



# Filtros para el tratamiento de agua en el hogar

## Guía de Productos

# Tabla de contenidos

Introducción. . . . .	1
Parámetros clave . . . . .	2
Tipos de filtros. . . . .	4
Métodos de validación. . . . .	22
Adquisición local . . . . .	24

## Segunda edición, diciembre de 2021

Descargo de responsabilidad: El uso de esta guía de productos es estrictamente para fines internos del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y en ningún caso garantiza, representa o implica que sea una evaluación completa y exhaustiva de los productos mencionados. Esta guía no constituye, ni debe considerarse como, una certificación de ninguno de los productos. Los modelos y productos incluidos en la guía lo son a efectos meramente informativos, sin que las listas pretendan ser exhaustivas ni representen un catálogo de productos preferentes.

La guía no debe utilizarse con fines comerciales ni de manera que sugiera, o pudiera percibirse como, respaldo, preferencia o promoción de los productos de un proveedor por UNICEF o por las Naciones Unidas. UNICEF no asume responsabilidad alguna por cualquier reclamación, daño o consecuencias derivadas de o relacionadas con la guía de productos o el uso de cualquiera de los productos por parte de terceros.

# Introducción

El abastecimiento de agua segura para todos, en cantidad suficiente, es una prioridad clave para UNICEF y otros actores del sector de agua, saneamiento e higiene (WASH), ya sea al inicio de una emergencia o en una crisis prolongada. Respecto al tratamiento del agua en el hogar, existen numerosas opciones (pastillas de cloro, sobres de purificación de agua, dispositivos de desinfección solar y filtros, entre otras) que ya se han utilizado en multitud de contextos.

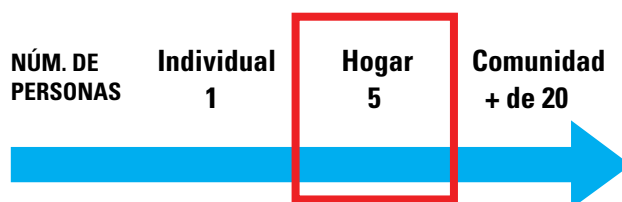
Se precisa una solución duradera y de bajo costo para los hogares y, entre otros productos posibles, UNICEF se ha centrado en filtros de agua para el hogar. Sin embargo, hay una enorme diversidad de filtros en los mercados locales y global y muchas veces resulta difícil elegir el producto adecuado para un contexto dado. Las afirmaciones de los proveedores son a veces difíciles de evaluar adecuadamente, ya que el rendimiento de los productos (la eliminación eficaz de bacterias, protozoos y virus del agua) no ha sido probado en laboratorios independientes ni a nivel de campo para valorar su adecuación y aceptabilidad en condiciones de uso. Dado que son limitadas las pruebas de campo en filtros de agua para el hogar, UNICEF podría llevar a cabo otras, como se explica en el capítulo 4.

Se precisan guías de productos para ayudar al personal de campo a identificar los productos más adecuados en un determinado contexto, por su rendimiento, facilidad de uso, solidez, aceptabilidad, asequibilidad, durabilidad, logística y riesgos. Ninguna de las tecnologías de filtrado existentes aporta una solución perfecta y universal, pues cada una tiene pros y contras que deben valorarse según las condiciones locales.

Esta guía abarca filtros de agua para el hogar, pensando en una familia media de cinco

miembros por hogar. Incluye también la desinfección solar, como principal método alternativo de tratamiento de agua no químico (junto con la ebullición). Las necesidades de consumo de agua se basan en los estándares de Esfera de 2,5 a 3 litros por persona y día (para asegurar la supervivencia), lo que lleva a la necesidad de 5 m<sup>3</sup> de capacidad de filtrado por año de uso (véase la Figura 1).

**Figura 1. Alcance de esta guía de productos**



Los filtros incluidos en esta guía son conocidos por la División de Suministros de UNICEF hasta el cuarto trimestre de 2021. La guía no recoge todos los productos disponibles en el mercado, sino que analiza los tipos que representan la mayoría de los filtros disponibles, destacando unos cuantos productos de cada tipo. **Los productos destacados lo son únicamente a efectos de ejemplo y es posible que precisen más validación y valoración en el terreno.**

La finalidad de esta guía es proporcionar información al personal de las oficinas regionales, de país y/o de campo sobre los distintos productos disponibles en el mercado y sus características, con el fin de fomentar la compra local de productos para el filtrado de agua cuando sea posible. La primera parte de la guía (capítulos 2 a 4) ayudará al personal de WASH a valorar los distintos tipos de filtros que hay en el mercado, mientras que la segunda parte (capítulo 5) ofrece a los encargados del suministro una visión general de la adquisición local de estos productos.

# Parámetros clave

Antes de pasar a analizar los diferentes tipos de filtros, es importante entender los distintos parámetros que se deben tener en cuenta a la hora de valorar las opciones de filtros de agua para el hogar. En los siguientes capítulos se analiza cómo validar y utilizar estos parámetros a la hora de adquirir filtros al nivel local.

Estos parámetros fueron elaborados por el Centro para las Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento<sup>1</sup> en 2017 como parte del Reto de Filtros de Agua para el Hogar del Fondo para la Innovación Humanitaria, que fijó un marco para la comparación de filtros. Estos mismos parámetros han sido adoptados por el Depósito de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas<sup>2</sup> como parte de su evaluación de laboratorio de filtros, enfocada a la facilidad de uso y algunos aspectos de rendimiento. Entender los distintos criterios sobre estos parámetros permite una evaluación exhaustiva de las soluciones disponibles.

Los parámetros se clasifican en los tres grupos siguientes:

## Rendimiento

Este aspecto se refiere al rendimiento del filtro únicamente, sin tener en cuenta factores del entorno o humanos. Abarca la protección, vinculada directamente a la calidad del agua resultante, con el fin de ajustarse al Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 sobre acceso universal a agua potable segura y asequible para todos. Pero también analiza otros parámetros del rendimiento, como el caudal de flujo y la

capacidad total de tratamiento, el tipo de agua de origen que puede tratar cada filtro (turbidez y fiabilidad con agua turbia), y si se incluye una opción para almacenar el agua tratada de forma segura y evitar que se contamine de nuevo. Estos parámetros suelen validarse en laboratorios, y se explican en detalle a continuación.

- **Protección:** Los dispositivos deben garantizar una protección frente a virus del 99,9% (reducción 3 log) y del 99,99% frente a bacterias y protozoos (reducción 4 log). Estos son los criterios idóneos, pero la exigencia en cuanto a nivel de protección dependerá del entorno, del contexto y de las necesidades. Por ejemplo, en algunas zonas geográficas la prevalencia de enfermedades víricas es menor que la de enfermedades relacionadas con bacterias o quistes, por lo que la protección específica frente a estas dos últimas puede ser aceptable. En emergencias y entornos concretos, la protección específica (eliminación de algunos tipos de patógenos y no de todos) podría ser aceptable también, ya que un cierto nivel de protección es mejor que no tener ninguna. Sobre esta base, el Programa internacional de la OMS para evaluar las tecnologías de tratamiento de agua en el hogar<sup>3</sup> puntúa con 1 estrella los filtros que aportan protección específica (reducción 2 log de bacterias y protozoos), y por tanto estos se consideran aceptables.

Para este criterio, se deben priorizar los resultados de pruebas independientes por encima de las afirmaciones del fabricante. Para más información sobre reducción log, patógenos y tamaños, véase el Cuadro 1 y la Figura 2.

1 Centro para las Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento, <[www.cawst.org/](http://www.cawst.org/)>, consultado el 22 de diciembre de 2021.

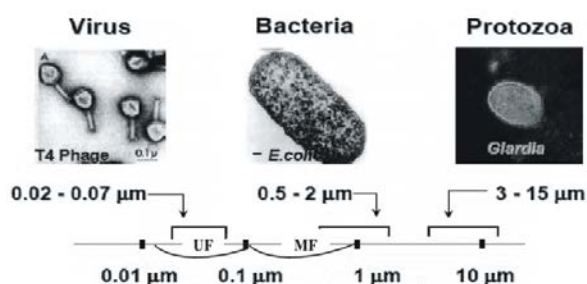
2 El Depósito de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas (UNHRD) es una red de centros ubicados estratégicamente para el reposicionamiento de artículos de emergencia y para la ayuda humanitaria. Depósito de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas, <<https://unhrd.org/>>, consultado el 22 de diciembre de 2021.

3 Organización Mundial de la Salud, "Programa internacional para evaluar las tecnologías de tratamiento de agua en el hogar: Resultados de la Ronda I, 2016, <<https://www.who.int/tools/international-scheme-to-evaluate-household-water-treatment-technologies>>, consultado el 22 de diciembre de 2021.

## Cuadro 1. Reducción log y equivalencias

Reducción log	Equivalencias
Reducción 1 log	Reducción del 90%
Reducción 2 log	Reducción del 99%
Reducción 3 log	Reducción del 99,9%
Reducción 4 log	Reducción del 99,99%
Reducción 5 log	Reducción del 99,999%
etc.	etc.

## Figura 2. Diferentes patógenos y tamaños



- **Caudal:** El caudal de flujo del filtro (tiempo de tratamiento) debe ser de al menos 20 litros en 12 horas (es decir, 1,7 l/h) con un rendimiento preferente de 0,5 l/min (30.l/h), lo que permita que el agua se vierta directamente en un vaso en lugar de en un recipiente de almacenado, donde podría contaminarse de nuevo.
- **Capacidad de tratamiento (vida útil):** La capacidad de tratamiento de los filtros debe ser de entre 4.500 y 5.000 litros como mínimo, que equivale a las necesidades básicas de supervivencia (2,5 a 3 l/día, según los estándares de Esfera) de una familia de cinco personas en un año.
- **Turbidez:** El filtro debe ser capaz de tratar agua con una turbidez de más de 50 unidades nefelométricas de turbidez (UNT) (por ejemplo, incluyendo un filtro previo en el producto) de modo que la turbidez se reduzca a menos de 5 UNT a la salida.

## Facilidad de uso y aceptabilidad

El producto debe ser fácil de utilizar y aceptable si ha de ser eficiente, sea cual sea su rendimiento. Se demostró en un estudio

que la utilización de un filtro de agua para el 90% del agua consumida en lugar de para el 100% (por problemas de facilidad de uso, por ejemplo) hará disminuir los beneficios de salud en un 96%, por lo que se anula la finalidad de su utilización.<sup>4</sup>

Los parámetros de facilidad de uso pueden comprobarse en laboratorio y proporcionar una indicación de aceptabilidad, pero solo las pruebas de campo en contextos pertinentes darán una visión clara de la aceptabilidad de un determinado producto.

Estos parámetros incluyen el diseño del filtro y la sencillez de su instalación, operación y mantenimiento, que debe requerir el mínimo de formación posible (preferentemente autodidacta mediante instrucciones claras y visuales), y tienen un impacto directo en su aceptabilidad por los usuarios finales. El producto en sí debe ser lo más ligero y portátil posible, sin necesidad de desmontarlo para su transporte. No debe precisar una fuente externa de energía, y deberá incluir un mecanismo de seguridad para evitar que se siga utilizando cuando el filtro deje de funcionar adecuadamente (una indicación visual o, de preferencia, un mecanismo que impida que el agua siga fluyendo por el filtro una vez cumplida su vida útil).

## Sostenibilidad

Esto se refiere a consideraciones "externas" del filtro, como son la sostenibilidad de los filtros (deben ser duraderos y con un impacto ambiental mínimo en cuanto a materiales utilizados, reciclaje, reutilización de partes del filtro, etc. y precisar el menor número de consumibles posible o de preferencia ninguno), su empaquetado para reducir al mínimo el volumen de transporte y la huella ambiental, así como su asequibilidad, con un coste objetivo por debajo de los USD 20 por filtro para una familia.

4 Brown, Joe, y Thomas Clasen, 'High Adherence Is Necessary to Realize Health Gains From Water Quality Interventions', PLoS One, vol. 7, no. 5, 7 de mayo de 2012, e36735. doi: 10.1371/journal.pone.0036735.



# Tipos de filtros

Hay una extensa gama de tipos de filtros en cuanto a material de filtrado, procesos de filtrado y formas, diseño y facilidad de uso. Aquí se presentan y describen los principales tipos de filtros disponibles en el mercado a nivel global (véase el Cuadro 2). Se incluye también la desinfección solar, como principal método alternativo de tratamiento de agua no químico (excluyendo la ebullición).

No hay una única solución válida para todos los contextos, y la tecnología de filtrado más adecuada dependerá de los parámetros locales y requisitos de los programas, siendo una de las consideraciones clave la aceptabilidad por parte de los usuarios objetivo (véase el Cuadro 3).

## Filtración cerámica

Los filtros cerámicos son los más utilizados a nivel de hogar, con la ventaja de ser fabricados en todo el mundo a bajo coste y tener una alta aceptación en muchos países de ingresos

bajos. Los poros de los filtros cerámicos pueden ser muy reducidos en tamaño, hasta 0,2 micras, por lo que eliminan bacterias y protozoos (aunque los virus solo en parte), normalmente con una eficiencia de entre 2 y 3 log, mientras que el caudal de flujo puede oscilar entre 2 y 15 litros por hora, dependiendo del tipo y el número de elementos de filtrado (de 2 a 4 l/h por elemento). Los filtros cerámicos a veces incorporan carbón activo para eliminar sabores y olores, y/o pueden ir recubiertos o estar impregnados de plata para evitar el crecimiento bacteriano en la superficie cerámica.

Algunos filtros cerámicos contienen aditivos, como los compuestos de bromo, que se dispersan en el agua filtrada con la finalidad de eliminar también los virus, pero su uso debe ser estudiado con cautela. Estos aditivos suelen tener una vida útil limitada en cuanto a su eficiencia (además de carecer de mecanismo de seguridad) que, por otra parte, no está aun suficientemente documentada.

### Cuadro 2. Principales tipos de filtros disponibles en el mercado global

Grupo	Subgrupo
Filtración cerámica	Cubo + olla
	Cubo + vela(s), vertical/horizontal
	Filtros cerámicos de sifón
Filtración y ultrafiltración por membrana	Filtros por gravedad
	Filtros por bombeo
	Filtros de tapón de rosca
Otros filtros	Filtros de varias etapas
	Filtros de bioarena
Desinfección solar	Botellas de plástico de tereftalato de polietileno (PET) (desinfección solar)
	Bolsas solares

El cuadro siguiente compara los distintos métodos en relación con parámetros clave. No hay una solución adecuada a todos los contextos, por lo que la tecnología de filtración más adecuada dependerá de las características locales y los requisitos del programa, y la aceptabilidad por los usuarios objetivo será una consideración primordial.

**Cuadro 3. Comparación de los distintos métodos en base a los parámetros clave**

Tipo de filtro/ tratamiento	Contexto	Facilidad de transporte	Precio	Protección	Caudal	Capacidad/ Vida útil	Instalación	Operación y mantenimiento	Almacenado seguro
Cubo + olla cerámica	Desarrollo	☹️	😊	☹️	😐	😐	😊	😐	😊
Cubo + vela(s) cerámica(s)	Desarrollo	☹️	😐	😐	😐	😊	😐	😊	😊
Filtros cerámicos de sifón	Desarrollo	☹️	😊	😐	😊	😐	😐	☹️	☹️
Filtros de membrana por gravedad	Desarrollo	😐	😐	😊	😐	😊	😐	☹️	😐
Filtros de membrana por bombeo	Ambos	😐	☹️	😊	😊	😊	☹️	☹️	☹️
Filtros de membrana de tapón de rosca	Emergencias	😊	☹️	😐	😊*	☹️	😊	😐	☹️
Filtrado de varias etapas	Desarrollo	☹️	😊	☹️	😐	😐	😐	😊	😊
Filtros de bioarena	Desarrollo	☹️	😐	☹️	😊	😊	☹️	😐	☹️
Botellas de plástico PET (SODIS)	Desarrollo	😊	😊😊	😐	☹️	☹️	😊	☹️	😊
Bolsas solares	Emergencias	😊	😐	😐	☹️	😐	😊	☹️	😊

\*Sin succión, el caudal es bajo

Nota: Es importante diferenciar entre productos con revestimiento o impregnación de plata (que pueden tener un impacto positivo en el tratamiento de agua como producto secundario) y productos en base a plata que dependen únicamente de la plata coloidal para desinfectar el agua. Estos últimos no se recomiendan como solución para el tratamiento de agua, al no haber superado la evaluación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y no haber obtenido la certificación correspondiente. Estos productos podrían dar a los usuarios una falsa sensación de seguridad en cuanto a la potabilidad del agua, exponiéndolos a un nivel de riesgo inaceptable.

En el caso de los filtros cerámicos, la rotura implica la anulación de su eficiencia, ya que el agua contaminada pasaría del recipiente de agua superior al contenedor de agua inferior. Esto solo se observaría mediante inspección visual o un caudal inusualmente alto, en cuyo caso el componente cerámico se deberá sustituir. En algunas regiones, los usuarios finales hierven los elementos

filtrantes cerámicos para limpiarlos. Esto puede provocar grietas en el elemento filtrante, con el consiguiente riesgo para la salud, y debe evitarse. En estas regiones, es preferible evitar el uso de filtros cerámicos, o entregarlos a los usuarios junto con una formación adecuada.

## FILTROS CERÁMICOS (CUBO + OLLA)

**Descripción:** Se introduce una olla cerámica en un contenedor de agua. El agua se vierte en la olla y se filtra por gravedad al recipiente inferior, dotado de un grifo para el suministro de agua. Las ollas cerámicas en ocasiones están recubiertas de plata coloidal para evitar el crecimiento de patógenos en su superficie.



El caudal de este tipo de filtros suele ser de entre 3 y 4 l/h.

## PRODUCTO DESTACADO **FILTRO PURIFAAYA**

**Descripción:** Fabricado en Uganda con productos locales, consta de un cubo de 20 litros con tapa, asa y grifo, en el interior del cual hay un recipiente cerámico de 10 litros recubierto de plata. El agua a tratar se vierte en el recipiente cerámico y la filtración sucede por gravedad. El agua limpia se recoge en la parte inferior del cubo (10 litros) y se dispensa a través del grifo.

**Rendimiento:** El filtro Purifaaya fue evaluado por la OMS y certificado para una protección específica (puntuación de 1 estrella, con una reducción mínima de bacterias y protozoos de 2 log, algo menos para virus). Su caudal es de 2,5 a 5 l/h y su ciclo vital de 2 años, pasados los cuales el caudal baja.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** El filtro es fácil de instalar, operar y mantener. El mantenimiento se hace limpiando el recipiente cada dos semanas con un paño y agua, y el cubo con agua y jabón.

**Sostenibilidad:** El coste orientativo de un filtro es de USD 22,6 (USD 0,0015/l). No precisa consumibles para su funcionamiento, y al ser apilable el volumen de transporte es menor (aunque alto, no obstante). El cubo, si no se ha roto, puede reutilizarse al final de la vida útil del filtro.

**Ventajas comparativas:** Fácil de instalar y utilizar, funciona también con agua turbia.

**Desventajas:** Eliminación de virus limitada, y alto volumen para el transporte.

**Para más información, ir a:** <https://spouts.org>





Las ollas cerámicas suelen fabricarse a nivel local (ya que el riesgo de rotura durante el transporte internacional es alto) y a bajo coste, con un caudal y vida útil (al menos dos años) aceptables. En comparación con las velas, las ollas cerámicas no tienen riesgo de fugas por instalación deficiente. No se precisan consumibles para su operación y mantenimiento, y el cubo puede reutilizarse al final de la vida útil del filtro.

Es necesario limpiar el filtro con un cepillo o paño de forma periódica para evitar que se obstruyan los poros, así como también limpiar el recipiente de agua por razones de higiene. La eliminación de patógenos suele ser menor que en los filtros de vela o plato, pero sigue siendo en torno a 2 o 3 log (salvo para virus, que no son eliminados con este tipo de filtro).

**Coste de ciclo de vida:** El coste medio de este tipo de filtro para dos años es de USD 23,5 (de USD 18 a USD 30).

**Ejemplos de modelos:** Spouts Purifaaya, Filtron Nica.

## FILTROS CERÁMICOS (CUBO + VELA[S])

**Descripción:** La(s) vela(s) cerámica(s) se fija(n) (debidamente sellada[s]) al fondo de un recipiente; el agua se filtra por gravedad a un contenedor seguro inferior. El elemento de filtrado cerámico puede adoptar distintas formas: vela(s) vertical(es)/ horizontal(es), en forma de bóveda o de plato. En algunos casos, la salida de la vela cerámica al contenedor inferior lleva un tubo para aumentar el caudal, que suele ser de unos 4 l/h.



## PRODUCTO DESTACADO KATADYN RAPIDYN

**Descripción:** Parecido a los filtros tradicionales de vela con cubo, pero en este caso la vela es horizontal. Se suministra sin los contenedores de agua, que se deben comprar localmente. Puede adquirirse como kit de sifón, con un tubo conectado al filtro que canaliza el agua a un recipiente de agua potable.

**Rendimiento:** Este filtro cerámico de microfiltración (poros de 0,2 µm) fue evaluado por la OMS, recibiendo una puntuación de 1 estrella de protección específica, con reducción de bacterias y protozoos de 4 log. Tiene un caudal de 4 l/h y capacidad para 20.000 l. El almacenado seguro se realiza en el cubo inferior.

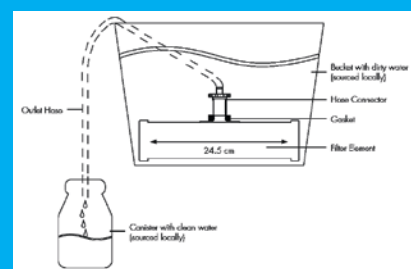
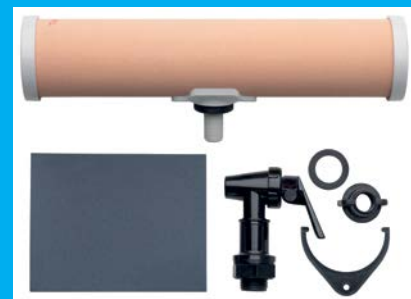
**Facilidad de uso / aceptabilidad:** Muy fácil de utilizar. El mantenimiento se realiza limpiando la vela periódicamente, siendo este el mecanismo de seguridad. Debe instalarse correctamente para que funcione bien, pues si hay fugas de agua al recipiente inferior el filtro será ineficiente.

**Sostenibilidad:** El precio orientativo por unidad es de USD 19 (USD 0,001/l). Utilizando cubos locales para una mayor sostenibilidad, caben 600 unidades del filtro por pallet. No se precisan consumibles para su funcionamiento.

**Ventajas comparativas:** La vela horizontal se coloca en el fondo y por tanto está más tiempo cubierta de agua y con mayor presión de agua, lo que significa un mayor caudal durante más tiempo.

**Desventajas comparativas:** La vela es más difícil de limpiar para su mantenimiento (sobre todo su parte inferior). No cabe en cualquier cubo, pues el diámetro inferior debe ser superior a 25 cm.

**Para más información, ir a:** <https://www.katadyngroup.com/int/en/item~p6739>



## PRODUCTO DESTACADO **FILTROS NAZAVA**

**Descripción:** Los filtros Nazava tienen una o dos velas cerámicas, que pueden colocarse en la estructura diseñada al efecto, con recipiente y contenedor, o en cubos comprados localmente. La vela cerámica, en forma de bóveda, impregnada de plata y con carbón activado en su interior, puede colocarse de forma vertical u horizontal en el modelo Riam.

**Rendimiento:** Los filtros Nazava fueron probados por el Programa internacional de la OMS para evaluar las tecnologías de tratamiento de agua en el hogar, obteniendo una puntuación de 1 estrella (reducción mínima de 2 log para bacterias y protozoos, limitada para virus), con un caudal de 2 l/h y una capacidad de 7.000 l.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** De fácil funcionamiento, el mantenimiento se realiza limpiando el filtro regularmente con el cepillo incluido. Los filtros tienen un indicador de vida útil, que hace de mecanismo de seguridad. La instalación debe hacerse con cuidado (sobre todo cuando se utiliza con cubos comprados localmente) para evitar fugas al contenedor de agua limpia.

**Sostenibilidad:** El precio orientativo por unidad es de USD 14 con la estructura (USD 3 para el filtro únicamente, que se puede comprar también como repuesto, o USD 0,0015/l). Puede utilizarse con cubos adquiridos localmente para una mayor sostenibilidad. No se precisan consumibles para su operación (salvo si se cambia la vela).

**Ventajas comparativas:** Precio del elemento de filtro muy bajo, pudiendo instalarse en cubos comprados localmente; la estructura del filtro completo también es de bajo precio.

**Desventajas comparativas:** Bajo caudal y vida útil más corta (7.000 l).

**Para más información, ir a:** [www.nazava.com/en/](http://www.nazava.com/en/)



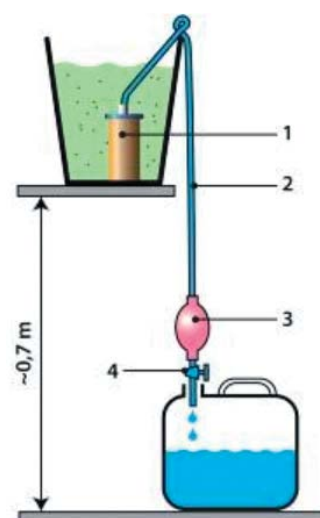
Esta opción tiene la ventaja de ser de muy bajo volumen si los cubos se adquieren localmente (deberán ajustar perfectamente), reduciendo los costes de transporte. La vida útil del producto puede llegar a 5 años si se mantiene adecuadamente con limpieza periódica, sin necesidad de consumibles, y el fin de la vida útil puede medirse por el diámetro de la vela. El rendimiento es mayor que el de ollas cerámicas en bacterias y protozoos, pero la eliminación de virus sigue siendo limitada. Los principales riesgos son rotura del elemento de filtrado (especialmente los platos) y la instalación deficiente del filtro, que redundaría en fugas.

**Coste de ciclo de vida:** El coste medio de este tipo de filtro para 2 años es de USD 27,3 (de USD 8,5 a USD 65).

**Ejemplos de modelos:** Kits de filtrado Katadyn Rapidyn y Ceradyn, filtros de agua por gravedad Rainfresh, filtros de agua de vela Berkey, filtros Nazava, Imerys ImerPure, Tulip Table Top.

## FILTROS CERÁMICOS DE SIFÓN

**Descripción:** Se coloca un filtro de componente cerámico en un recipiente con el agua a tratar y se conecta a un tubo de sifón que acaba en un contenedor de agua limpia (ubicado entre 50 cm y 1 m por debajo), con un componente de bombeo para iniciar el flujo (como un bulbo o similar). El caudal habitual a través del filtro es de entre 4 y 5 l/h.



Los filtros cerámicos con un tubo para aumentar el caudal que conecta los recipientes superior e inferior no entran en esta categoría, siendo filtros cerámicos con vela.

## PRODUCTO DESTACADO SIFÓN TULIP

**Descripción:** El filtro Tulip comprende un elemento de filtro cerámico (rodeado de un prefiltro lavable) y una manguera con bulbo de goma y grifo. El elemento de filtro se introduce en el contenedor de agua a tratar, que se situará unos 70 cm por encima de un recipiente protegido para agua limpia. Al presionar el bulbo, se inicia la presión del sifón de modo que el agua fluye por la manguera al recipiente de agua limpia.

**Rendimiento:** El filtro de sifón Tulip utiliza el mismo componente cerámico que el Tulip Table Top, que fue evaluado por la OMS y certificado para protección específica frente a bacterias y protozoos (reducción mínima de 2 log), con puntuación de 1 estrella. El caudal es de 4 a 5 l/h, con una capacidad total de filtración de 7.000 l, tras lo cual se debe sustituir el elemento de filtro.

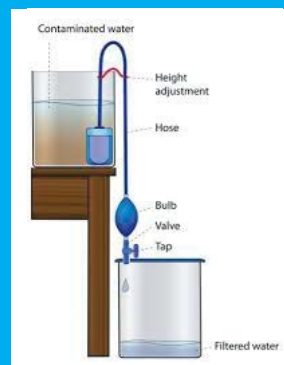
**Facilidad de uso / aceptabilidad:** El uso de este filtro requiere una formación mínima (los primeros 20 l tratados deben desecharse, el bulbo de goma debe accionarse para lograr un caudal de flujo aceptable, y el filtro requiere retrolavado). El mantenimiento se realiza limpiando el prefiltro y cepillando el elemento cerámico con la esponjilla incluida con el filtro. Como mecanismo de seguridad, se incluye un dispositivo de plástico para medir el diámetro del filtro.

**Sostenibilidad:** El coste medio del filtro es de USD 24,5 (USD 0,003/l). Se utiliza con contenedores locales para una mayor sostenibilidad y bajo volumen de transporte. No se precisan consumibles para su funcionamiento.

**Ventajas comparativas:** Bajo volumen de transporte y mayor caudal en comparación con los filtros cerámicos por gravedad. Se puede utilizar con cualquier cubo o recipiente.

**Desventajas comparativas:** Una vida útil corta y facilidad de uso relativa, pues precisa formación a su entrega. Las rugosidades en la manguera en la unión con el bulbo podrían favorecer el crecimiento de patógenos.

**Para más información, ir a:** [www.basicwaterneeds.com/tulip-siphon/](http://www.basicwaterneeds.com/tulip-siphon/)



Además de ser ligeros y fáciles de transportar, estos filtros se pueden utilizar con cualquier recipiente (por lo que no hay limitaciones en su instalación) y no hay riesgo de fugas de un contenedor a otro. El caudal es algo mayor que en filtros de olla o de vela cerámica, con niveles de protección parecidos.

Sigue habiendo riesgo de rotura y, aunque no se precisan consumibles para su funcionamiento o mantenimiento, el proceso de limpieza no es tan sencillo como en otros filtros cerámicos, pues precisa un retrolavado periódico.

**Coste de ciclo de vida:** El precio medio de este tipo de filtro para dos años es de USD 22,7 (de USD 14 a USD 35).

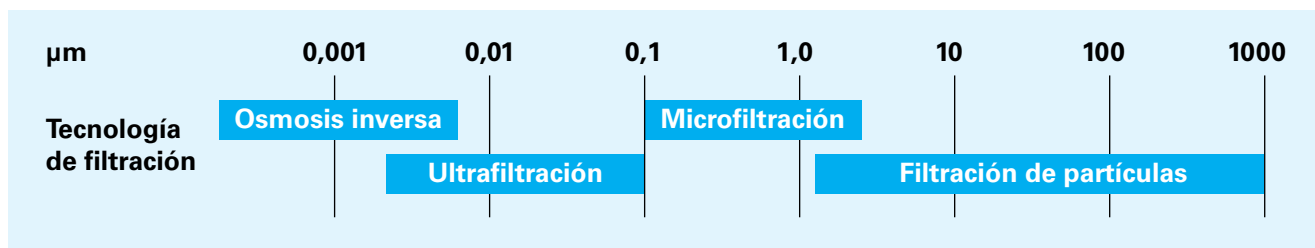
**Ejemplos de modelos:** Tulip Siphon, Katadyn Siphon.

## Filtración y ultrafiltración por membrana

Junto con la filtración cerámica, la filtración por membrana es el método más utilizado para el filtrado en el hogar. El proceso de filtración por membrana se basa en poros en la superficie de la membrana que dejan pasar el agua, pero no los patógenos, que son de mayor tamaño. La filtración por membrana se divide en dos tipos principales, dependiendo del tamaño de las partículas bloqueadas por la membrana: filtración (incluyendo microfiltración), que bloquea partículas de 0,1  $\mu\text{m}$  y mayores, y ultrafiltración, que bloquea partículas de hasta 10 nm (véase la Figura 3).

Cuánto más pequeñas sean las partículas bloqueadas por el filtro, más eficaz será en la eliminación de patógenos de todo tipo, incluyendo los virus, del agua filtrada (la eliminación de virus y bacterias más pequeñas

**Figura 3. Tecnologías de filtración y tamaño de partículas**



es la principal ventaja comparativa de las membranas de filtración con respecto a los filtros cerámicos). Si bien la ultrafiltración elimina la mayoría de patógenos, las partículas más pequeñas, como la sal disuelta en el agua o los virus más pequeños, permanecen. Por otra parte, cuanto más fino sea el filtro, más difícil será que el agua fluya a través de él, por lo que a menudo se requiere presión adicional, además de la gravedad, para que el proceso de filtrado proporcione un flujo aceptable. La filtración en el hogar no elimina minerales del agua, precisando para ello osmosis inversa.

Independientemente del tamaño de los poros, los filtros de membrana tienden a obstruirse con el tiempo (especialmente con agua turbia), lo que reducirá y en última instancia parará el flujo de agua. Por tanto, deben ser retrolavados de forma periódica para mantener un nivel adecuado de rendimiento, y sustituidos después de un tiempo.

### FILTROS DE MEMBRANA POR GRAVEDAD

**Descripción:** Los filtros de membrana por gravedad adoptan distintos diseños. Algunos son similares a los filtros cerámicos de sobremesa, con un recipiente y un contenedor seguro para el agua, y el elemento de filtrado en el contenedor superior (con o sin tubo). Otros se fijan al inicio o final de un tubo de alrededor de 1 m, a veces utilizando el efecto sifón, unido a un contenedor rígido o una bolsa (bajo volumen de transporte). La mayoría de las opciones no incluyen almacenamiento seguro. Algunos llevan un prefiltro y/o recubrimiento de carbón activo. El tamaño del poro varía desde 0,1 µm (en el límite para la calificación de ultrafiltración) hasta 0,02 µm (reducción mínima de 4/5 log de todos los patógenos), por lo que se pueden eliminar los virus de forma eficiente, a diferencia de los filtros cerámicos.

Estos filtros precisan retrolavado (sobre todo en caso de agua turbia), que se realiza bien con una bomba integrada o con una jeringa a través del tubo o elemento filtrante. Dado que la instalación y el mantenimiento de filtros de membrana es más complicado que en los filtros cerámicos, hay que pensar en impartir formación al usuario final. Este tipo de filtro no suele precisar consumibles y la vida útil es relativamente más alta que la de los filtros cerámicos, si se utiliza adecuadamente y si hay cartuchos de repuesto en el mercado.



El caudal para este tipo de filtro oscila entre 2,5 y 12 l/h, dependiendo de la configuración del filtro y el tamaño de los poros de la membrana.

En algunos modelos hay riesgo de fugas de agua si el elemento de filtro o el tubo no están debidamente adaptados al contenedor con el agua sin tratar. No hay mecanismo de seguridad en caso de romperse la membrana, salvo un caudal excesivamente alto.

**Coste de ciclo de vida:** El coste medio de dos años para este tipo de filtro es de USD 28,9 (de USD 15,8 a USD 46).



## PRODUCTO DESTACADO **LIFESTRAW FAMILY 1.0**

**Descripción:** Este filtro de membrana de ultrafiltración (tamaño de poro de  $0,02 \mu\text{m}$ ) incluye un recipiente de 2 litros con prefiltro en el fondo para eliminar partículas gruesas, conectado a una manguera que conduce al cartucho de membrana de ultrafiltración de fibra hueca y un grifo. El agua pasa a través del cartucho de filtro por gravedad, y se dispensa a través del grifo. El recipiente de 2 litros debe colgarse o suspenderse por encima de un recipiente de almacenado. Dispone de un bulbo para el retrolavado del cartucho. El filtro LifeStraw Family 2.0 es una versión de sobremesa del mismo elemento filtrante.

**Rendimiento:** Este filtro ha sido certificado por la OMS como de protección exhaustiva con una calificación de 3 estrellas (reducción mínima de bacterias, protozoos y virus de 4 log). El caudal estimado es de 12 l/h cuando está nuevo, y la capacidad total esperada es de 18.000 l. El almacenado seguro de agua limpia se debe adquirir por separado.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** Este filtro no es sencillo de utilizar ni de mantener (el manual del usuario tiene 10 páginas), y es necesario formar a los usuarios finales para su correcta utilización. Se requiere una limpieza previa del filtro y retrolavado. No hay mecanismo de seguridad, pero la filtración se detiene al final de la vida útil del filtro.

**Sostenibilidad:** El coste orientativo del filtro LifeStraw Family 1.0 es de USD 20,6 (precio para ONG) o USD 0,0015/l. No se precisan consumibles, ni electricidad, y tiene un bajo volumen para el transporte.

**Ventajas comparativas:** El nivel de protección, caudal y vida útil del filtro son altos.

**Desventajas comparativas:** Complicado en cuanto a operación y mantenimiento, por lo que es susceptible de utilizarse mal.

**Para más información, ir a:** [www.lifestraw.com/](http://www.lifestraw.com/)



## PRODUCTO DESTACADO **UZIMA 2.0**

**Descripción:** El filtro Uzima 2.0 es un dispositivo de sobremesa de microfiltración (tamaño del poro de  $0,1 \mu\text{m}$ ) por membrana que funciona por gravedad. El filtro instalado comprende dos cubos de 20 litros que se colocan uno encima del otro, el superior para el agua a tratar y el inferior para el almacenado de agua limpia. El cartucho de filtrado se enrosca en el fondo del cubo superior. El agua fluye por gravedad a través del filtro hasta el cubo inferior, que lleva un grifo.

**Rendimiento:** El elemento de filtrado fue evaluado por la OMS y certificado como de protección específica (calificación de 1 estrella por reducción mínima de bacterias y protozoos de 2 log, y reducción limitada de virus). El caudal es de 60 l/h cuando el cubo superior está lleno, y la vida útil se calcula en 10 años.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** El filtro es sencillo de utilizar, y es similar a otros filtros de sobremesa. La instalación, si no se realiza antes de su distribución, es primordial para evitar fugas. El mantenimiento precisa retrolavado periódico del cartucho de filtro con el limpiador que se proporciona, algo que requiere cierta formación de cómo y cuándo hacerlo.

**Sostenibilidad:** El precio orientativo de Uzima 2.0 es de USD 35 o USD 0,0001/l. No se precisan consumibles para su utilización. El cartucho de filtro tiene un volumen bajo, a diferencia de los cubos, aunque estos se pueden apilar. El cubo inferior puede reutilizarse al final de la vida útil del filtro.



*(continúa en la página siguiente)*

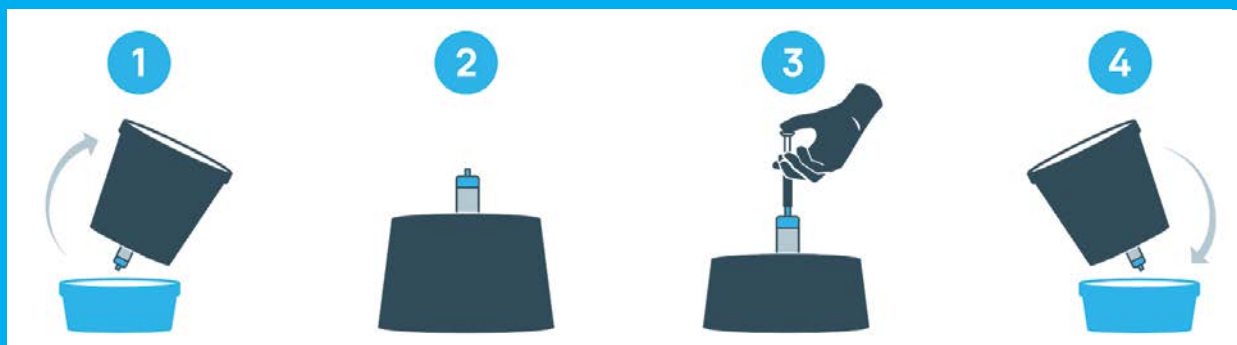


(viene de la página anterior)

**Ventajas comparativas:** Caudal muy alto (que disminuye a lo largo de la vida del filtro). Vida útil declarada alta por un precio relativamente bajo. Adecuado para agua turbia, y el proceso de retrolavado es también relativamente sencillo (ver la ilustración abajo).

**Desventajas comparativas:** El nivel de protección es bajo comparado con otros filtros de membrana (parecido al nivel de protección de los filtros cerámicos, en el extremo alto del espectro de microfiltración).

**Para más información, ir a:** <https://uzimafilters.org/our-products/uz-2/>



**Ejemplos de modelos:** LifeStraw Family 1.0 y 2.0, filtros de agua Uzima (UZ-1, UZ-2 y UZ-BP), Katadyn Gravity BeFree, Village Water Filters VF 100, Innologic Siphon-C-Ultra, filtro Sydney 905.

## FILTROS DE MEMBRANA POR BOMBEO

**Descripción:** Hay dos tipos principales de filtros de membrana por bombeo. El primero recoge agua de un recipiente (ya sea un cubo o una fuente de agua) mediante un tubo. El agua se bombea a través del filtro y llega al contenedor a través de una manguera o grifo. El segundo tipo almacena el agua en un recipiente, donde se bombea de forma manual en cualquier momento a través de un grifo de salida que lleva incorporado el elemento de filtrado. Tanto el cubo como el grifo pueden ser reutilizados al final de la vida útil del filtro.

El diseño de estos filtros permite un tamaño de los poros de la membrana menor (entre 0,01 y 0,02  $\mu\text{m}$ ) con una reducción potencial de hasta 5 log de todos los patógenos (incluidos los virus), garantizando al mismo tiempo un caudal mayor que puede alcanzar entre los 75 y los 240 l/h en condiciones óptimas, muy superior al de otros filtros para el hogar. Por contra, se requiere esfuerzo físico para utilizar el filtro y tratar el agua. La vida útil varía, desde 5.000 a 100.000 litros por cartucho filtrante, en función del modelo, y sin que se precisen consumibles.



La vida útil total depende de la disponibilidad de cartuchos filtrantes de repuesto a nivel local.

En cuanto a riesgos, son los mismos que para los filtros de membrana por gravedad (la necesidad de retrolavado periódico, riesgo de obstrucción de la membrana y sin mecanismo de seguridad, etc.). Un riesgo adicional de este tipo de filtro es que un bombeo con excesiva fuerza puede sobrepasar la membrana, anulando así la eficiencia del filtro. Esto sucedió con el filtro Grifaid durante pruebas de certificación de la OMS (el producto fue modificado posteriormente).

**Coste de ciclo de vida:** El coste medio de este tipo de filtro durante dos años es de USD 149,5 (de USD 39 a USD 275,7).

## PRODUCTO DESTACADO **ROAMFILTER PLUS**

**Descripción:** Este filtro está en el límite entre uso en el hogar y uso comunitario, pero se ha incluido en esta guía por su bajo peso y volumen. ROAMfilter Plus es un filtro de membrana con un diseño intuitivo en forma de bomba de bicicleta. El cartucho filtrante tiene poros de tamaño 0,02 µm. Se utiliza sujetándolo con los pies y bombeando con el mango para hacer pasar el agua desde la fuente a través del filtro y hasta el grifo integrado. Puede utilizarse también en una instalación accionada por gravedad. El dispositivo pesa 4.2 kg con embalaje.

**Rendimiento:** El ROAMfilter Plus ha sido evaluado por la OMS y calificado de desempeño exhaustivo, con una reducción de 8 log en bacterias y protozoos y 4 log en virus. El caudal ha sido medido por el Depósito de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas en 216 l/h. La vida útil es de dos años. No incluye almacenamiento seguro.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** La utilización de este filtro es intuitiva gracias a su diseño. La instalación requiere múltiples pasos, incluyendo cebado de la bomba. Su operación requiere esfuerzo físico, y el mantenimiento precisa lavado, limpieza química y sustitución del prefiltro. El mecanismo de seguridad requiere la realización de una prueba específica.

**Sostenibilidad:** El precio orientativo del ROAMfilter Plus para organizaciones sin ánimo de lucro es de USD 250 o USD 0,0005/l. Se precisan consumibles para su funcionamiento (limpieza química). El dispositivo es duradero y tiene un reducido volumen para el transporte.

**Ventajas comparativas:** Caudal muy alto comparado con otros filtros, y una capacidad total también alta. El nivel de protección está en el espectro alto para filtros de membrana.

**Desventajas comparativas:** Difícil de instalar y mantener. El coste de capital es alto (pero el precio por litro bajo). Se precisan consumibles para una utilización correcta.

**Para más información, ir a:** [www.wateroam.com/](http://www.wateroam.com/)



## PRODUCTO DESTACADO **ORISA**

**Descripción:** ORISA es un filtro compacto que utiliza membranas de fibra hueca de ultrafiltración (0,01 µm) junto con un prefiltro de 50 micras. Utiliza un sistema de bombeo que succiona el agua a través del filtro hasta la manguera de salida. El dispositivo pesa 2,1 kg en vacío. Hay distintos kits optativos que permiten su conexión a la red o el bombeo de agua a 1,5 m de distancia, así como un kit de reparación y mantenimiento.

**Rendimiento:** Gracias al reducido tamaño de los poros, este filtro ha logrado la más alta calificación del Programa de la OMS en protección exhaustiva (reducción 8 log de bacterias y protozoos y 5 log de virus). Tiene un caudal de 180 l/h cuando el cartucho del filtro es nuevo, y una capacidad de al menos 15.000 litros por cartucho. No incluye almacenamiento seguro.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** ORISA es relativamente sencillo de utilizar. El filtro debe ser preparado y cebado antes de su uso, y necesita un retrolavado periódico. Se puede llevar a cabo una prueba de seguridad para comprobar la integridad de la membrana. Se necesitará una formación mínima para los usuarios finales a la entrega de los filtros.



*(continúa en la página siguiente)*

(viene de la página anterior)

**Sostenibilidad:** El precio orientativo de este filtro es de USD 105 o USD 0,007/l. No se precisan consumibles para su funcionamiento, pero sí una pequeña cantidad de cloro para su mantenimiento periódico. Se proporcionan algunas piezas de repuesto (juntas de sustitución). El cartucho de filtrado debe cambiarse tras unos 15.000 litros para prolongar la vida útil de ORISA.

**Ventajas comparativas:** Solución fiable para emergencias, caudal alto, excelente nivel de protección y bajo volumen para el transporte.

**Desventajas comparativas:** La instalación y el mantenimiento requieren cierta formación para los usuarios finales. Coste de capital más alto (producto más adecuado para la programación a largo plazo).

**Para más información, ir a:** <https://www.fontodevivo.fr/orisa-purificateur-eau/>



**Ejemplos de modelos:** ROAMfilter Plus, LifeSaver Cube y Jerrycan, Grifaid Family Filter, Orisa.

## FILTROS DE MEMBRANA DE TAPÓN DE ROSCA

**Descripción:** Este tipo de filtros utiliza membranas de ultrafiltración acopladas a un tapón de rosca. Algunos se pueden utilizar en cualquier botella, otros en botellas diseñadas al efecto (y por tanto no intercambiables), y uno de nuevo diseño en garrafas de 25 litros. La filtración se realiza de forma sencilla succionando el agua a través del filtro en el caso de las botellas, y por gravedad en el caso de la garrafa de 25 litros. Es importante tener en cuenta que los filtros de tapón de rosca para botellas se consideran soluciones individuales (pero pueden ser compartidos por una familia en situaciones de emergencia).

El tamaño de los poros de la membrana suele ser de 0,1  $\mu\text{m}$ , por lo que se logra una reducción eficiente de bacterias y protozoos, pero no necesariamente de virus. Sí permite, no obstante, un caudal de flujo alto que puede llegar a los 2 litros por minuto cuando se bebe de la botella, y una capacidad típica de 1.000 litros antes de tener que sustituir el filtro



(una capacidad relativamente baja para filtros de membrana que hace aumentar el costo a largo plazo y el impacto ambiental).

Los filtros de tapón de rosca ocupan un volumen muy reducido, lo que facilita su transporte en grandes cantidades.

**Coste de ciclo de vida:** El coste medio de este tipo de filtro durante dos años es de USD 105 (de USD 51 a USD 139).

**Ejemplos de modelos:** Katadyn BeFree Tactical, Faircap, Filtro de bidón Nanomaji, Sawyer MINI Water Filter, LifeStraw Flex, nkd Pod.

## PRODUCTO DESTACADO FAIRCAP

**Descripción:** filtro de membrana con tamaño de poro de 0,1 µm que puede acoplarse a la mayoría de botellas (de distintos tamaños) del mercado. Faircap es un filtro individual, ya que el agua pasa a través del filtro por succión. Una tapa cubre la boquilla de salida de agua. El objetivo del Proyecto Faircap es llegar a un precio de producción de USD 5 por filtro, utilizando técnicas de impresión 3D.



**Rendimiento:** La reducción de bacterias y protozoos es buena, pero no así con todos los virus (Faircap se incluirá en la siguiente ronda de evaluación de la OMS). El caudal es alto gracias a la succión (0,67 l/min según pruebas del Depósito de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas) y la capacidad total del filtro es de 1.000 litros.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** El filtro es fácil de instalar (se enrosca en una botella) y utilizar (se bebe como si se estuviera utilizando una pajita). No incluye mecanismo de seguridad, aunque la obstrucción del filtro podría impedir su utilización al final de la vida útil.

**Sostenibilidad:** El precio actual de producción es de USD 7 o USD 0,007/l. No se precisan consumibles para el adecuado funcionamiento del filtro Faircap. Tiene un volumen muy reducido para el transporte.

**Ventajas comparativas:** Caudal alto, bajo volumen y fácil e intuitivo de utilizar.

**Desventajas comparativas:** Solución individual (no para el hogar), capacidad total baja comparado con filtros para el hogar, y protección limitada frente a virus.

**Para más información, ir a:** <https://faircap.org/>

## Otros tipos de filtrado

### FILTROS DE VARIAS ETAPAS

**Descripción:** Este tipo de filtros tiene una amplia distribución y puede encontrarse en los pequeños mercados locales de la mayoría de países a un precio relativamente bajo. Utiliza una filtración por etapas, que suele empezar por filtración cerámica (poros de tamaño de 0,3 micras), tras lo cual el agua pasa por una serie de elementos distintos ubicados por debajo de la vela cerámica hasta llegar al recipiente inferior. Estas etapas pueden incluir carbón activado, arena de sílice, zeolitas, arena mineral y resina de intercambio de iones, entre otros elementos. No hay un acervo de evidencia que demuestre de forma categórica que estas etapas adicionales tengan un impacto beneficioso sostenible en el agua tratada, o un beneficio positivo para la salud, excepto el carbón activo. Por tanto, y para este tipo de filtros, se recomienda comprobar el elemento cerámico del filtro (tamaño de poro, caudal esperado, etc.) sin importar las demás etapas

de filtrado, ya que tendrían escaso o nulo valor añadido, salvo en cuanto a estética. Dado que el número de fabricantes de este tipo de filtros es muy numeroso (sobre todo en el sudeste asiático) y la calidad de los productos varía enormemente, se recomienda obtener una certificación de laboratorio independiente (ya sea internacional o de un laboratorio nacional de renombre) antes de su adquisición.

No se precisan consumibles para su funcionamiento (salvo sustitución de la vela cerámica o cartucho, si están disponibles a nivel local). El volumen de transporte es mayor





que en la mayoría de otros filtros, ya que se embalan en una caja de forma individual, pero los dos recipientes caben uno dentro del otro.

**Coste de ciclo de vida:** El coste medio de este tipo de filtro durante dos años es de USD 15,4 (de USD 5,9 a USD 23,6).

**Ejemplos de modelos:** Korea Queen.

## FILTROS DE BIOARENA

**Descripción:** Junto con los filtros de olla cerámica, este es el otro método de filtrado de bajo costo más habitual y generalizado (la tecnología de filtración por bioarena es de fuente abierta). El filtro de bioarena consta de un contenedor (habitualmente de plástico, cemento o acero) lleno de arena, con gravilla gruesa y gravilla fina en el fondo, que se limpia en un principio con agua. Un recipiente de agua en la zona superior (o difusor) reparte el agua por la arena, y hay un tubo de salida que se eleva desde el fondo del recipiente hasta unos centímetros por encima del nivel de arena. Al tener una carga de agua en el contenedor por encima de la superficie de arena, el agua filtrada por la arena fluye por el tubo de salida gracias a la presión hidrostática (sin necesidad de grifo) a un buen caudal medio de 15 l/h.

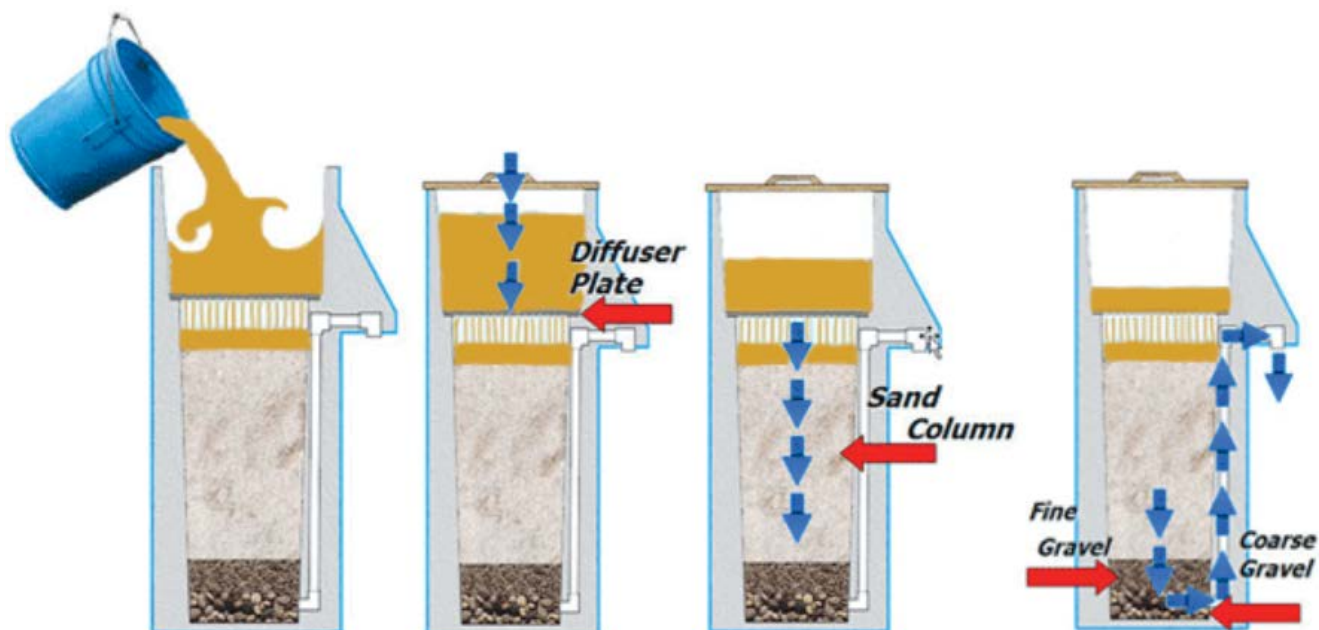
Es importante utilizar agua no tratada, de forma que se establezca una biocapa de microorganismos encima de la arena que permite el flujo de agua pero bloquea e inactiva

los patógenos. Los filtros de bioarena son especialmente eficientes frente a protozoos (reducción 3 a 4 log) pero algo menos contra bacterias (reducción 2 log) y virus (reducción 1 log), y por tanto son, en conjunto, menos eficientes que la mayoría de los demás tipos de filtros. Pueden filtrar agua con una turbidez superior a 50 UNT. No obstante, cuanto mayor la turbidez, mayor será la frecuencia con que se deberá limpiar la parte superior del filtro utilizando un proceso sencillo de “revolver y verter”, para evitar la obstrucción por acumulación de partículas pequeñas o biocapa en la arena (que actúa como mecanismo de seguridad).

Este tipo de filtro se puede construir localmente utilizando materiales locales y no precisa consumibles para su funcionamiento. Solo se precisa jabón para limpiar el difusor y la tapa periódicamente, a la vez que se limpia la capa superior de arena. El filtro puede reutilizarse durante el tiempo que sigan en buen estado los componentes de plástico/acero/cemento.

**Coste de ciclo de vida:** El coste medio de mercado de este tipo de filtro por dos años es de USD 40. No obstante, suele construirse localmente a nivel de hogar, por lo que puede costar USD 10 escasos.

**Ejemplos de modelos:** [Hydrad Biosand Filter](#), [Grosche Biosand Filter](#).





## PRODUCTO DESTACADO **HYDRAID**

**Descripción:** Hydraid es uno de los pocos filtros de bioarena disponibles en el mercado. Es un recipiente de plástico relleno de arena y gravilla, en el que se vierte agua periódicamente. La biocapa de microorganismos que se crea en la superficie de la arena filtra y elimina los patógenos del agua, que fluye mediante presión hidrostática o sifón a un recipiente de agua limpia. La arena y la gravilla se obtienen localmente.

**Rendimiento:** Pruebas independientes muestran una reducción efectiva (3 a 4 log) de protozoos, algo menos efectiva en bacterias (2 log) y de virus (1 log). El caudal de flujo es de 14 l/h, mientras que la vida útil se puede prolongar indefinidamente sustituyendo la capa superior de arena (siempre y cuando el recipiente siga estando en buen estado).

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** El filtro es muy fácil de utilizar, aunque su instalación no lo es tanto (se precisan un tamaño y características específicas de la arena y la gravilla para que el filtro funcione adecuadamente), ni tampoco su mantenimiento, ya que la capa superior de la arena necesita un proceso específico de "revolver y verter" para limpiarla y evitar la obstrucción.

**Sostenibilidad:** El precio orientativo de este filtro es de USD 37,5 (sin la arena, que se adquiere localmente) o USD 0,002/l. No se precisan consumibles (salvo una pequeña cantidad de arena). El filtro es fácil de transportar, con un cubo apilable que se puede reutilizar al final de la vida útil del filtro.

**Ventajas comparativas:** Los filtros de bioarena pueden filtrar agua con un elevado grado de turbidez, tienen un buen caudal y una vida útil larga.

**Desventajas comparativas:** Pueden ser complicados de instalar (se precisa una arena y gravilla específicas) y de mantener, y el nivel de protección es más bajo.

**Para más información, ir a:** [www.hwts.info/products-technologies/07e65cbc/hydraid-biosand-filter](http://www.hwts.info/products-technologies/07e65cbc/hydraid-biosand-filter)



## Desinfección solar del agua

Esta guía va orientada principalmente a filtros de agua para el hogar, pero incluye también la desinfección solar (SODIS), el otro método de tratamiento de agua doméstico no químico más generalizado (aparte del tamizado y la ebullición). A continuación, se describen algunas modalidades de desinfección solar del agua. Aunque el método cambia, el proceso de tratamiento es el mismo: los patógenos que provocan enfermedades diarreicas son inactivados por efecto de los rayos solares, especialmente la gama ultravioleta (UV), ya que tanto los rayos UVA como UVB degradan las proteínas y el ADN/ARN de estos, bien directa o indirectamente. Se hace mención también a la pasteurización solar, que se refiere al tratamiento de agua utilizando el poder radiante del sol para el calentamiento, aunque la mayoría de las soluciones se elaboran a nivel local.

## BOTELLAS DE PLÁSTICO DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) (DESINFECCIÓN SOLAR)

**Descripción:** Es el método clásico y de mayor trayectoria (más de 20 años) de desinfección solar del agua, y se utiliza de forma habitual en países de África, América Central y del Sur, y Asia, principalmente por su sencillez.

Para este método, se utilizan y reutilizan botellas de tereftalato de polietileno (PET), que no deben tener una capacidad superior a 2 litros para que el tratamiento sea efectivo. Las botellas de plástico de agua y bebidas carbonatadas se fabrican casi exclusivamente de PET, y llevan este símbolo. El tratamiento solar no tiene efectos nocivos en el sabor del agua.



En algunos casos, las botellas de plástico son de cloruro de polivinilo (PVC) (utilizadas normalmente para aceites) o policarbonato, en cuyo caso no deben utilizarse para la desinfección solar (SODIS), ya que podrían liberar bisfenol A, un compuesto cancerígeno, durante el tratamiento del agua. Las botellas de cristal suelen tener una transmisión de UV comparable a las botellas PET y por tanto también se pueden utilizar, aunque no resulta tan cómodo.

Es necesario eliminar todas las etiquetas de las botellas, y llenar las botellas con agua que no esté turbia (el tratamiento no resulta eficiente en agua con turbidez superior a 30 UNT, por lo que tendría que ser tamizada o decantada antes de ser tratada). A continuación, se colocan las botellas bajo la luz directa del sol, a un ángulo si es posible, de forma que la superficie de la botella forme un ángulo de 90° con la irradiación solar (como la inclinación de los paneles solares, orientados al sur en el hemisferio norte, y al norte en el hemisferio sur). La botella se deja al sol durante un tiempo determinado, según las condiciones:

- Un día completo para días soleados (al menos seis horas, incluyendo las horas del mediodía)
- Dos días seguidos en caso de que el cielo esté cubierto en más del 50%

- No utilizar la desinfección solar en días de lluvia continua

El proceso es fácil de entender y de llevar a cabo con escasa formación, pero puede resultar laborioso, pues precisa tiempo y esfuerzo para el tratamiento, y más tiempo para que el agua enfríe. Además, puede verse afectado por un sesgo tecnológico, ya que, a diferencia de los filtros u otros métodos, las botellas de agua de plástico llevan asociadas un prestigio muy escaso.

En cuanto a la eliminación de patógenos, y sobre la base de estudios realizados en laboratorio y en situación de campo, SODIS consigue:

- En bacterias: reducción 2 a 5 log
- En protozoos: reducción inferior a 1 log para la mayoría de patógenos
- En virus: reducción superior a 2 log para la mayoría de patógenos

Para más detalles, consultar el portal web de SODIS: [www.sodis.ch/index\\_EN](http://www.sodis.ch/index_EN)

**Productos relacionados:** WADI – El indicador para SODIS.

## PRODUCTO DESTACADO **SODIS WADI**

**Descripción:** WADI es una herramienta para controlar la desinfección del agua utilizando el método SODIS. El dispositivo WADI se coloca junto a las botellas PET puestas al sol para la desinfección del agua y, basándose en la medición de los rayos UV, indica de forma sencilla e intuitiva (con un emoticono sonriente) cuándo ha terminado el proceso y el agua es segura para beber.

**Rendimiento:** El dispositivo WADI utilizado con botellas PET fue certificado por la OMS para protección específica frente a bacterias y protozoos (reducción superior a 2 log), y cierta protección frente a virus (reducción de 2,5 log).

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** El dispositivo WADI es resistente al polvo y al agua, no necesita mantenimiento ni piezas de repuesto, no necesita apenas formación y funciona con energía solar. Tiene también un mecanismo de seguridad: al final de su vida útil, deja de funcionar. Las reticencias de aceptabilidad serán más con el proceso SODIS en sí que con el dispositivo WADI.

*(continúa en la página siguiente)*



(viene de la página anterior)

**Sostenibilidad:** WADI cuesta USD 38,4 (precio orientativo) y está garantizado por dos años, aunque se espera una vida útil mayor. El dispositivo tiene un bajo volumen para transporte y no precisa consumibles (salvo las botellas PET para SODIS).

**Ventajas comparativas:** Con un coste de las botellas prácticamente nulo, WADI puede tratar una gran cantidad de agua a un mismo tiempo. El dispositivo es fácil de entender y de utilizar.

**Desventajas comparativas:** SODIS y WADI dependen del sol y por tanto no son adecuados para su uso en todos los contextos ni en todas las estaciones. El proceso SODIS se puede percibir como largo y laborioso. La eliminación adecuada de este dispositivo al final de su vida útil puede ser un problema.

**Para más información, ir a:** <https://www.helioz.org/en/wadi>

## BOLSAS SOLARES

**Descripción:** Las bolsas solares funcionan bajo el mismo principio que SODIS, pero tienen la ventaja de calentar el agua a una temperatura lo suficientemente alta como para eliminar una mayor gama de patógenos. Las bolsas tienen capacidad para entre 3,5 y 5 litros de agua y están fabricadas de polietileno u otro material equivalente libre de bisfenol A. Se llenan de agua y se ponen al sol para alcanzar una temperatura de 40 °C o más, normalmente sobre una base oscura, y recibir radiación UV, por un tiempo menor que el necesario para SODIS (entre 2 y 4 horas). El resultado es una reducción de bacterias, protozoos y virus de 4 log o superior, alcanzando así el nivel más alto de certificación del Programa para evaluar tecnologías de tratamiento de agua en el hogar de la OMS. Cada modelo de bolsas tiene ciertas diferencias, ya que algunas pueden atrapar partículas de metal en el agua, mientras que otras disponen de un prefiltro, pero en todos los casos es preferible usar agua que no esté turbia para que no disminuya la eficiencia. Una de las bolsas solares disponibles (AquaPak) utiliza principalmente la pasteurización solar, por lo que el tratamiento del agua se basa en el calentamiento de esta, evitando el contacto directo con rayos UV (la bolsa es totalmente opaca). Esto hace aumentar el tiempo necesario para llegar a un nivel de tratamiento

del agua parecido. La mayoría de modelos disponen de un mecanismo para alertar al usuario de que el tratamiento ha finalizado y el agua está lista para el consumo.

El proceso es fácil de entender y de llevar a cabo con escasa formación. No obstante, requiere tiempo y esfuerzo para el tratamiento, y más tiempo para que el agua enfríe. El proceso depende mucho de la luz solar y por tanto no puede utilizarse todos los días ni en todas las estaciones del año.

Las bolsas tienen un peso muy bajo (de 100 a 150 g) y muy bajo volumen cuando están dobladas, por lo que se pueden transportar en grandes cantidades a coste reducido. La vida útil esperada es de año y medio a tres años, permitiendo el tratamiento de hasta 2.000 litros de agua (menos de la cantidad que necesita un hogar medio) sin que se precisen consumibles o mantenimiento. Todas las bolsas analizadas son reciclables, si bien se necesita contar con la infraestructura adecuada para que no haya riesgo de impacto ambiental.

**Coste de ciclo de vida:** El coste medio de este tipo de tratamiento durante dos años es de USD 39 (de USD 10 a USD 80).

**Ejemplos de modelos:** AquaPak, SolarBag, SaWa.

## PRODUCTO DESTACADO **AQUAPAK**

**Descripción:** AquaPak es un dispositivo portátil de pasteurización que combina energía solar y térmica. Consta de una bolsa de polietileno de 5 litros con un forro plástico transparente de burbujas en la parte delantera y plástico negro en la parte trasera. Se coloca bajo la luz directa del sol, donde se consigue la pasteurización gracias a la incidencia de los rayos solares sobre la capa negra. De forma similar a WADI, AquaPak dispone de un indicador en el tapón que avisa al usuario de que el tratamiento ha finalizado. La cera contenida en el tapón se derrite y se vuelve transparente a los 65 °C, cuando el agua ya es apta para el consumo.



**Rendimiento:** AquaPak fue evaluada por la OMS y certificada para protección exhaustiva con calificación de 3 estrellas (4 log o superior en reducción de bacterias, protozoos y virus). AquaPak tiene capacidad para tratar 5 litros de agua, con una vida útil de tres años. El almacenado seguro del agua se realiza en la propia bolsa. Para los casos en que se tenga que utilizar agua turbia, se incluye una tela para prefiltrado.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** Para llenar la bolsa se necesitarán por lo general dos personas. El proceso es fácil pero requiere una pequeña formación, sobre todo por lo que respecta al indicador. El proceso en general requiere una buena organización.

**Sostenibilidad:** El precio orientativo de un AquaPak es de USD 26,99 o USD 0,003/l. No precisa consumibles ni piezas de repuesto, y se puede transportar fácilmente por su bajo volumen.

**Ventajas comparativas:** Protección muy alta y solución de muy bajo peso para su transporte en emergencias.

**Desventajas comparativas:** El proceso en general puede ser laborioso, con un periodo de espera para obtener agua limpia (5 l) y permitir que se enfríe. Si la bolsa se utiliza como almacenado seguro de agua, cada hogar necesitará al menos dos unidades para tener acceso ininterrumpido a agua limpia.

**Para más información, ir a:** <https://www.solarcleanwatersolution.com/>



## PRODUCTO DESTACADO **SAWA**

**Descripción:** SaWa es una bolsa para el tratamiento de agua que actúa principalmente por los rayos UV del sol, pero también por calor. La bolsa se llena de agua y se deja al sol unas cuatro horas, tras lo cual el agua es apta para el consumo. El proceso es una versión acelerada/optimizada de SODIS, utilizando un plástico duradero con fuerte penetración UV gracias a su color azul (para alcanzar temperaturas de unos 45 °C, por debajo del nivel de pasteurización). Dos soldaduras en el centro ayudan a mantener una baja profundidad de agua, requisito para una buena penetración de los rayos UV.

**Rendimiento:** Parecido a SODIS, pero mejor, SaWa protege frente a bacterias (reducción de hasta 5 log) y protozoos, algo menos frente a virus. Está en proceso de evaluación por la OMS. Una bolsa trata 4 litros de agua en cuatro horas, con un total de 500 ciclos posibles (capacidad total de 2.000 litros). El almacenamiento seguro se realiza en la propia bolsa, que lleva integrado un grifo para dispensar el agua tratada.

**Facilidad de uso / aceptabilidad:** Aunque el proceso es muy sencillo, es posible que se necesiten dos personas para llenar la bolsa. La formación necesaria es mínima, puesto que hay un indicador intuitivo en la bolsa que informa al usuario que el agua está lista para el consumo.

**Sostenibilidad:** El precio orientativo de SaWa es de USD 5 por bolsa, o USD 0,0025/l. No precisa consumibles ni piezas de repuesto para su funcionamiento, y las bolsas son muy ligeras y de bajo volumen para un transporte sencillo. SaWa está creando una red de reciclaje en África para incentivar el retorno de bolsas rotas al final de su vida útil, que se utilizarán para la producción de bloques de construcción.

**Ventajas comparativas:** Precio muy bajo comparado con otras soluciones, y dispositivo muy ligero.

**Desventajas comparativas:** Menos eficiente que la pasteurización solar en cuanto a protección, y laborioso de utilizar (requiere organización y posiblemente dos bolsas para tener un abastecimiento continuo de agua limpia).

**Para más información, ir a:** <https://4lifesolutions.com/>



Hay otros productos para la desinfección solar del agua, entre ellos Solvatten (una garrafa de 10 litros que se abre como un libro una vez llenada para tratar el agua con una combinación de radiación UV y calor para inactivar los patógenos), así como proyectos en proceso de desarrollo tales como una garrafa solar transparente, o una combinación de filtro y sistema solar.

Aparte de AquaPak, las soluciones de pasteurización solar suelen diseñarse y

elaborarse a nivel local. Por lo general, están integradas por un recipiente de agua de color oscuro o pintado de oscuro, y láminas de material reflectante para dirigir los rayos del sol hacia el recipiente (véase la Figura 4).

**Figura 4. AquaPak frente a una solución local para la pasteurización solar**





# Métodos de validación

Algunos actores del sector han puesto en marcha iniciativas para abordar lagunas en los datos sobre filtros de agua para el hogar, con el fin de crear un marco para la comparación o validación de productos a través de protocolos específicos:

- El [Programa de la OMS](#) para evaluar las tecnologías de tratamiento de agua en el hogar se centra en distintas opciones de tratamiento, incluyendo filtros, y valora su rendimiento en laboratorio mediante un sistema de calificación que va desde “No apto” hasta “3 estrellas”. No obstante, de momento no todos los proveedores de filtros han solicitado su inclusión en el programa, mientras que otros han recibido una certificación equivalente de laboratorios reconocidos.
- El [Reto de Filtros de Agua para el Hogar del Fondo para la Innovación Humanitaria](#) se centra de manera específica en filtros para contextos de emergencia, analizando los siguientes parámetros mediante pruebas, observación y comentarios de los usuarios: rendimiento, facilidad de uso, durabilidad y solidez. Por desgracia, esto es algo que solo se ha hecho para cinco filtros, por lo que quedan muchas lagunas. Se podrían realizar más pruebas de productos de interés a nivel de campo por petición de las oficinas de país y en colaboración con la División de Suministros, para ampliar conocimientos sobre adaptabilidad de los productos al terreno. La iniciativa del Fondo para la Innovación Humanitaria ha elaborado un protocolo de evaluación breve que puede ser utilizado por UNICEF y otros socios para llevar a cabo pruebas normalizadas.
- La iniciativa de prueba de filtros del Depósito de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas utiliza parámetros del Centro para

las Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento para realizar pruebas ad hoc de filtros enviados por los proveedores, en colaboración con UNICEF. La evaluación se centra en cuestiones de facilidad de uso, aunque se estudia una colaboración con una universidad para llevar a cabo pruebas de rendimiento.

La lista de filtros probados dista mucho de ser exhaustiva, lo que subraya la necesidad de que se sometán más productos a estas evaluaciones para poder elaborar una lista exhaustiva con resultados representativos y comparables. La División de Suministros dispone de una lista que se actualiza continuamente con productos disponibles en el mercado y su situación en cuanto a procesos de evaluación o validación. Esta lista, junto con datos de las iniciativas de la OMS, del Depósito de Respuesta Humanitaria de las Naciones Unidas y del Fondo de Innovación Humanitaria, se puede solicitar enviando un correo electrónico a [washsupply@unicef.org](mailto:washsupply@unicef.org).

Hay numerosos estándares y certificaciones consolidados y disponibles para la evaluación de filtros de agua en el hogar, siendo los más utilizados los siguientes:

- Estándar 53 de la Fundación Nacional de Saneamiento/ Instituto Americano de Estándares Nacionales (NSF/ANSI): Unidades de tratamiento de agua potable: efectos en la salud (sobre reducción de contaminantes o patógenos, concretamente para filtros)
- Estándar 42 de la Fundación Nacional de Saneamiento/ Instituto Americano de Estándares Nacionales (NSF/ANSI): Unidades de tratamiento de agua potable: efectos estéticos (sobre reducción de cloro y/o sabor y olor, específicamente para filtros)

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos: Guía estándar y protocolo para las pruebas de purificadores de agua microbiológicos (sobre inactivación de patógenos en el agua)
- El mencionado Programa para evaluar las tecnologías de tratamiento de agua en el hogar de la OMS
- Cada país podrá tener su propio proceso de certificación, que debe ser equivalente al

de la Fundación Nacional de Saneamiento/ Instituto Americano de Estándares Nacionales, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y/o la OMS en cuanto a metodología. En la mayoría de los casos, los estándares serán de aplicación al agua potable (por ejemplo, el Estándar Indio 10500) y no al dispositivo en sí.

# Adquisición local

La División de Suministros tiene acuerdos de largo plazo en relación con filtros de vela para el hogar. No obstante, como sucede con la mayoría de los suministros adquiridos por UNICEF, se recomienda que la adquisición de filtros de agua para el hogar se haga a nivel local, siempre y cuando los mercados lo permitan. La disponibilidad de filtros dependerá tanto de la producción local como de la importación de productos, y se debe hacer un estudio al efecto antes de iniciar un proceso de adquisición. La disponibilidad local de filtros puede potenciarse fomentando la fabricación de soluciones locales, como hizo UNICEF recientemente en Viet Nam con actores locales para la producción de filtros de olla cerámica. Hay más información al respecto en la sección de Enlaces útiles al final de esta guía. La selección del filtro que mejor se ajuste a los requisitos del programa se hará mediante un proceso de licitación según lo previsto en el [Manual de Suministros](#), y teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Para la evaluación del rendimiento, el parámetro clave es la eficiencia del tratamiento (la protección), y para ello se necesitará la certificación del proveedor en los siguientes términos: “El producto debe cumplir los requisitos de los Estándares 42 y 53 de la Fundación Nacional de Saneamiento/ Instituto Americano de Estándares Nacionales (NSF/ANSI) (o certificación equivalente)”. Si existe certificación nacional, esa certificación debe incluirse en las especificaciones y puede ser aceptada, sobre todo en situaciones de emergencia. No obstante, para adquisiciones o programación de más largo plazo, se recomienda exigir una certificación internacional o verificación por terceros (se puede solicitar ayuda de la División de Suministros). La evaluación se lleva a cabo verificando los certificados aportados por

los proveedores. El nivel de protección (tasa de reducción de los distintos tipos de patógenos) dependerá del contexto o situación y los requisitos del programa. No obstante, en líneas generales, solo se debe aceptar una reducción de 1 log (90%) o menos de virus si la reducción de bacterias y protozoos es de 2 log (99%) o más. La reducción de menos de 2 log en bacterias y/o protozoos no es aceptable.

- En cuanto a facilidad de uso, la clave está en cómo de sencillo es de instalar, utilizar y operar el filtro. Esto tendrá implicaciones en la formación necesaria (si alguna) para el usuario final a la entrega, y tendrá un impacto directo en los recursos del programa (humanos y financieros). Los proveedores deben describir el proceso de forma clara, y los filtros deben incluir instrucciones claras con pictogramas.
- Las especificaciones deben indicar también si se precisan consumibles para la utilización del filtro. Debe evitarse el uso de filtros que requieran consumibles a corto o medio plazo, salvo que esos consumibles estén disponibles en el mercado local a un precio aceptable. Los filtros (cerámicos o de membrana) solo requieren ser sustituidos tras un año o más de uso, pero hay que tener en cuenta también si se pueden adquirir a nivel local.
- Por último, y pensando en la implementación sostenible, los actores encargados de la distribución de filtros de agua para el hogar deben seguir las mejores prácticas siguientes: 1) realizar una encuesta sobre las prácticas de tratamiento de agua a nivel local para verificar que la tecnología se ajusta a las prácticas de las comunidades objetivo; 2) promover la interacción entre el proveedor y las comunidades para

establecer un punto de venta local de filtros y piezas de repuesto, así como de asistencia técnica; 3) junto con formación sobre el uso del filtro, informar a los usuarios finales de la ubicación del punto de venta más cercano, así como del coste por unidad de las piezas de repuesto; 4) llevar a cabo encuestas una semana después de la entrega de los filtros para ajustar la intervención en caso de uso inadecuado de los productos, y seis meses después de la entrega para documentar lecciones aprendidas que pueden compartirse en el sector WASH.

Aunque la información proporcionada en papel puede ayudar a identificar productos adecuados, la aceptabilidad de los filtros solo puede evaluarse en pruebas de campo. Y lo mismo sucede con el rendimiento de los filtros, que se mide en laboratorio pero no en condiciones de campo. Esto es algo que ha hecho el Fondo de Innovación Humanitaria a pequeña escala, pero sigue habiendo una laguna significativa de conocimientos. Si un oficial de país tiene interés en un filtro concreto, y para incrementar los datos disponibles sobre la aceptabilidad del filtro, la División de Suministros puede colaborar en la realización de pruebas de campo de forma ad hoc.

UNICEF ha establecido un requisito de autorización para adquisiciones locales de productos para el tratamiento de agua en el hogar, con la finalidad de evitar que se adquieran productos que pudieran a) tener un efecto perjudicial en los consumidores, y/o b) no lograr los niveles adecuados de desinfección del agua, poniendo así en riesgo a los usuarios finales. La Unidad Técnica de WASH de la División de Suministros concede

estas autorizaciones para las adquisiciones locales sobre la base de no hacer daño, y que los productos sean fáciles de utilizar correctamente para una purificación adecuada del agua.

Este sistema se ha establecido a raíz del aumento en el número de solicitudes de las oficinas de país para la adquisición de productos de desinfección a base de plata que no han superado las pruebas de la OMS pero que se siguen publicitando como eficientes, y que por tanto presentan un nivel de riesgo inaceptable para la seguridad de los usuarios finales.

Tras recibir una solicitud de autorización para adquisiciones locales, la Unidad Técnica de WASH de la División de Suministros estudiará el producto seleccionado por si pudiera prescindirse del proceso de licitación (en caso de adquisición de pequeña cuantía, normalización, etc.) y así informar la decisión sobre concesión de la autorización, o proporcionará asistencia a la oficina de país solicitante para el proceso de licitación, y concretamente para garantizar que los parámetros clave (antes indicados) para la selección del filtro adecuado figuran en la documentación de la licitación.

Se puede contactar con la Unidad Técnica de WASH de la División de Suministros en la dirección [washsupply@unicef.org](mailto:washsupply@unicef.org) siempre que se precise asistencia en relación con la adquisición local de filtros de agua para el hogar, la identificación de soluciones adecuadas, la comunicación o revisión de especificaciones para la preparación del proceso de licitación, proveedores disponibles, certificación, etc.



## Enlaces útiles

Centro para las Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento, “Tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro: Productos y tecnologías”, [www.hwts.info/products-technologies](http://www.hwts.info/products-technologies), consultado el 22 de diciembre de 2021.

Engineering for Change, “Solutions Library”, [www.engineeringforchange.org/solutions/products](http://www.engineeringforchange.org/solutions/products), consultado el 22 de diciembre de 2021.

Organización Mundial de la Salud, Resultados de las Rondas I, II y III y otra documentación pertinente, <https://www.who.int/tools/international-scheme-to-evaluate-household-water-treatment-technologies/resources/>, consultado el 22 de diciembre de 2021.

elrha, “Evaluating household water filters in emergency contexts”, [www.elrha.org/project/evaluating-household-water-filters-emergency-contexts/](http://www.elrha.org/project/evaluating-household-water-filters-emergency-contexts/), consultado el 22 de diciembre de 2021.

UNICEF Viet Nam, WASH Field Note, Manufacturing and distributing ceramic filters for use in emergencies: An example from Viet Nam, <https://unicef.sharepoint.com/sites/PD-WASH/Strategy> (acceso únicamente para personal de UNICEF)

**Para más información** sobre esta publicación y la adquisición de filtros de agua para el hogar, ponerse en contacto con la Unidad de WASH de la División de Suministros en [washsupply@unicef.org](mailto:washsupply@unicef.org)









---

para cada infancia