrededor de US\$30 (con los materiales, mano de obra, formación y mercadeo incluidos).

Los artesanos preparan la arena y grava de filtración, además de producir la caja del filtro de concreto. Para asegurar y mantener la calidad de los filtros, el personal de Tearfund trabaja de cerca con los artesanos con el objeto de capacitarlos en todas las etapas de la producción a través de la capacitación a los usuarios finales.

#### Monitoreo y mejora

Durante la fase de implementación, el personal de Tearfund realiza visitas a domicilio para monitorear el proyecto. También les proporcionan a los artesanos formularios de monitoreo y seguimiento para que cuenten con las herramientas y así puedan supervisar sus negocios. No se les pide a los artesanos que informen a Tearfund de los resultados del monitoreo diarios de sus negocios. Las visitas de monitoreo con el personal de Tearfund ayudan a los artesanos a identificar problemas y a tomar medidas correctivas inmediatas.

Los Grupos Comunitarios de Agua también están comprometidos a brindar ayuda para el monitoreo de los proyectos de filtros de bioarena. Los grupos son capacitados por

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: filtros de bioarena

### TEARFUND AFGANISTÁN

Tearfund para dirigir diferentes aspectos de WASH en la comunidad, entre ellos el conocimiento de los filtros de bioarena y la resolución de problemas básica. La participación en el grupo es voluntaria.

Mientras que la fase de promoción e implementación directa de Tearfund se ha completado en algunos distritos, la organización permanece allí para otros proyectos. Esta presencia les permite hacer tareas de monitoreo periódicas de proyectos anteriores y recibir comentarios de otros actores; sin embargo, el monitoreo tras la conclusión de un proyecto sigue constituyendo un desafío. No hay nadie responsable del monitoreo regular ni de las actividades de seguimiento.

Tearfund ve mejoras significativas en la salud y el bienestar de las comunidades en la provincia de Kapisa. Las calidades de vida de los artesanos de los filtros y sus familias han mejorado. Las clínicas de salud del distrito en las comunidades objetivo informaron una reducción del 61% en las enfermedades relacionadas con el agua desde que comenzaron los proyectos.

#### Formación de capacidad humana

Un componente esencial del programa de Tearfund es la capacitación de las personas involucradas en el proyecto. Originalmente fueron capacitadas en la implementación de los filtros de bioarena por *BushProof*. Desde entonces, CAWST y la *Danish Committee for Aid to Afghan Refugees* (DACCAR) continúan proporcionando capacitación y apoyo complementario adicionales al personal de Tearfund.

Inicialmente, los artesanos reciben una capacitación de 5 días para la construcción, la instalación, el funcionamiento, el mantenimiento y la resolución de problemas de los filtros de bioarena. Tearfund también brinda capacitación a los Grupos Comunitarios de Agua y realiza visitas de monitoreo junto con los artesanos y los miembros de los Grupos de Agua. También se dictan cursos de actualización

si Tearfund identifica necesidades diferentes.

Los artesanos dictan la capacitación inicial a los usuarios y son el recurso para los problemas que los usuarios puedan enfrentar. Los miembros del Grupo Comunitario de Agua también brindan apoyo regular para los usuarios en la comunidad.

Tearfund permanece activo en los distritos objetivo. Los artesanos los llaman periódicamente en busca de apoyo.

Tearfund informa que "la gran demanda por los filtros en la provincia de Kapisa despertó el interés de otros técnicos para recibir entrenamiento sobre su fabricación". A fin de satisfacer la demanda, Tearfund colaboró con UNICEF, DACAAR y CAWST para proporcionar una capacitación técnica sobre filtros de bioarena a otros artesanos.

#### Financiamiento del programa

Las actividades WASH de Tearfund Afganistán son financiadas a través de una gran variedad de fuentes que incluyen al UK Departamento de Desarrollo Internacional (DFID), *Bureau for Population, Refugees and Migration* (BPRM), UNICEF, Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI), y fondos fiduciarios.

La financiación por parte de la comunidad internacional para las actividades de ayuda y desarrollo en Afganistán se ve reducida a medida que se retira del país. Tearfund alberga la esperanza de que el enfoque basado en la demanda le permita la expansión gradual permanente de los filtros de bioarena. Mientras tanto, continúa la búsqueda de otras formas de financiación institucional para continuar con sus trabajos en Afganistán.

#### Referencias

Alemu, D. comunicación personal. Agosto 2011.

Burt, M.J. comunicación personal. Agosto 2011.

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: filtros de bioarena

### TEARFUND AFGANISTÁN

Burt, M.J. *Effective Emergency WASH Response Using Demand-Led Methods: Case Study from Afghanistan*. 35 Conferencia Internacional de WEDC, Loughborough, RRUU, 2011.

Greaves, F. comunicación personal. Agosto 2011.

Tearfund (2009) *DFID WASH Interim Report 2: Capacity building to improve humanitarian action in the water sanitation and hygiene (WASH) sector*. Documento no publicado. Teddington, RRUU: Tearfund.

#### Más información

Tearfund: [www.tearfund.org](http://www.tearfund.org)

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

*Wellness through Water.... Empowering People Globally*

Última actualización: Agosto de 2011

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Estudio de caso de implementación: filtros de cerámica tipo olla RESOURCE DEVELOPMENT INTERNATIONAL (RDI), CAMBOYA

### Introducción

Resource Development International (RDI) – Camboya es una ONG internacional establecida en los Estados Unidos. Ha implementado diversos proyectos con el fin de proporcionar agua potable a los habitantes de las zonas rurales de Camboya. Entre los proyectos se encuentran el tratamiento de agua a nivel domiciliario, la investigación y pruebas de arsénico, captación de agua de lluvia, el suministro de agua y el saneamiento.

Desde el 2003 RDI fabrica y distribuye en Camboya filtros de cerámica tipo olla, denominados Purificadores Cerámicos de Agua. En un comienzo, el programa avanzó a escala pequeña a medida que se desarrollaban las técnicas de producción. Con el transcurso del tiempo RDI se expandió y en 2007 llegaron a distribuirse 24.000 filtros a distintos hogares. En total, se han distribuido aproximadamente 60.000 filtros en toda Camboya y en el exterior.



### Creación de la demanda

RDI sostiene que la educación de los usuarios es uno de los aspectos más importantes del programa de implementación de filtros de cerámica. Las investigaciones realizadas en el marco del programa confirman que existen mayores

probabilidades de que los filtros se utilicen en hogares en los que ya se tienen conocimientos sobre el agua segura, el saneamiento y las prácticas de higiene.

RDI ha desarrollado un programa de educación extensivo que vincula la distribución de filtros con otros programas (como cisternas en las escuelas y el lavado de manos). La organización crea sus propios materiales educativos, tales como folletos informativos junto con filtros, pósteres, pizarras y videos.

Se han elaborado mensajes clave que se refuerzan consistentemente a los lugareños, los miembros de la comunidad y los distribuidores con el fin de garantizar el uso correcto de los filtros y de que se implementen y se lleven a cabo las prácticas de mantenimiento.

RDI también descubrió que el apoyo de los dirigentes de las poblaciones es muy importante con respecto a la aceptación y acogida de estas prácticas. A los dirigentes se les involucra en reuniones para tratar la importancia del agua potable segura y los filtros de cerámica. Por lo general, los filtros se entregan a los dirigentes, lo que les permite probarlos, entender cómo funcionan y hacer preguntas. RDI descubrió que esto aumenta la demanda por el filtro y brinda la oportunidad de presentarlo en la comunidad. Si se convence al dirigente, se le da unos 10 filtros de cerámica para que los venda a los miembros de la comunidad en su propio beneficio.

RDI también selecciona escuelas para llevar a cabo proyectos educativos y promocionar los filtros de agua de cerámica. Los docentes (así como los dirigentes) son considerados miembros respetados de la comunidad con una educación y saberes reconocidos, lo cual otorga credibilidad a los filtros.

Las escuelas reciben sin costo alguno dos filtros de agua por cada aula. RDI establece acuerdos con las escuelas con el fin de dejar en claro la función de la escuela en el

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Estudio de caso de implementación: filtros de cerámica tipo olla

mantenimiento de los filtros de agua de cerámica y, también de otras instalaciones de agua, saneamiento e higiene provistas.

Los docentes son los responsables de mantener los filtros en las aulas. Se les capacita sobre el agua potable segura, la fabricación, el uso y el mantenimiento de los filtros. RDI también les da a todos los docentes un filtro para su uso doméstico y realiza una visita de seguimiento en sus hogares. A su vez, a los docentes también se les da la oportunidad de convertirse en distribuidores de los filtros.

Con una presentación de marionetas, el equipo educativo de RDI enseña hasta a 50 alumnos a la vez sobre salud, higiene y agua potable segura. A los estudiantes se les dan botellas de agua de forma gratuita con el fin de incentivar el consumo de agua segura.

## Suministro de productos y servicios

Durante los 12 meses previos al lanzamiento del primer filtro, RDI desarrolló los requisitos iniciales del producto, el proceso de producción y las indicaciones de mantenimiento.



RDI maneja por sí mismo una fábrica en el distrito de Kien Svay en la provincia de Kandal donde se contrata personal local capacitado y se le paga por hora. El costo de producción de un filtro de cerámica es de US\$7.

RDI utiliza diversos métodos para asegurarse de que los miembros de la

comunidad puedan acceder a los filtros después de que son producidos. Se organizan ventas directas de fábrica para los usuarios de la provincia de Kandal, distintas ONGs y los organismos gubernamentales de Camboya.

Además, en las provincias de Kandal y Siem Riep operan 26 comerciantes minoristas y un distribuidor con la política de recuperación total de los costos más ganancias adicionales, lo cual representa un tercio del total de las ventas. El costo minorista para los usuarios es de US\$8 y el costo de reemplazar un componente del filtro es de US\$2,50. Otras ventas son dirigidas a la comunidad usando equipos móviles de educación y mercadeo. Con estas distintas estrategias de distribución, RDI puede vender cerca de 23.000 filtros al año y recuperar el total de los costos.

Asimismo, se distribuye una cantidad relativamente menor de filtros a costos subvencionados a las poblaciones que participan en los programas dirigidos por ONGs en la provincia de Kandal. Los filtros subvencionados están dirigidos a los hogares con menos recursos y los costos varían desde US\$1 a US\$7.

Un estudio sobre los filtros de RDI llevado a cabo por Brown et al. (2007) reveló que la inversión, a todo nivel, de la unidad doméstica se asocia con el uso continuo del filtro y la entrega del filtro de forma gratuita. Otras ONGs y organismos gubernamentales que compran filtros a RDI y los distribuyen de forma gratuita podrían afectar de forma negativa el mercado comercial creado por RDI.

RDI sostiene que los filtros no son productos pasivos; los usuarios deben ocuparse de su gestión y mantenimiento de forma continua. Por lo tanto, es crucial que a los hogares se les proporcionen los servicios de mantenimiento necesarios para el uso correcto y prolongado de los filtros de cerámica. Los puntos clave que forman parte de las estrategias de distribución de RDI son:

- Asegurarse de que se dé a los distribuidores una capacitación idónea y los materiales educativos a largo y a

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Estudio de caso de implementación: filtros de cerámica tipo olla

corto plazo, de modo que estos sean capaces de explicar los requisitos de funcionamiento y mantenimiento, de ofrecer un servicio continuo a los consumidores (por ej, cómo responder preguntas acerca del filtro)

- Que el distribuidor tenga acceso al material educativo y didáctico para brindarle al usuario final y así asegurar el mantenimiento correcto a largo plazo.
- Es importante establecer una relación continua entre el distribuidor y la comunidad para generar un punto de contacto en caso de posibles reemplazos del filtro, compras o servicios de soporte.

## Monitoreo y mejoras

RDI dispone de un programa de monitoreo para asegurarse de que se produzcan filtros de excelente calidad. Se llevan a cabo pruebas de flujo en todos los filtros para garantizar que respeten el margen de tolerancia. En todas las etapas de producción se examinan los componentes del filtro en busca de fisuras u otros defectos y, si no cumplen con los requisitos, se descartan del proceso. En cada filtro se estampa la fecha, el número de serie y el nombre del fabricante.



Además, RDI realiza un seguimiento de los filtros vendidos, se acerca a las comunidades y hace pruebas en estos para garantizar su correcto funcionamiento.

El método educativo y de producción se ha venido desarrollando por más de 3 años y está bajo un proceso continuo de revisión y

mejoras. Actualmente, RDI está analizando la fuente de combustible de los hornos y probando las cascarillas de arroz comprimidas como una fuente más sostenible.

Asimismo, RDI es la mayor autoridad en el análisis de calidad de agua en Camboya. Ofrece servicios de análisis de calidad del agua potable a muchas ONGs y empresas, además de instalaciones de laboratorios y personal capacitado para investigaciones conjuntas en universidades internacionales. Esta experiencia y la trayectoria de RDI consolidan su capacidad para analizar, investigar y seguir desarrollando tecnologías de filtro de agua de cerámica.

RDI está abierto a compartir sus conocimientos y sus prácticas con quienes deseen implementarlas. Con el apoyo de Ingenieros Sin Fronteras Australia (EWB Australia), se lanzó el manual de producción del filtro de agua de cerámica de RDI. Este documento contiene información sobre cómo educar, producir y distribuir filtros de cerámica para quienes estén interesados en establecer fábricas en comunidades nuevas.

RDI también ha participado de forma activa en evaluaciones externas realizadas y publicadas por el Programa de Abastecimiento de Agua y Saneamiento en Camboya.

## Financiamiento del programa

El financiamiento de las actividades del programa de RDI está en manos de particulares y donantes. Por otro lado, parte de los costos se cubren con las ventas directas a usuarios, ONGs y organismos gubernamentales de Camboya.

RDI también incentiva a los voluntarios internacionales a que visiten y apoyen al personal camboyano.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Estudio de caso de implementación: filtros de cerámica tipo olla

## Referencias

Brown J, Sobsey M y Proum S (2007). Improving Household Drinking Water Quality: Use of Ceramic Water Filters in Cambodia. Anotación de campo, Programa de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. Oficina en el país de Camboya, Nom Pen, Camboya. Disponible en: [www.wsp.org](http://www.wsp.org)

Hagan JM, Harley N, Pointing D, Sampson M, Smith K y Soam V (2009). Ceramic Water Filter Handbook, Version 1.1. Resource Development International, Nom Pen, Camboya. Disponible en: [www.rdic.org/waterceramicfiltration.htm](http://www.rdic.org/waterceramicfiltration.htm)

## Más información

RDI-Cambodia: [www.rdic.org](http://www.rdic.org)

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: septiembre de 2011

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro Estudio de caso de implementación: Filtros de cerámica

THRIST-AID INTERNACIONAL, MYANMAR

---

### Introducción

Thirst-Aid Internacional es una ONG con sede en Estados Unidos. Su foco principal es la prevención de enfermedades transmitidas por el agua que resultan en morbilidad diarreica y muerte, particularmente en niños menores de cinco años. Thirst-Aid promueve la educación y el conocimiento como herramientas principales para intervenciones de agua segura, inspirando el avance hacia la mejora de la calidad del agua que proviene del interior de las comunidades antes de la introducción de tecnologías del tratamiento de agua a nivel domiciliario.

Thirst-Aid ha estado implementando filtros de cerámica en Myanmar desde 2004. Su proyecto actual comenzó en febrero de 2006 y han distribuido aproximadamente 200.000 filtros en el país proveyendo a cerca de un millón de personas con agua potable segura. Ellos también han respondido en situaciones de emergencia, como proveer filtros luego del tsunami de 2005 que afectó el sur de Tailandia y el ciclón de 2008 en Myanmar. Thirst-Aid planea aumentar el tamaño de su proyecto, llegando a un adicional de 14 millones de personas en Myanmar.

Además de implementar ellos mismos los filtros de cerámica, Thirst-Aid está trabajando con el sector privado para crear un mercado. Han establecido fábricas de filtros de cerámica en el país, quienes a la larga llegan a ser fabricantes comerciales independientes. Su trabajo es apoyar el desarrollo del sector privado ayudando a construir capacidad y facultando personas locales.

### Creación de demanda

Thirst-Aid crea demanda para el agua potable segura promoviendo la educación y el conocimiento como capital de inversión. Ellos basan su enfoque en el supuesto que las personas educadas no toman

voluntariamente agua contaminada, mucho menos se la dan a sus niños.

Ellos utilizan campañas de marketing que apuntan a la población que pueda pagar filtros de cerámica.

Hay dos modelos de filtros, uno para la clase media y uno para los trabajadores pobres.

El personal de Thirst-Aid lleva a cabo un proceso de concientización y educación con una variedad de público objetivo, incluyendo grupos de mujeres, escuelas, monasterios, orfanatos, organizaciones comunitarias, ONGs nacionales e internacionales. Ellos se reúnen con los diferentes grupos y les dan seguimiento tantas veces sean necesarias.

Su personal usa una variedad de herramientas educativas y métodos de comunicación incluyendo paneles, pósteres, juegos, rotafolios, prácticas y videos. Thirst-Aid desarrolló la mayoría de sus materiales educativos con contribuciones de UNICEF. El gobierno apoya el programa a través de la aprobación de los materiales educativos antes de su uso.

Thirst-Aid provee la aceptación del compromiso de la comunidad a través de la emisión de Certificados de Conocimiento una vez terminado satisfactoriamente su programa educacional. Estos certificados sirven como moneda de curso legal que luego pueden ser usados para la compra de tecnologías para el tratamiento del agua a nivel domiciliario.

Thirst-Aid hace hincapié en que para crear demanda, los filtros no deberían ser vistos como un producto regalado para los pobres. Deberían comercializarse como un producto deseable, fácil de usar y efectivo para todos aquellos que necesiten agua mejorada.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: Filtros de cerámica

THRIST-AID INTERNACIONAL, MYANMAR

### Suministrar servicios y productos

Thirst-Aid comenzó primero con su propia fábrica de filtros de cerámica que empleó personal local para fabricar filtros para la distribución a través de las ONGs internacionales más grandes.

Thirst-Aid ha establecido ya ocho fábricas de filtros de cerámica en Myanmar. Una vez que estén funcionando a plena capacidad, las instalaciones son entregadas a las personas locales como proyectos que generan ingresos.

Le ha llevado al menos dos años a Thirst-Aid de entrenamiento y apoyo para asegurarse de que los fabricantes entiendan verdaderamente el proceso completo y que la calidad, producción y la comercialización puedan ser sostenidos. Basada en su experiencia, Thirst-Aid recomienda que los nuevos implementadores no comiencen con la producción de filtros de cerámica a menos que estén dispuestos a mantener una presencia prolongada y estén seguros de un mercado sostenible.

Las unidades se venden en entre US\$8 y \$19 dependiendo del recipiente, la distancia de la fábrica y el fabricante. Actualmente, los filtros son vendidos a ONGs internacionales, quienes tienen sus propios objetivos y métodos de distribución. Ellos no han acordado una norma común.

Mientras algunas ONGs distribuyen filtros totalmente subsidiados a hogares, Thirst-Aid promueve que se vean como un producto comercial y no como algo que a la gente se le debe dar, o que se le dará. Thirst-Aid prevé que el mayor obstáculo será la entrega de los filtros de la ONGs sin requerir que los usuarios inviertan de alguna forma. Es difícil para Thirst-Aid promover y comercializar filtros a través del sector privado si en los hogares se cree que es un producto para pobres y que si esperan lo suficiente podrían recibir uno gratis.

### Monitoreo y mejora

Thirst-Aid posee un programa de monitoreo para asegurar el control de calidad de su proceso de producción de filtros.

La mayoría de los filtros actualmente en uso fueron distribuidos por las ONGs en respuesta al ciclón Nargis, y puesto que el financiamiento destinado a este desastre ya ha sido usado, existe actualmente poco seguimiento o monitoreo que está siendo llevado a cabo por cualquier organización además de Thirst-Aid.

Thirst-Aid también apoya las mejoras continuas de programas de implementación en la región. Con apoyo de UNICEF, organizaron la “Cumbre Myanmar de filtros de agua de cerámica, evaluación post-Nargis – lecciones aprendidas” en la que participaron 13 organizaciones internacionales incluyendo varias de Camboya y Tailandia.

### Financiación del programa

El componente educativo de Thirst-Aid asume aproximadamente el 75% de los recursos de la implementación de su proyecto, tanto en términos de dinero como de tiempo. Thirst-Aid recomienda que otros implementadores deberían estar dispuestos a invertir tanto en educación y capacitación como lo hacen en tecnología. La financiación para las actividades de concientización y educación de Thirst-Aid es proporcionada por donantes y asociados, incluyendo UNICEF.

La mayoría de los fabricantes del sector privado ya han recuperado sus costos (incluyendo promoción, producción, distribución y seguimiento) y tienen un sistema de precios que hace posible que obtengan una ganancia suficiente.

### Referencias

Bradner, C. Comunicación personal, julio 2010.

### Para obtener más información

Thirst-Aid: [www.thirst-aid.org](http://www.thirst-aid.org)

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización :Septiembre 2011

## Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro Estudio de caso de implementación: Cloro Air RahMat

AMAN TIRTA, INDONESIA

---

### Introducción

Aman Tirta es una sociedad entre el sector público y privado que se creó con el fin de producir, promocionar y distribuir una solución de cloro líquido denominado Air RahMat y el almacenamiento seguro del agua en Indonesia. En un afán por promocionar el agua segura, Aman Tirta ha trabajado con el gobierno de Indonesia para mejorar su política y ha posibilitado que en el seno político se plantee el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS) en dicho país.

El programa está constituido por los siguientes socios:

- John Hopkins Bloomberg School of Public Health/Centre for Communication Programs: se ocupa de la gestión general del programa, comunicación e intervenciones para lograr cambios de comportamiento
- CARE International (ONG): se encarga de la participación de la comunidad
- Lowe Worldwide: se ocupa del marketing y la promoción del producto
- PT Tanshia Consumer Products: se ocupa de la producción, la distribución, el marketing y el desarrollo del producto
- PT Ultra Salur: distribuidor exclusivo
- Locales minoristas: se encargan de los puntos de venta de todo el país



**Air Rahmat, Indonesia**  
(Fuente: Tirta/JHUCCP)

El programa sigue dos enfoques para aumentar el acceso al agua segura:

1. **Estimular el sector comercial** para producir, distribuir y comercializar un producto que vuelve el agua apta para su consumo mediante un proceso de desinfección y un almacenamiento seguro y adecuado en el punto de uso a precios accesibles a nivel nacional; y
2. **Generar demanda** por medio de un programa estratégico de cambios de comportamiento que promueven eficazmente y posicionan el producto en el mercado y maximizan las conexiones con las ONGs de Indonesia con el fin de aumentar su adopción.

Aman Tirta ha estado trabajando muy de cerca con la empresa privada PT Tanshia en la preparación del traspaso definitivo del programa a manos de la empresa tras finalizar el proyecto.

### Creación de la demanda

Air RahMat está pensado para madres con ingresos bajos o medios y que tienen niños menores de cinco años. La promoción y la venta de Air RahMat se implementaron con un enfoque por etapas en distintos lugares de toda Indonesia en el transcurso de varios años, empezando por el lanzamiento del producto en Yakarta en 2005.

El objetivo de la estrategia de marketing y comunicación es que la gente tome conciencia y pruebe Air RahMat. Presenta a Air RahMat como una opción accesible y fácil de usar patrocinada por el Ministerio de Salud para el consumo de agua potable. Los materiales educativos y los métodos de comunicación incluyeron pósteres, folletos, anuncios publicitarios por radio y televisión, y camiones de demostración que ofrecen muestras de agua gratuitas.

Asimismo, una sólida movilización comunitaria dirigida por las ONGs locales jugó un papel activo muy importante a la hora de concientizar y educar sobre el consumo de agua potable segura. Esto se logró mediante el boca a boca, el diálogo y la acción comunitaria. También se recurrió a

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro

## Estudio de caso de implementación: Cloro Air RahMat

“presentaciones itinerantes” con muestras en todo el país. En estas presentaciones se proporcionó información, se realizaron cuestionarios, juegos, se ofrecieron muestras de agua, y se entablaron diálogos y relaciones entre los miembros de la comunidad.

Aman Tirta también trabajó con instituciones gubernamentales en las áreas de salud y educación con el fin de expandir su cobertura.

Las investigaciones y la observación de las tendencias publicitarias y de ventas en un principio mostraron la eficacia del programa respecto a la aceptación del producto, sin que esto signifique necesariamente que la gente lo comprase. Como resultado, se realizaron cambios en la estrategia publicitaria con el fin de dirigirse de forma más selectiva a la audiencia de madres (por ejemplo, publicitar en revistas sensacionalistas pensadas para mujeres), hacer hincapié en la credibilidad de los anuncios y las características del producto y aumentar la cantidad de equipos móviles con muestras para que la gente pudiera probar el agua. Las ventas aumentaron en el cuarto año del programa tras estos cambios y otras iniciativas.

### Suministro de productos y servicios

El producto de cloro se desarrolló originalmente como parte del programa del Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y el Sistema de Agua Potable (SWS), que permite tanto la desinfección como un almacenamiento seguro.

PT Tanshia es la empresa responsable de la fabricación y el embotellamiento de Air RahMat en Indonesia. El producto se distribuye de forma extensiva por medio de locales minoristas tradicionales (por ejemplo, tiendas y kioscos) y locales no tradicionales (por ejemplo, organizaciones comunitarias), ONGs, organizaciones de microcréditos y voluntarios de salud comunitaria. La distribución está a cargo de la empresa privada PT Ultra Salur.

Gracias a los esfuerzos de Aman Tirta por expandir el mercado, el número de locales minoristas que vendía Air RahMat aumentó de

8.500 a más de 15.000 en el cuarto año del proyecto.

Air RahMat se vende en botellas de 100 ml, esto alcanza para tratar 660 litros de agua o la cantidad promedio que se utiliza en un hogar en un mes. La botella se vende a 5.000 rupias (alrededor de 0,50 USD). En 2008, \$597.511 se invirtieron en el programa. Ese mismo año se vendieron 71.000 botellas y 548.000 sobres de Air RahMat. PT Tanshia también desarrolló un sobre de un solo uso de 3 ml que se introdujo en el mercado en 2008.

### Control y mejoras

PT Tanshia, el fabricante del producto, estableció un laboratorio en el lugar para colaborar con el control de calidad, las investigaciones y el desarrollo del producto.

Durante la realización del proyecto, se llevó a cabo un estudio sobre el impacto en la economía y la salud. Este reveló que las actividades del proyecto influyeron de forma positiva en la actitud de la gente hacia la cloración y su elección de utilizar Air RahMat. También mostró un impacto en la salud, se observó una reducción del 50% en la incidencia de la diarrea, el almacenamiento más seguro de agua potable en aquellos hogares en los que se utilizó Air RahMat y la compra de contenedores para el almacenamiento seguro del agua.

Este ritmo de ventas más lento de lo esperado indicó que el cambio de comportamiento respecto del tratamiento de agua a nivel domiciliario puede ser más lento que lo anticipado.

### Financiamiento del programa

El Organismo de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) financió el programa de 6 años de duración que se llevó a cabo desde 2004 a 2010.

### Referencias

Programa Aman Tirta: [www.airrahmat-indonesia.com](http://www.airrahmat-indonesia.com)

John Hopkins University: [www.jhuccp.org/node/755](http://www.jhuccp.org/node/755)

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology  
Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

*Wellness through Water.... Empowering People Globally*

Última actualización septiembre de 2010

## Estudio de caso de implementación del tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Cloro *Piyush* LA ORGANIZACIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD PÚBLICA (ENPHO, SIGLAS EN INGLÉS), NEPAL.

### Introducción

ENPHO, una organización fundada en 1990, es una de las principales ONGs indígenas en Nepal. Contribuye al desarrollo sostenible de la comunidad a través del desarrollo, demostración y divulgación de tecnologías adecuadas tales como distintas posibilidades TANDAS (por ejemplo, cloro, SODIS, filtros de cerámica, filtros de bioarena y reducción de los niveles de arsénico) y tecnologías de saneamiento.

En 1994, ENPHO dio respuesta a una epidemia de cólera que se produjo entre los refugiados butaneses que habitaban Nepal oriental. Después de una primera evaluación del lugar, llegaron a la conclusión de que el cloro era la opción más adecuada y se lo facilitaron a los refugiados.

Al darse cuenta de que la solución de cloro poseía un gran potencial para su uso extendido en la población, ENPHO comenzó a venderlo como producto comercial en sus oficinas y en algunas farmacias en Katmandú. El producto se encuentra registrado bajo la marca comercial *Piyush*, un término sánscrito que significa “bebida de los dioses”.



### Creación de demanda

Debido a la falta de donaciones y apoyo del gobierno, desde 1994 hasta el año 2000, IENPHO financió las actividades de publicidad de *Piyush* con su presupuesto interno, estimado en 8000-10000 NRs al año (US\$ 120 al año). ENPHO solo pudo imprimir algunos folletos y divulgó el conocimiento del producto al incorporarlo en los seminarios de los programas de higiene y saneamiento. Así, el cloro *Piyush* no era muy conocido en el mercado.

Desde el año 2000, ENPHO comenzó a atraer mayores donaciones para la promoción de TANDAS. Esto les permitió:

- Elaborar material de información, educación y comunicación adicional acerca del cloro *Piyush*.
- Gestionar capacitaciones en diferentes escuelas, asociaciones comunitarias, centros de salud y gobiernos locales.
- Promocionar el cloro *Piyush* en los medios masivos de comunicación, en exposiciones y congresos.

La intensidad de las actividades de promoción de TANDAS cobró fuerza después de 2006. El gobierno nepalés, junto con algunos organismos de desarrollo nacionales e internacionales, colaboraron para promocionar genéricamente las opciones TANDAS en todo el país, las cuales incluyen el hervido, SODIS, la filtración y la cloración.

### Suministro de productos y servicios

En este momento, el cloro *Piyush* se produce en las oficinas de la ENPHO. El blanqueador líquido comercialmente disponible se adquiere en el mercado, se evalúa en el laboratorio de ENPHO para verificar la concentración de cloro y se diluye para obtener el 0,5% de concentración de cloro. ENPHO envasa la preparación en botellas de 60 ml, las cuales se etiquetan, sellan y se les pone fecha de emisión. Cada botella puede tratar 400 litros de agua, lo suficiente para cubrir las necesidades de una familia promedio de 4 ó 5 personas por 1 ó 2 meses.

Anteriormente, ENPHO había intentado producir el cloro *Piyush* en un generador eléctrico de cloro, con el uso de sal (cloruro de sodio) como ingrediente. Sin embargo, la electricidad es poco confiable y muy costosa en Katmandú. Además, la

## Cloro *Piyush*: Estudio de caso del tratamiento del agua a nivel domiciliario e implementación del almacenamiento seguro

solución de cloro se deterioraba rápido. Por lo tanto, ENPHO prefiere el proceso actual de disolución del blanqueador líquido.

La capacidad de producción normal es de 2.000 botellas por día, pero puede llegar a 5.000 botellas si se hacen horas extra y se utilizan recursos mecánicos. ENPHO manufactura el cloro *Piyush* por pedido. Una vez hecho el pedido, se entrega el producto en unos pocos días.

ENPHO vende el cloro *Piyush* a través de dos vías. En primera instancia, alrededor del 40% del producto se vende al por mayor directamente a compradores institucionales, como UNICEF, otras ONGs o grupos comunitarios, en su mayor parte para respuestas de emergencia. El precio al por mayor de 12 NRs (US\$0,15) apenas cubre el costo de la materia prima y mano de obra, y no deja margen de ganancia.

La segunda vía son las farmacias y tiendas minoristas. Antes del año 2000, ENPHO vendía el cloro *Piyush* a algunas farmacias de forma directa. En el 2001, la organización firmó un acuerdo con la distribuidora *New Loyal Medicine Distributor*, uno de los proveedores más abarcadores en Katmandú, para que vendiera el cloro *Piyush* en su cadena de distribuidores locales de manera exclusiva, en 800 farmacias y en algunas tiendas minoristas dentro del valle de Katmandú. El precio al por mayor desde 2001 hasta 2009 era de 12 NRs por botella y el precio al por menor, en este mismo período, era de 17 NRs por botella. El margen de ganancia de 5 NRs se repartía entre los que componían la cadena de proveedores.

Desde el 2009, ENPHO comenzó a utilizar la compañía *Nepal CRS Company* como súper distribuidor por sus redes más amplias que abarcan todo el país. Para pagar el costo de transporte, esta compañía requiere un margen de 8 NRs para que se reparta

entre la cadena de proveedores, lo cual hace que el producto tenga un valor estándar de 20 NRs en todo el país.

### Monitoreo y mejoras

ENPHO posee laboratorios autorizados en sus oficinas para evaluar la solución de cloro y asegurar el control de calidad del producto. Además se llevan a cabo investigaciones y desarrollo del producto.

### Financiación del programa

ENPHO depende de la financiación externa para sustentar la publicidad y las actividades educativas. Así, sus ingresos están vulnerables a cambios en los niveles de financiación. No se obtiene un margen de ganancia del cloro *Piyush*, y ENPHO se niega a subir el precio debido a la fuerte competencia de los otros productos de cloro.

### La competencia

En el año 2005, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) y los Population Services International (PSI, siglas en inglés) ambos de los Estados Unidos, presentaron una solución de cloro rival bajo la marca *WaterGuard* en Nepal. Una compañía embotelladora de agua fabrica *WaterGuard* en Nepal y lo vende en botellas de 250 ml al precio minorista de 35 NRs.

En el transcurso de los dos primeros años, PSI puso en marcha una campaña de publicidad social a gran escala. Para este propósito, utilizaron la comunicación mediante los medios masivos (por ejemplo, propagandas en la televisión y la radio), colocaron carteles en toda la ciudad y repartieron muestras gratuitas de *WaterGuard* a la comunidad y a los compradores institucionales.

Por un lado, *WaterGuard* expandió el mercado y logró importantes ventas, de

## Cloro *Piyush*: Estudio de caso del tratamiento del agua a nivel domiciliario e implementación del almacenamiento seguro

más de 500.000 botellas (que incluyen las de distribución gratuita) durante todo ese tiempo. Por otro lado, algunos de los clientes que antes adquirían el cloro *Piyush*, se los llevó *WaterGuard*. Entre 2005 y 2006, específicamente, los compradores institucionales no adquirieron el cloro *Piyush* porque podían obtener *WaterGuard* gratis o un costo nominal. De esta manera, *WaterGuard* se llevó entre el 80 y 90% de la participación en el mercado por las ventas de la solución de cloro en Nepal hacia el final del 2006.

Asimismo, ENPHO, al ser una ONG local carecía de la capacidad de recursos para competir con el CDC y PSI. La respuesta que dieron fue la negociación de una alianza estratégica con PSI, que resultó ser efímera, para promocionar el cloro *Piyush* y *WaterGuard* en paralelo. En el 2007 la financiación a PSI finalizó, lo cual produjo una disminución en las ventas de *WaterGuard*.

En 2008 y 2009 ENPHO obtuvo financiación de la Academia para el Desarrollo Educativo (AED, siglas en inglés) para promocionar *Piyush* y reforzar la capacidad de publicidad social de IENPHO. Hubo un repentino aumento, tanto de las iniciativas del gobierno para promocionar TANDAS en general como de las ventas de *Piyush*, 300.000 botellas para el 2009. La participación en el mercado, así, mejoró en un 40%.

### Desafíos al aumento de producción

1. El cloro como medicamento. Debido a que *Piyush* se vende mayormente en farmacias, a menudo se considera que el producto es un medicamento que se utiliza provisionalmente durante la temporada de lluvia, cuando la suciedad del agua se encuentra a la vista y cuando los casos de cólera o enfermedades transmitidas por el consumo de

agua contaminada se destacan en las noticias.

2. La competencia. Distintas posibilidades de tratamiento del agua, como *WaterGuard*, los filtros de cerámica, SODIS y el hervido, se consiguen con facilidad en el mercado.
3. Apoyo financiero. ENPHO está vulnerable a cambios en los niveles de financiación que existan.
4. Poco interés en vender *Piyush* por parte de los comerciantes. Debido a que los márgenes de ganancia que obtienen los distribuidores y minoristas son escasos y el volumen de venta es bajo (solo unas pocas botellas por mes en cada tienda), algunas tiendas no tienen interés en vender *Piyush*. Otras se niegan a poner el producto en las vitrinas.



ENPHO etiqueta las botellas del cloro *Piyush*



Carteles del cloro *Piyush* en la ciudad de Katmandú

## Cloro *Piyush*: Estudio de caso del tratamiento del agua a nivel domiciliario e implementación del almacenamiento seguro

5. Falta de certificación del producto. A pesar de haberlo pedido por años, ENPHO no ha podido obtener la certificación de la efectividad de *Piyush* para el tratamiento del agua por parte del gobierno (*WaterGuard* tampoco la tiene). Algunos doctores y profesores universitarios de Nepal aseveran que el cloro causa

cáncer, lo cual hace que la gente tenga miedo de utilizar el producto. Se cree que la certificación mejoraría la imagen de *Piyush* entre los compradores potenciales (domésticos e institucionales) y ayudaría a que ENPHO consiga financiación.

### Referencias

Ngai, T (2010): "*Characterizing the Dissemination Process of Household Water Treatment Systems in Developing Countries*". Disertación presentada para la carrera de Doctorado en Filosofía. Centro para el Desarrollo Sostenible, Departamento de Ingeniería. Universidad de Cambridge, Reino Unido.

### Para más información:

ENPHO: [www.enpho.org](http://www.enpho.org)

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology

Calgary, Alberta, Canadá

Página Web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org)

Email: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)

*Bienestar a través del agua....Facultando a personas a nivel mundial*

Última actualización: septiembre 2010

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Estudio de caso de implementación: Cloro *WaterGuard*

POPULATION SERVICES INTERNATIONAL (PSI), MYANMAR

---

### Introducción

PSI es una organización mundial de salud que se ocupa de la salud reproductiva, la malaria, la supervivencia infantil, el VIH y el agua segura. Gracias a su colaboración con el sector público y privado, y al uso del poder de los mercados comerciales, PSI ofrece productos, servicios clínicos y campañas de cambio de hábitos para capacitar a las poblaciones más vulnerables del mundo a llevar vidas más saludables.

PSI/Myanmar fue creada en 1995, concentrándose en un principio en la prevención del VIH, y abarcando posteriormente la salud reproductiva y el tratamiento de las infecciones de transmisión sexual (ITS). En 2001 PSI/M añadió los productos de prevención de la malaria a su programa, que también incluye en la actualidad el tratamiento de agua a nivel domiciliario.

PSI/M promueve la solución de cloro *WaterGuard* junto con prácticas de higiene, como el lavado de manos y el almacenamiento seguro de agua.

### Creación de demanda

La población a la que se dirige PSI/M son los niños menores de cinco años y las personas que se encargan de su cuidado.



Para concientizar a nivel local, grupal y doméstico, la organización hace uso de la comercialización social, campañas en los

medios de comunicación, fidelidad marca y educación para la salud.

Sus comunicadores interpersonales (IPC, por sus siglas en inglés), personal remunerado de PSI/M, crean conciencia en los pueblos mediante sesiones de comunicación y entretenimiento educativo con unidades de video móviles. La educación sanitaria está dirigida a grupos reducidos de 5 a 10 personas en lugares en los que se suelen realizar reuniones comunitarias. En cada municipio tienen lugar reuniones en pequeños grupos al menos una vez al año. Los promotores de salud comunitaria de PSI/M, conocidos como proveedores de atención primaria de salud "Sun" (SPH, por sus siglas en inglés), miembros seleccionados de la comunidad, llevan a cabo una visita al mes a los hogares.

Utilizan una amplia variedad de herramientas educativas, como rotafolios, folletos, carteles, pósteres de vinilo y artículos promocionales relacionados con la prevención de la diarrea (p. ej. jabón).

Debido a que la exposición a los medios de comunicación de la población destinataria es baja, las recomendaciones entre amigos y el boca a boca han resultado ser más eficaces a la hora de crear demanda.

### Suministro de productos y servicios

Un proveedor externo fabrica y envasa en botellas de plástico de 250 ml la solución de cloro *WaterGuard*. PSI/M lo distribuye en todo el país utilizando mercados tradicionales y no tradicionales.

Los IPC venden *WaterGuard* directamente a los usuarios finales y los SPH, a los grupos destinatarios a nivel local. Los SPH ganan 50 kyats (0,05 dólares estadounidenses) por cada botella de *WaterGuard* vendida.

PSI/M también actúa como distribuidor nacional para los puntos de venta tradicionales. Su equipo de ventas cubre

## Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Estudio de caso de implementación: Cloro *WaterGuard*

640 puntos de venta al por menor, como tiendas de nuez de betel y tiendas de comestibles. El equipo de la franquicia cubre 87 clínicas en régimen de franquicia y los SPH cubren 130 puntos de venta. El distribuidor nacional designado cubre aproximadamente 357 puntos de venta. Los minoristas potenciales obtienen información acerca de *WaterGuard* a través de los medios de comunicación, visitas de ventas y materiales de comercialización.

PSI/M realiza visitas de ventas frecuentes a los puntos de ventas para garantizar que los productos están constantemente disponibles a la venta. La duración de la validez del producto es de tan solo un año, por lo que el personal de PSI/M también lleva a cabo un seguimiento de la fecha de caducidad durante las visitas y las visitas de ventas.

En ocasiones se producen problemas durante la entrega debido al peso del producto y a la fragilidad de las botellas. También ocurre que los distribuidores se muestran reticentes a almacenar grandes cantidades de *WaterGuard* debido a su limitado periodo de validez.

El precio del *WaterGuard* varía dependiendo de si el usuario lo ha adquirido a través de un IPC, un SPH o un punto de venta al por menor. El precio que paga el consumidor final a través de un IPC o un SPH es de 100 kyats (equivalentes a 0,1 dólares estadounidenses), que cuenta con una subvención del 70%. El precio que paga el consumidor final a través de los canales de venta al por menor es de 350 kyats (equivalente a 0,35 dólares estadounidenses), lo cual cubre el costo total.

Los precios del producto se fijan de acuerdo con la capacidad de acceso al producto que tengan determinados grupos. Los canales de venta directos, suministrados por IPC y SPH, proveen a usuarios en comunidades rurales que precisan mayores subvenciones para acceder al producto. Los canales de venta al por menor están dirigidos a comunidades urbanas y periféricas que pueden permitirse pagar un poco más. PSI/M no aumenta el precio del producto en la venta, pero ofrece un margen a los minoristas.

PSI/M ha constatado que cuando el precio está subvencionado en el canal de ventas directo, se produce un ligero aumento de la demanda por parte del consumidor, por lo que un precio inferior está asociado a una mayor demanda. No obstante, el precio no se puede reducir de manera demasiado significativa en los canales de venta tradicionales, ya que el interés de mayoristas y minoristas disminuiría al no obtener beneficio por la venta del producto.

PSI/M también ha notado que la distribución gratuita de cloro por parte de otras organizaciones hace que los consumidores estén menos dispuestos a pagar por él.

Los IPC y SPH hacen demostraciones para enseñar a realizar la cloración. Las instrucciones, que incluyen ilustraciones para poblaciones con menor índice de alfabetización, también aparecen indicadas de manera clara en el envase.

### Monitoreo y mejoras

PSI/M proporciona prácticas, guías y los equipos necesarios para garantizar el control de calidad del agua durante la fabricación del producto. El producto final se conserva en una sala de cuarentena y es inspeccionado por el personal de PSI/M. Solo los productos que hayan superado la inspección son aceptados para su distribución en el mercado.

Durante las visitas de seguimiento mensuales, PSI/M controla la disponibilidad del producto y la utilización de la dosis correcta por parte de los cuidadores. PSI/M también lleva a cabo investigaciones cuantitativas y cualitativas para comprender mejor las características demográficas, la psicología y el conocimiento del producto del grupo destinatario.

A través del seguimiento, PSI/Myanmar ha determinado que, pese a las minuciosas explicaciones y demostraciones que los IPC y SPH hacen de las instrucciones para mezclar el *WaterGuard*, sigue existiendo cierta confusión en el grupo destinatario acerca de la dosis correcta y las instrucciones de mezcla. Algunos usuarios no leen las instrucciones que figuran en el producto.

# Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro. Estudio de caso de implementación: Cloro *WaterGuard*

## Financiamiento del programa

Donantes de fondos internacionales subvencionan la fabricación, distribución, venta, promoción y capacitación de *WaterGuard*, ya que el precio del producto no cubre completamente estos costos asociados.

El gobierno de Myanmar ofrece tarifas departamentales (de menor costo) para los anuncios televisivos de *WaterGuard*.

## Bibliografía

Aye Myat Myat Thu. Comunicación personal Julio de 2010.

Population Services International. PSI. Disponible en: [www.psi.org/myanmar](http://www.psi.org/myanmar)

## Información adicional

Population Services International:  
[www.psi.org/](http://www.psi.org/)

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology  
Calgary, Alberta, Canadá  
Sitio web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org), correo electrónico: [cawst@cawst.org](mailto:cawst@cawst.org)  
Última actualización: Septiembre de 2011

# Estudio de caso de implementación del tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: SODIS

EAWAG Y INTERNATIONAL RELIEF AND DEVELOPMENT (IRD), RDP LAO

## Introducción

SODIS es un método de tratamiento de agua a nivel domiciliario desarrollado y testado por primera vez en el Instituto Federal Suizo de la Ciencia y Tecnología del Agua (Eawag). Esta organización dirige proyectos en 24 países en África, Asia y Latinoamérica. El papel de Eawag es el de proporcionar asistencia técnica, apoyo en el terreno, y en algunos casos financiar a sus socios.

Desde enero de 2009, Eawag colabora con la ONG estadounidense International Relief and Development (IRD) en la implementación de un proyecto piloto para la promoción de SODIS en áreas rurales de Laos. Este proyecto se encuentra en su segunda fase desde mayo de 2010.

La primera fase se centró en 20 comunidades de la provincia de Khammouan, y la segunda se está centrando en tres distritos pilotos en tres provincias (número exacto de comunidades todavía por determinar). En total, se pretende trabajar con 1200 casas y 30 escuelas.

A través de su colaboración con el Centro para la Salud Ambiental y Suministro de Agua (Namsaat), Eawag espera tener un impacto indirecto en el progreso hacia la institucionalización del método SODIS en el marco de las políticas de tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS), programas de salud y autoridades competentes.

## Creación de demanda

El objetivo principal del proyecto es concientizar a la gente a través de actividades promocionales en casas y colegios. Namsaat se encarga de formar a los empleados de sanidad de la provincia y el distrito encargados de realizar la mayoría de los cursos iniciales en la

comunidad/colegio, del aumento de la capacidad entre los promotores comunitarios y del seguimiento mensual con los grupos (con apoyo continuo del IRD).

Los empleados sanitarios y los promotores comunitarios utilizan una gran variedad de herramientas educativas y métodos comunicativos para llegar a todos los públicos. En los centros sanitarios y colegios, ponen unidades de demostración de uso de herramientas (mesas con botellas expuestas, carteles y hojas laminadas con información e instrucciones). También se utilizan carteles, posters y calcomanías para la concientización en la comunidad. Los promotores comunitarios también utilizan juegos de rol en los colegios para hacer que los estudiantes aprendan sobre higiene y los métodos TANDAS y SODIS.



Los promotores comunitarios (bien Voluntarios de Salud de los Pueblos o representantes locales de la Unión de Mujeres de Laos) reciben cursos para poder asistir a los empleados de sanidad del distrito en la realización de repasos y visitas de seguimiento de casas/grupos escolares. Estos promotores asisten a un cursillo de entre dos y tres días en el departamento de sanidad del distrito para aprender sobre la calidad del agua potable, las vías de transmisión de patógenos, higiene y la metodología SODIS. Los promotores

# Estudio de caso de implementación del tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: SODIS

comunitarios son voluntarios y solo reciben algún tipo de compensación (por ej. viáticos, viaje, alojamiento) por asistir al curso. Se encargan de informar a los empleados de sanidad y al IRD de los resultados de sus visitas.

El proyecto piloto ha sido muy efectivo creando demanda. Una encuesta realizada muestra que el 44% de los encuestados utilizaba SODIS, aunque no todos ellos lo hacían de forma regular o exclusiva (el hervido sigue siendo una práctica común, y es posible que también se consuma agua sin tratar). También es posible que el uso actual de SODIS refleje solo en parte la demanda global de los métodos de tratamiento de agua (TANDAS) ya que en algunos pueblos aislados la cantidad de botellas limita el uso de SODIS.

## Suministro de productos y servicios

La disponibilidad limitada de botellas de plástico (PET) necesarias en el método SODIS sigue siendo un problema para la mayoría de habitantes de pueblos aislados. Sin embargo, los promotores comunitarios creen que si alguien está lo suficientemente motivado como para utilizar SODIS, puede encontrar botellas en sus mercados habituales. Se ha hablado de sistemas de suministro de botellas (como por ejemplo que una persona compre/recoja botellas y las distribuya a los pueblos), aunque ninguna empresa los ha acogido por el momento. Los aldeanos no creen en la mayoría de estos sistemas de suministro, ya que para que produjeran algún beneficio las botellas tendrían que venderse a un precio que los usuarios no están dispuestos a pagar.

En otros pueblos mejor comunicados parece que es más fácil encontrar botellas. De hecho, en un pueblo la gente consiguió encontrar unas 200 botellas de plástico PET en solo cuestión de días para realizar el método SODIS en un colegio.

Una de las principales conclusiones que se extrajeron fue que la distribución inicial totalmente gratis de botellas de plástico crea unas expectativas de suministro regular de botellas a través del proyecto, lo cual no

contribuye a la aplicación sostenible del método.

## Monitoreo y mejora

Cuando los promotores comunitarios y los empleados del IRD realizan visitas se hace un control de los siguientes indicadores:

- Número de usuarios de SODIS
- Número de botellas usadas
- Razones para usar o no SODIS

Los empleados de IRD también dirigen encuestas para recoger información sobre la fuente del agua, métodos para su tratamiento, hábitos de higiene e incidencia de diarrea.

IRD realiza el análisis de los datos y el informe final, y los resultados se comparten con otras organizaciones que participan en los cursos y con los empleados gubernamentales (de distrito, provinciales y nacionales) que participan en actividades promocionales.

Los resultados de control muestran que se necesita poner más énfasis en analizar el problema del suministro de botellas en las comunidades en las que los habitantes de zonas aisladas indiquen que éste es un problema importante.

## Financiación del programa

La financiación para las actividades educativas y de concientización se consigue a través de una fundación privada situada en Suiza. Nam Saat contribuye con el tiempo de sus empleados para llevar a cabo la formación comunitaria y realizar el seguimiento en el marco de sus actividades.

El único costo doméstico es el esfuerzo o dinero gastado en conseguir las botellas de plástico PET.

No se genera ningún ingreso en el proyecto piloto mediante la venta de las botellas para poder recuperar los costos de formación de empleados y de actividades educativas y de concientización social. Las promociones a través del sector privado no son muy comunes debido a que hay pocas probabilidades de generar beneficios.

# Estudio de caso de implementación del tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: SODIS

Se espera que los costos por familia de las promociones de SODIS/TANDAS sean significativamente más bajos cuando se realicen de forma más amplia, por ejemplo cuando la promoción de SODIS se integre en la campaña estatal sobre el tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro, en comparación con el proyecto piloto (Fase 1: 20 mil dólares americanos para el curso de Nam Saat a nivel provincial y de distrito, producción de materiales CEI, control a través de IRD, taller de divulgación; Fase 2: 30 mil dólares americanos).

## Referencias

Luzi, S. comunicación personal, Julio de 2010.

## Información Adicional

IRD: [www.ird-dc.org/](http://www.ird-dc.org/)

SODIS/EAWAG: [www.sodis.ch](http://www.sodis.ch)

## Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro en situaciones de emergencia

### Estudio de caso de implementación: *Gadyen Dlo* (solución a base de hipoclorito de sodio) y Aquatabs (pastillas de cloro)

#### **DEEP SPRINGS INTERNATIONAL (DSI), HAITÍ**

##### Introducción

*Deep Springs International* (DSI) es una organización sin fines de lucro establecida en los Estados Unidos, cuya misión es salvar vidas en Haití mediante la promoción de la producción local y la distribución de sistemas de cloración a nivel domiciliario bajo la marca *Gadyen Dlo* (que significa “protector del agua” en criollo haitiano).

La marca *Gadyen Dlo* se creó en el año 2002 como parte del proyecto *Joliver* “Agua Segura para las Familias” impulsado por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CCPEEU) de los Estados Unidos y la ONG *Missions of Love*. DSI dirige el proyecto desde 2008.

*Gadyen Dlo* se basa en el sistema de agua potable del CCPEEU, que se compone de tres elementos:

- Tratamiento del agua a nivel domiciliario mediante el uso de una solución de cloro (hipoclorito de sodio)
- Almacenamiento del agua en un recipiente seguro.
- Un vuelco en la educación y comportamiento comunicacional para una mejora de la higiene y los hábitos de manipulación de agua.



Sistema  
*Gadyen Dlo* (Fuente: [scientificamerican.com](http://scientificamerican.com))

##### La situación de emergencia

Haití es el país más pobre de América y además padece inestabilidad política, degradación ambiental, precariedad alimentaria y desastres naturales frecuentes, entre los que podemos encontrar huracanes, inundaciones y terremotos.

El 12 de enero de 2010, hubo un terremoto de magnitud 7.0 con epicentro a 17 Km. al sudoeste de Puerto Príncipe, capital de Haití.

El terremoto afectó directamente a 3 millones de personas en Puerto Príncipe, Leogane, Petit Goave, Grand Goave y Jacmel, causando más de 222.570 muertes y 300.572 heridos. La destrucción extendida en Puerto Príncipe dejó a 1,5 millones de personas sin hogar. Muchas de las personas que fueron evacuadas de Puerto Príncipe se establecieron en más de 1354 asentamientos espontáneos en frente de la zona afectada por el terremoto y 661.000 personas escaparon de la capital hacia zonas rurales. De esta manera, el terremoto agravó los problemas ya existentes de extrema pobreza, escaso desarrollo y acceso muy limitado a la educación, a la salud y a los servicios de agua y saneamiento (OCHA, 2011).

Antes del terremoto, *Gadyen Dlo* y los recipientes para el agua ya se fabricaban y distribuían en varios emplazamientos a lo largo del país, incluso en Leogane, que está en el área afectada por el terremoto. DSI respondió a la necesidad de agua potable durante la grave emergencia con la distribución de recipientes, la solución de hipoclorito de sodio *Gadyen Dlo* y las pastillas de dicloroisocianurato de sodio bajo la marca Aquatabs. Durante la emergencia, DSI y *Save the Children* trabajaron juntos para distribuir Aquatabs y los recipientes en 15.000 hogares en Leogane, lo cual cubría un 20% de las familias urbanas y entre un 80-90% de las rurales.

Las comunidades a las que se dirigía la distribución en Leogane se encontraban en áreas en donde no había otro personal de respuesta a emergencias que brindara atención, ya que éstos se ocupaban de los centros urbanos con mucha más densidad de población. DSI eligió las áreas más remotas en donde el acceso al camión

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro en situaciones de emergencia

## Estudio de caso de implementación: *Gadyen Dlo* y Aquatabs

cisterna y otras fuentes de agua mejoradas no se encontraban disponibles con tanta frecuencia. La población afectada dentro del área en que DSI llevaba a cabo su proyecto había sufrido la destrucción de la mayor parte de sus hogares durante el terremoto; pero sus habitantes eligieron vivir en asentamientos temporales cerca de sus hogares destruidos o con vecinos. Había menos campamentos de reasentamiento en estas zonas que en las zonas urbanas, y aunque DSI sí realizó un cierto grado de distribución en campamentos, la mayoría de los domicilios receptores se encontraban en zonas rurales más aisladas.

Desde febrero de 2010, DSI ha distribuido los recipientes de almacenamiento seguro y Aquatabs a 2.880 nuevas familias (Lantagne y Clasen, 2011). Para mayo del año 2010, el número de familias se elevó a 15.200. Los números a los que se llegaron a través de la respuesta de emergencia se fueron desarrollando durante los años subsiguientes y ya para febrero de 2012, el número de familias se elevó a 19.230 solo en Leogane.

Durante el período de emergencia, DSI también proporcionó la solución de cloro *Gadyen Dlo* a más de 1000 hogares en la zona de Grand Goave afectada por el terremoto. El producto ya se había utilizado en estos hogares antes de la emergencia, como parte de un programa de DSI en conjunto con las iglesias parroquiales de la zona.

### Creación de demanda

Antes del terremoto, se promocionaron en Haití varios métodos de tratamiento del agua y su almacenamiento seguro (TANDAS). DSI ya había distribuido *Gadyen Dlo* varios años antes de que tuviera lugar el terremoto. La distribución estaba dirigida a hogares que no tenían acceso a fuentes de agua mejoradas y en cuyo entorno había niños menores de cinco años. Antes del terremoto, en Leogane, DSI ya distribuía *Gayden Dlo* y recipientes de almacenamiento seguro fabricados a nivel local a través de 35 promotores de salud comunitaria (PSC) que los repartían a 1500 familias en 50 comunidades distintas (Lantagne y Clasen, 2011)

El uso de cloro para el tratamiento del agua potable le era familiar a la gente, así que se mostraron receptivos a esta alternativa después del terremoto. El cloro está muy bien aceptado en Haití, lo cual hace que en general no haya quejas con respecto al sabor y al olor (Lantagne y Clasen, 2011). El desarrollo de los hábitos locales

resultó importante para el éxito del programa de DSI. Como los productos de cloro eran conocidos y estaban aceptados en Haití antes de la situación de emergencia, el uso de estos requirió un menor grado de formación y publicidad.

La campaña de publicidad incluía calendarios impresos con instrucciones para el uso del producto y fotos, anuncios comerciales por la radio, camisetas estampadas con la marca para las familias, uniformes con la marca registrada del producto (gorros, camisetas, carpetas y mochilas) para los PSC, eventos para la comunidad, carteles, murales, etc. Después de la formación y publicidad iniciales en las comunidades, los trabajadores comunitarios de la salud hicieron visitas a los domicilios, en las que distribuyeron los productos, controlaron el uso de cloro en el hogar y alentaron su uso constante.



Promoción pública de *Gadyen Dlo* (Fuente: DSI)

Los promotores de salud comunitaria decidían qué hogares recibirían los sistemas de cloro, ya que estos estaban dirigidos a los hogares que no tenían acceso a fuentes de agua mejorada. Debido a la naturaleza de la respuesta ante una emergencia y a la creciente demanda de agua segura, la elección de los hogares receptores no fue tan rigurosa durante la respuesta de emergencia como en los programas que DSI realiza normalmente. En algunas comunidades, la cobertura fue total durante la emergencia, lo cual constituye un resultado satisfactorio para proporcionar agua segura a estas comunidades sobre una base regular y sostenible.

### Suministro de productos y servicios

#### *Distribución en Leogane*

Se utilizó al mismo proveedor que realizó los proyectos en curso de *Gadyen Dlo* para fabricar los recipientes de agua segura que DSI distribuyó durante la emergencia. Afortunadamente la fábrica no sufrió daños en el terremoto y todavía

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro en situaciones de emergencia

## Estudio de caso de implementación: *Gadyen Dlo* y Aquatabs

tenía algunos miles de baldes, que DSI transportó en camión desde Puerto Príncipe hasta Leogane, adecuándolos con tapas y grifos. Así, pudieron comenzar con la distribución de recipientes y solución de cloro una semana después del terremoto. El fabricante de baldes se comprometió a producir los baldes que faltaban para completar el objetivo, que eran 15.000, lo cual proporcionó trabajo al personal de la fábrica en esa difícil situación posterior al terremoto.



Montaje de recipientes (Fuente: DSI)

En Leogane, los recipientes y Aquatabs se distribuyeron en los domicilios de forma gratuita desde enero hasta mayo de 2010.

DSI adquiría Aquatabs de Medentech y las importaba a Haití a través de pequeños aviones voluntarios que aterrizaban en pistas temporales en todo el país (Lantagne y Clasen, 2011). La orden de Aquatabs se realizó en menos de tres días tras el terremoto. Cuando llegaron las cápsulas a Haití, se almacenaron en una bodega que DSI compartía con otros compañeros de respuesta ante emergencias. El equipo logístico de DSI realizó paquetes de cinco tiras (en total, 10 cápsulas) utilizando cintas elásticas y las añadieron a la distribución de recipientes de almacenamiento seguro. Los recipientes y las cápsulas se transportaban en camión a 18 puntos de distribución satélite en el área de Leogane. Estos puntos se escogieron considerando la ubicación y el transporte. Los trabajadores de salud comunitaria se encontraban con DSI en estos puntos a una hora determinada y DSI les pagaba para que alquilaran mulas para que cada uno se llevara a su casa 25 sistemas..



Distribución de recipientes (Fuente: DSI)

Los PSC dirigieron capacitaciones con las familias en sus comunidades y distribuyeron los sistemas. DSI distribuyó los recipientes y Aquatabs en los domicilios unas 2 o 3 semanas después del terremoto.

DSI distribuyó Aquatabs en cápsulas de 67 mg. Con una cápsula se pueden tratar 20 litros de agua, con una dosis de 2 mg/l de cloro. Se escogió este tamaño para las cápsulas para poder utilizar los mismos recipientes que se utilizaron en el programa *Gadyen Dlo* (baldes de 19 litros, fabricados y modificados a nivel local). Las instrucciones de uso en el envoltorio estaban en inglés, francés y español, pero DSI confiaba muchísimo en la explicación que los PSC brindaban a las familias. Se eligió Aquatabs para que los usuarios añadieran solo una cápsula por balde de agua, lo que suponía un uso simplificado para los hogares.



Paquete de Aquatabs (Fuente: aquatabs.com)

Tras la distribución inicial de recipientes y 50 cápsulas, los PSC proporcionaron más Aquatabs de lo normal. Los PSC recibieron el salario de un mes por su trabajo realizado en el periodo de emergencia, pero no obtuvieron ningún tipo de comisión por cápsula distribuida.

Después del mes de mayo, DSI cesó la distribución gratuita de Aquatabs y pasó a

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro en situaciones de emergencia

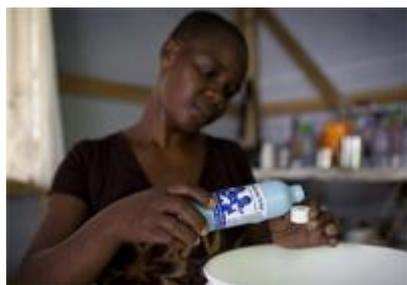
## Estudio de caso de implementación: *Gadyen Dlo* y Aquatabs

distribuir la solución *Gadyen Dlo* a los domicilios con un criterio de recuperación de gastos. Los salarios mensuales de los PSC cesaron también en este momento. Sin embargo, estos trabajadores conservan una ganancia por cada repuesto de cloro que se vende a un hogar.

### **Distribución en Grand Goave**

En la comunidad de Baudin en Grand Goave, *Gadyen Dlo* se distribuyó solo una vez de forma gratuita durante la emergencia en los domicilios que ya utilizaban la solución. Estas familias ya contaban con recipientes de almacenamiento seguro. Tras recibir una botella gratis, la distribución continuó bajo el criterio preestablecido de recuperación de gastos. La distribución gratuita de productos de cloro no se prolongó en esta zona debido a que, aunque la comunidad se encontraba de manera oficial en el área afectada, se estimó que el daño a las viviendas había sido mínimo y las condiciones de vida no habían cambiado en gran medida por el sismo.

*Gadyen Dlo* es hipoclorito de sodio líquido que se fabrica y empaqueta en botellas de plástico de manera local. Los usuarios vierten un tapón de producto para tratar 19 litros de agua en los recipientes que se les entregan. Las instrucciones de uso de *Gadyen Dlo* se encuentran claramente detalladas en el paquete en la lengua local (criollo haitiano) e incluye ilustraciones diseñadas para personas con un menor grado de alfabetización.



Uso de *Gadyen Dlo* (Fuente: unicef.org)

Los productos se distribuían a través de la red de promotores de salud comunitaria de DSI, a quienes DSI les pagó durante la emergencia. En el programa *Gadyen Dlo* habitual, los domicilios reciben primero un recipiente de almacenamiento seguro (un balde de 19 litros con una tapa y un grifo) y una botella de 250 ml de *Gadyen Dlo*. Entonces los hogares compran repuestos de cloro a los PSC y estos se dirigen por lo general a los puntos de distribución centralizada para comprar el cloro en recipientes recargables de 3,78 litros, y lo utilizan para recargar las botellas de 250 ml de las familias durante sus visitas.

Con respecto a la decisión de distribuir la solución *Gadyen Dlo* o Aquatabs, el Director del programa nacional de DSI, Michael Ritter, dijo que se tomó teniendo en cuenta la posibilidad de reunir información acerca de la capacidad de producción y la falta de infraestructura para comunicarse durante los primeros días de la emergencia: “decidimos distribuir Aquatabs en un momento en el que no estábamos seguros de la logística ni de nuestra capacidad de producir hipoclorito. La compra de Aquatabs se hizo tres días después del sismo. En aquel momento, debido a la situación con los teléfonos, no había tenido la oportunidad de contactar con el coordinador del programa en Leogane para saber si la unidad de producción de *Gadyen Dlo* había resultado dañada. Estaba intacta. La decisión de utilizar el cloro *Gadyen Dlo* en Grand Goave se realizó después de saber más sobre la capacidad de producción. Sabíamos que tendríamos que realizar un viaje con un camión grande a las montañas de Grand Goave independientemente del tipo de cloro líquido que utilizáramos y de la facilidad de producción del hipoclorito que se necesitara para cubrir 1000 domicilios.”

“Por lo general, diría que aprendimos una lección parecida con la logística y con la adopción de hábitos TANDAS: ampliar los hábitos existentes y los hábitos de la comunidad permite un resultado sostenible y efectivo en cuanto a costos. Por ejemplo, el uso de mulas como método de transporte produjo pocos gastos y nos permitió llegar hasta zonas que no habían recibido ayuda de otras entidades. La mayoría de las organizaciones eligieron no trabajar en las montañas de Leogane (y, por el contrario, se centraron en ciudades y otras zonas con una alta densidad de población) e intentaron entregar los suministros por helicóptero, lo cual no estuvo a su alcance a largo plazo y de forma sostenible.” (Ritter, 2012)

### **Aumento de la capacidad humana**

Se realizaron capacitaciones y concienciación en las comunidades. Las personas debían asistir a una capacitación para recibir un sistema de agua segura. Después de la capacitación y distribución iniciales, los PSC visitaron los domicilios de manera constante para ofrecer indicaciones, incentivar el uso continuo y distribuir más productos.

En los meses posteriores al terremoto, DSI contrató y capacitó 114 nuevos promotores de salud comunitaria para trabajar en la zona de

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro en situaciones de emergencia

## Estudio de caso de implementación: *Gadyen Dlo* y *Aquatabs*

Leogane. El personal de DSI capacitó a los promotores de salud comunitaria en el entrenamiento participativo para la higiene, uso de los productos, prueba de cloro y uso de formularios de monitoreo. Los PSC continuaron trabajando para DSI después de que la fase de emergencia terminara, distribuyendo *Gadyen Dlo* en los mismos domicilios.



Capacitación sobre medición de cloro, impartida por los PSC  
(Fuente: DSI)

### Evaluación y mejoras

Durante el programa de respuesta ante una emergencia, DSI formó a los promotores de salud comunitaria para que realizaran visitas a los domicilios y para que evaluaran el residuo de cloro en el agua almacenada. Se les indicó a los trabajadores que visitaran los domicilios cada dos semanas. Los PSC debían presentar un formulario de manera mensual a un encargado, en el que se especificaba la información de contacto de los domicilios nuevos a los que se les entregaban los productos y también los resultados de la evaluación del cloro.

Además, los supervisores de campo llevaron a cabo inspecciones sorpresa a los PSC reuniéndose con ellos en los domicilios, hablando con las familias, controlando el nivel de cloro en el agua y hablando con el trabajador sobre sus responsabilidades y necesidades. Se realizó al menos una inspección sorpresa a cada PSC durante la emergencia.

El programa de respuesta ante una emergencia de DSI estuvo sujeto a una investigación por parte de Daniele Lantagne y Tomas Clasen de la Escuela de Londres de Higiene y Medicina Tropical (encargado por UNICEF y Oxfam). Desde mediados de febrero y hasta mediados de marzo, los investigadores llevaron a cabo una encuesta en domicilios elegidos al azar que habían recibido *Aquatabs* o *Gadyen Dlo* de DSI, además de otros productos TANDAS distribuidos por otras organizaciones durante la emergencia.

Los resultados se publicaron en marzo de 2011 (vea Lantagne y Clasen, 2011).

Los dos programas de evaluación (DSI y Lantagne) concluyeron que alrededor del 80% de los domicilios que habían recibido los recipientes como parte del programa de DSI, tenían cloro en el agua en el momento en que se realizaron las visitas no anticipadas, lo que se considera como un resultado positivo del uso correcto de esta sustancia.

Las constantes visitas y evaluaciones por parte de DSI han demostrado que, desde febrero de 2012, los domicilios a los que se llegó durante la emergencia en 2010 siguen recibiendo visitas periódicas de los PSC, y todavía utilizan *Gadyen Dlo*. Los PSC realizan inspecciones sorpresa de uso y niveles de cloro residual en el agua almacenada como parte del programa de evaluación y mejora en curso de DSI.

Michael Ritter también habló de las lecciones que DSI aprendió a partir de las reflexiones sobre el enfoque de implementación durante la emergencia por el terremoto de 2010: “respecto a la elección del producto (*Aquatabs* o *Gadyen Dlo*), al considerarlo en retrospectiva, creo que la elección de *Aquatabs* fue una buena decisión porque nos permitió centrarnos en cómo hacer llegar el producto a la gente, en vez de tener que producir el producto. Sin embargo, en base a lo que ahora conocemos sobre el estado del equipamiento de producción y el hecho de que pudimos obtener un espacio en la emergencia, creo que sí hubiéramos podido producir y distribuir hipoclorito para las 15200 familias en Leogane. Si hubiéramos invertido más tiempo en la producción de cloro, se hubiera incrementado el conocimiento de la marca de cloro *Gadyen Dlo* [para incentivar el uso continuo después de la emergencia]” (Ritter, 2012).

A partir de la experiencia obtenida durante la respuesta a la emergencia por el terremoto, DSI pudo tomar decisiones con conocimiento de causa sobre la respuesta ante una emergencia diferente, como lo fue el brote de cólera en Haití en octubre de 2010. “Tomamos una decisión diferente ante la emergencia por el cólera, elegimos *Gadyen Dlo*. En ese momento, teníamos una base de operaciones más estable en cuanto a logística y producción de cloro de la que teníamos en los días después del terremoto” (Ritter, 2012).

### Financiación del programa

# Tratamiento de agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro en situaciones de emergencia

## Estudio de caso de implementación: *Gadyen Dlo* y Aquatabs

Después del terremoto, DSI recibió financiación a través del trabajo en conjunto con *Save the Children*, donaciones privadas y también de Lanxess, una corporación norteamericana.

DSI calcula que el costo de un sistema de agua seguro durante la emergencia era de 15 USD, e incluía un recipiente y un suministro de Aquatabs durante tres meses (100 cápsulas) (Lantagne y Clasen, 2011). En un programa normal, es decir, sin emergencia, o en aquellos que se integran a iniciativas existentes, el costo por sistema podría ser menor (Ritter, 2012).

Durante la emergencia, de enero a agosto, en las zonas más afectadas, los domicilios no tenían que pagar nada para recibir los productos, pero tenían que asistir a una capacitación. Después pagaban un precio determinado de manera local por los repuestos de cloro. Desde septiembre de 2010, el precio por *Gadyen Dlo* en Leogane ha sido de 1 dólar americano (USD) cada 250 ml para los PSC, y estos las revenden a las familias por 1,20 USD, obteniendo así una ganancia de 0,20 USD.

### En síntesis

Lantagne y Clasen (2011) concluyeron que el programa de respuesta ante emergencias de DSI fue muy efectivo en la provisión de agua potable segura a determinados domicilios después del terremoto de Haití. El programa de implementación de DSI tuvo éxito por distintos motivos:

- Identificaron domicilios que tenían agua contaminada, que utilizaban, por ejemplo, fuentes de agua no mejoradas.
- Proporcionaron un método TANDAS que ya era conocido para la población y que estaban dispuestos a utilizar.
- Capacitaron a las personas en la utilización de productos de cloro y se

aseguraron de que la gente tuviera los suministros necesarios.

- Llevaron a cabo un seguimiento continuo a través de las visitas a los domicilios, las cuales han sido efectivas para lograr la adopción de estos métodos en contextos fuera de la emergencia.

### Referencias

DSI (*Deep Springs International*) (2012). Presentación en *Powerpoint*: Información para CAWST.

Lantagne, D. y T. Clasen (2011). "Assessing the Implementation of Selected Household Water Treatment and Safe Storage Methods in Emergency Settings". Escuela de Londres de Higiene y Medicina Tropical, Reino Unido.

OCHA (2011). "*Haiti: One Year Later*". Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios, Nueva York, Estados Unidos. Disponible en: [www.unocha.org/issues-in-depth/haiti-one-year-later](http://www.unocha.org/issues-in-depth/haiti-one-year-later)

Ritter, M. Comunicación personal. Febrero de 2012.

*Save the children* y *Deep Springs International* (sin fechar). "Expanding Access to Household Water Treatment and Hygiene for Earthquake-Affected Populations in Léogane". Informe descriptivo.

### Información adicional



*Deep Springs International*

<http://deepspringsinternational.org/>

---

CAWST, Centre for Affordable Water and Sanitation Technology  
Calgary, Alberta, Canadá

Página Web: [www.cawst.org](http://www.cawst.org) Email: [cawst@caust.org](mailto:cawst@caust.org)

*Bienestar a través del agua... fortaleciendo a las personas a nivel mundial*

Última actualización: marzo 2012.