



Somos un proyecto que nace en el marco del 6° Laboratorio de Innovación Ciudadana (LABIC) Liberia, Costa Rica, realizado por la Secretaria General Iberoamericana con el apoyo del Gobierno de Costa Rica y la Universidad Earth.

Nuestro propósito es colaborar en la búsqueda de soluciones para comunidades vulneradas en su derecho al acceso del recurso hídrico, mejorando su calidad al agua de consumo a través de un filtro de fácil construcción, bajo costo, modular, adaptable a diferentes calidades de agua y replicable en diferentes contextos sociales y geográficos.

Esto nos ha permitido crear una propuesta conjunta que se ha enriquecido con la colaboración y experiencia con personas de diversas disciplinas y nacionalidades: Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica y España.

El filtro está diseñado para que pueda utilizar en cualquier lugar donde el acceso al agua potable se encuentre obstaculizado o inasequible. La fácil construcción, replicabilidad y su bajo costo lo hacen una herramienta fundamental para acceder a un agua de mejor calidad de consumo humano.

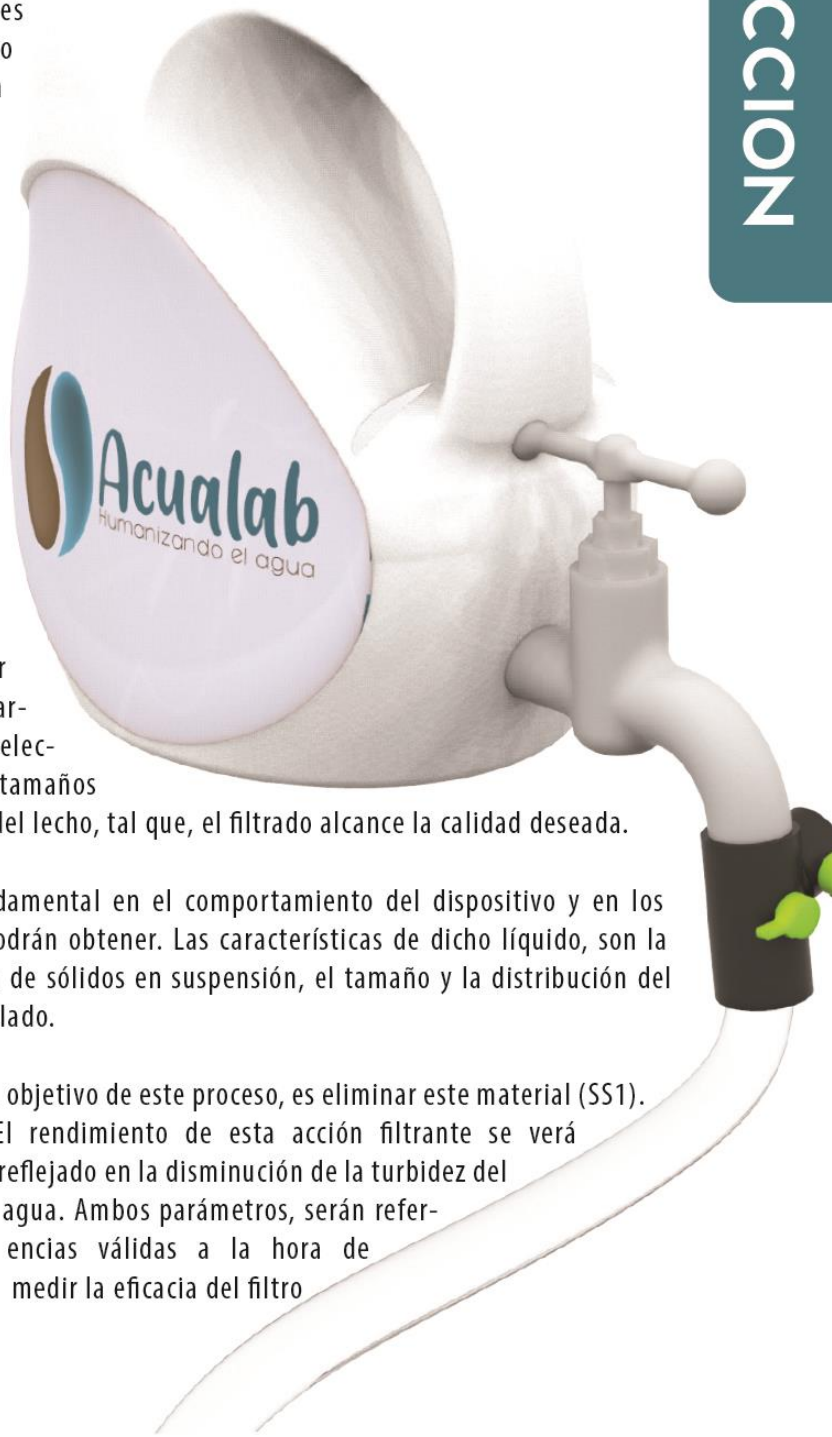


Este dispositivo utiliza una serie de materiales que permite la filtración de aguas con alto contenido de sólidos suspendidos, elevada turbidez, sabor desagradable y otras partículas de gran tamaño que quedan retenidas en los diferentes niveles. La permeabilidad se basa en la capacidad de retener o atrapar los sólidos en suspensión que transporta el agua. La eficiencia del filtro dependerá de la selección de los mejores materiales que posean una excelente capacidad de retención de sólidos en el seno o volumen del lecho filtrante, aunque también puede darse eliminación superficial simultáneamente.

Para que una acción de este tipo sea eficaz, se requiere que los sólidos puedan penetrar profundamente dentro del lecho y no bloquearlo en superficie. Por otra parte, es preciso seleccionar un material con diferenciación de tamaños (grosor), con un orden secuencial y espesor del lecho, tal que, el filtrado alcance la calidad deseada.

La composición del agua a filtrar será fundamental en el comportamiento del dispositivo y en los resultados que se podrán obtener. Las características de dicho líquido, son la concentración de sólidos en suspensión, el tamaño y la distribución del particulado.

El objetivo de este proceso, es eliminar este material (SS1). El rendimiento de esta acción filtrante se verá reflejado en la disminución de la turbidez del agua. Ambos parámetros, serán referencias válidas a la hora de medir la eficacia del filtro



# GLOSARIO DE TERMINOS

**Carbón activado:** Carbón vegetal que ha sido tratado para aumentar sus propiedades de adsorción. Puede atrapar diferentes productos químicos por medio de una propiedad conocida como adsorción. Cuando un líquido o gas entran en contacto con el carbón activado, éste atrae y retiene uno o más átomos, moléculas o iones en su superficie. El carbón activado es ampliamente utilizado en el tratamiento de agua potable, ya sea en un lecho o como filtro. La capacidad de un carbón activado para retener una sustancia determinada no sólo está dada por su área superficial, sino por la proporción de poros cuyo tamaño sea el adecuado, es decir, un poco adecuado tiene un diámetro de entre una y cinco veces la molécula de que se va a adsorber, si se cumple esta condición, la capacidad de un carbón activado puede ser de entre el 20% y el 50% de su propio peso.

**Grifo:** Dispositivo de una cañería o de algunos depósitos que abre, cierra o regula el paso de un fluido.

**Grava:** Piedra de diferentes tamaños, ampliamente usada para remover sólidos suspendidos.

**Módulo:** Elemento básico de filtración que contiene un material específico encapsulado y responde a una necesidad o tratamiento determinado. Ejemplo: Módulo de resina catiónica para eliminar dureza en el agua.

**Titulación:** Proceso en donde se agrega una solución a otra solución, de modo que reacciona en condiciones en las que el volumen agregado puede ser medido con precisión. Procedimiento cuantitativo analítico de la química.

**Regeneración:** Operación que consiste en renovar la actividad de un catalizador gastado. Término utilizado para referirse a la ejecución de una actividad que devuelve sus propiedades a una sustancia inutilizable.

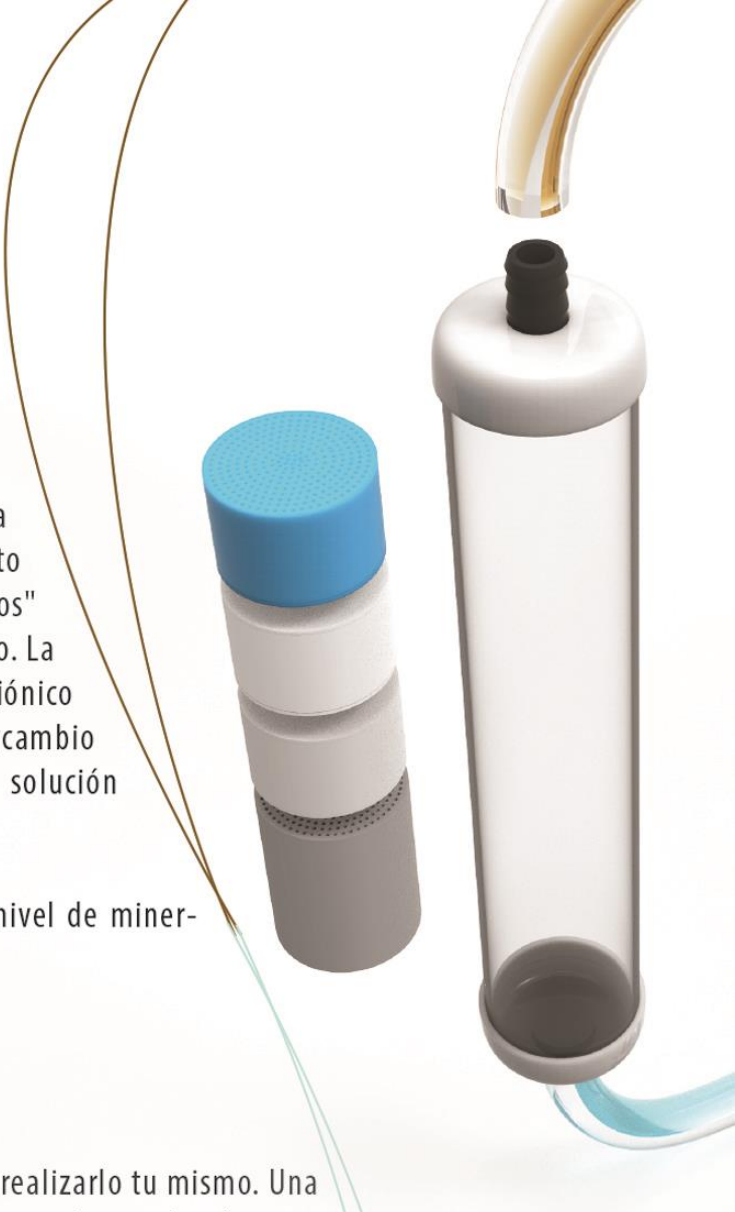
**Resina Catiónica:** Son perlas de plástico minúsculas, con un diámetro de aproximadamente 0,6 mm. Estas bolitas son porosas y contienen agua, que es invisible y no se puede quitar. Están compuestas de una alta concentración de grupos polares, ácidos o básicos, incorporados a una matriz de un polímero sintético y actúan tomando iones de las soluciones (generalmente agua) y cediendo cantidades equivalentes de otros iones (intercambio). En términos sencillos, la resina prefiere el calcio. El resultado del ablandamiento no es una eliminación neta de los cationes "duros" del agua, sino una sustitución por iones de sodio. La principal ventaja de las resinas de intercambio iónico es que pueden recuperar su capacidad de intercambio original, mediante el tratamiento con una solución regenerante.

**Agua dura:** Es aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio.

**Maker:** Término anglo, referente al que ejecuta una acción. "El que hace"

**Do it yourself (DIY):** Término anglo, refiere a realizarlo tu mismo. Una idea que rechaza tener que comprarlo todo y sustituirlo por el trabajo que podemos hacer por nuestros propios medios

**PLA:** Las siglas PLA vienen de Poly-Lactic Acid o en castellano ácido poliláctico y es un polímero termoplástico. Este termoplástico se obtiene principalmente del almidón ya sea del maíz, la caña de azúcar o otras fuentes; a diferencia de otros termoplásticos que proceden de otras fuentes no biodegradables como el petróleo. Esto es una gran ventaja ambiental de este material que puede descomponerse naturalmente con las condiciones adecuadas y no como otros termoplásticos que pueden tardar hasta mil años en biodegradarse. El filamento PLA es uno de los materiales de impresión 3D más populares y utilizados para las impresoras 3D FDM.



# MATERIALES

A continuación, se detalla una lista de insumos básicos utilizados en el prototipo propuesto y que pueden ser variados a razón de las necesidades que se encuentren en campo:

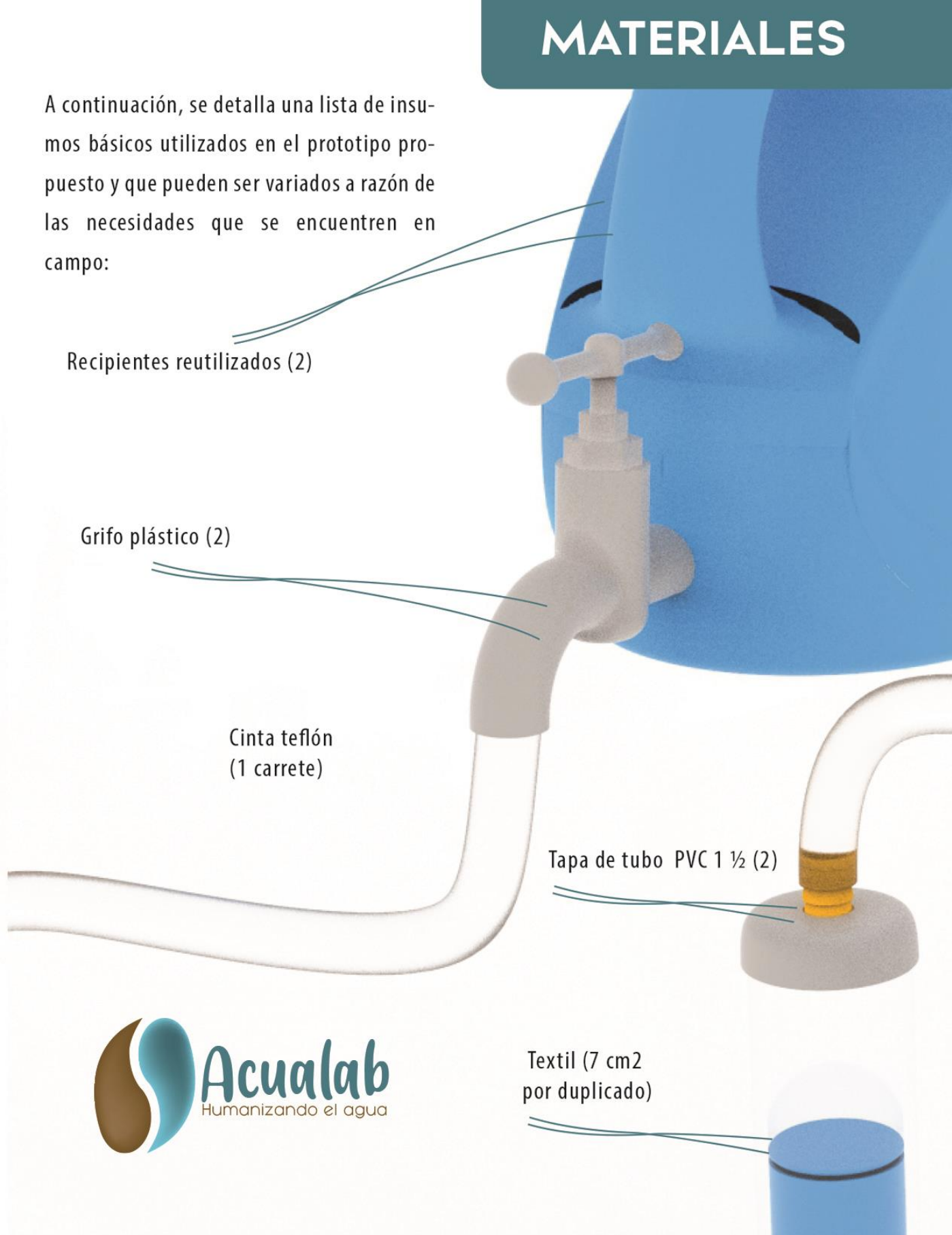
Recipientes reutilizados (2)

Grifo plástico (2)

Cinta teflón  
(1 carrete)

Tapa de tubo PVC 1 ½ (2)

Textil (7 cm<sup>2</sup>  
por duplicado)



Llave de dos salidas  $\frac{1}{2}$  plástica (1)

Tómese en cuenta que las cantidades dadas en el detalle de materiales, son estimadas y podrían ser reajustadas con la realización de nuevos ensayos.

Conviene señalar que el volumen de los contenedores en la entrada y salida del sistema, puede ser modificado según la cantidad de agua a filtrar.

Acople para manguera (4)

Resina catiónica  
(altura: 5 cm)

Piedra o grava de río  
(altura: 3.5 cm)

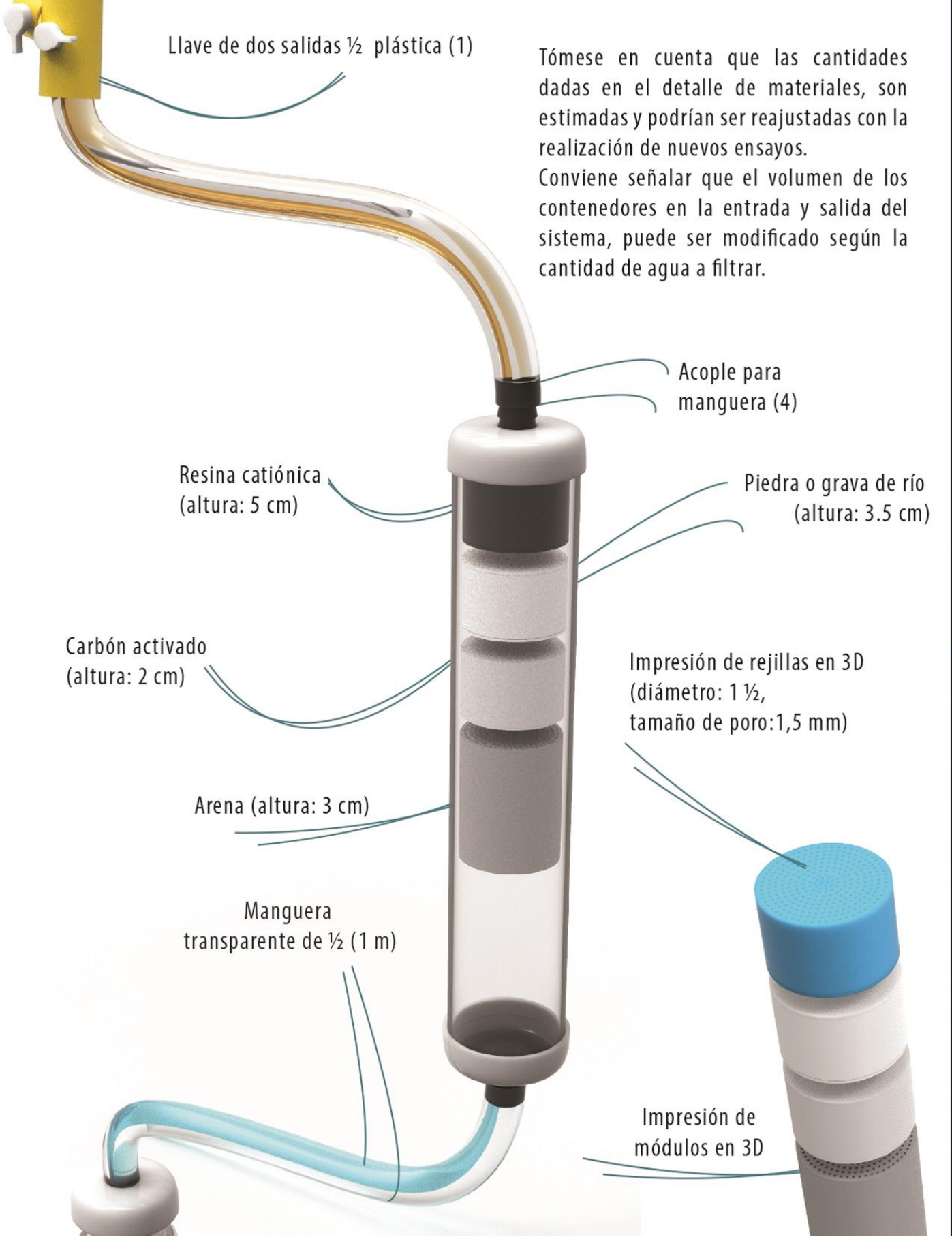
Carbón activado  
(altura: 2 cm)

Impresión de rejillas en 3D  
(diámetro:  $1\frac{1}{2}$ ,  
tamaño de poro: 1,5 mm)

Arena (altura: 3 cm)

Manguera  
transparente de  $\frac{1}{2}$  (1 m)

Impresión de  
módulos en 3D



## ARMADO DEL FILTRO

El montaje del dispositivo es de forma rápida y sencilla. No requiere de herramientas sofisticadas.

Debemos señalar que los materiales filtrantes, entiéndase carbón activado, arena, grava o piedra, deben ser lavados, previo a ser instalados en el dispositivo (filtro).

**Previo al ensamble del filtro, debemos realizar diversas tareas, tales como:**

- Poner los acoples de manguera en las tapas de tubo PVC de 1 ½
- Instalar los grifos (llave de chorro) en los contenedores o recipientes reutilizados que entrada y salida.
- Colocar, a la salida del grifo del recipiente superior, la llave de dos salidas por una de las tomas superiores en forma de "Y". A la toma inferior, ajustar uno de los conectores de manguera.
- Instalar el material textil en la parte inferior de los diferentes módulos, de forma que presente una superficie lisa y tensa.
- Preparar separadamente, y mantener listos para ensamble, cada módulo, relleno del material filtrante específico de acuerdo a las necesidades de mejora de la calidad del agua en cuestión (resina intercambiadora de iones, zeolita...).





### A continuación, se reseña el procedimiento para la construcción del filtro básico:

1. Instalar una tapa PVC de  $\frac{1}{2}$  en la parte inferior del tubo.
2. Incorporar en el tubo, los diferentes módulos de material filtrante.
3. Para el filtro básico se coloca la rejilla con el textil ajustado al tubo. Sobre la misma se añaden 1,5 cm de grava. Luego se coloca una rejilla y sobre ella se añaden 2 cm de carbón activado.

A continuación, se instala otra rejilla y se adicionan 2 cm de grava. Después, se coloca otra rejilla con textil, sobre la que se añaden 3 cm de arena. Por último, cierra el sistema una rejilla sobre el lecho de arena. 4. Colocar la otra tapa PVC de  $\frac{1}{2}$  en la parte superior, cerrando el filtro.

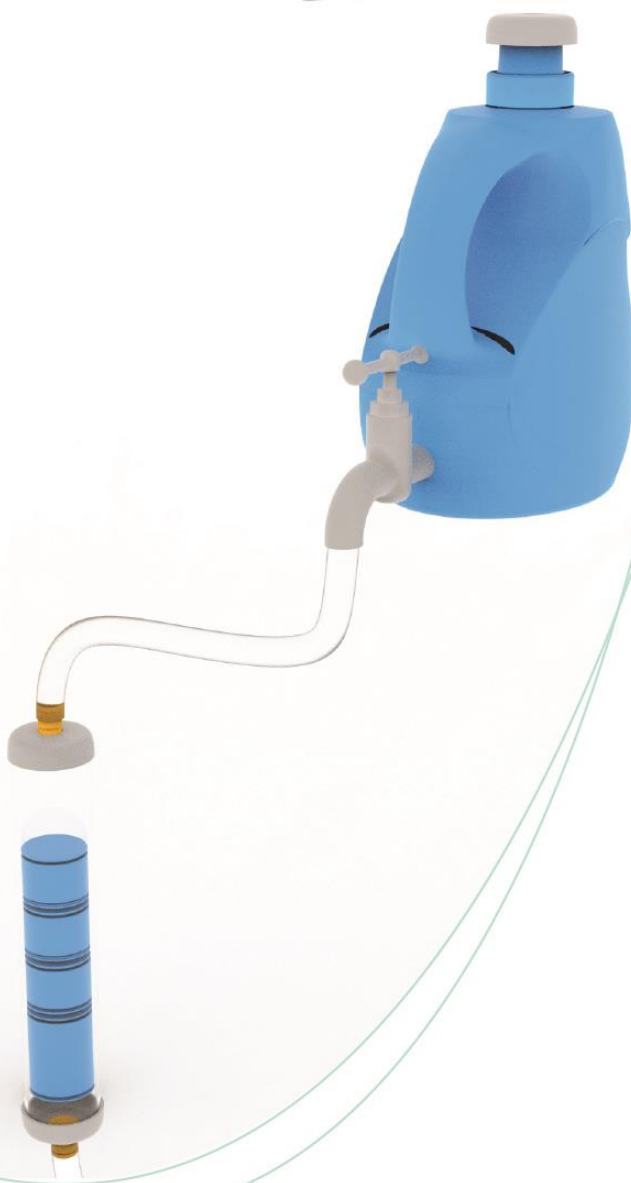
En función de las necesidades de mejora en la calidad de agua, antes de cerrar el tubo PVC con el filtro básico, pueden adicionarse al interior del mismo uno o varios módulos con el material filtrante que más eficiencia brinde para resolver cada problema de potabilidad específico, sustituyéndose e intercambiándose según cada situación. Tómese en cuenta, que es posible que se requiera un tubo de PVC de mayor longitud en caso de emplearse varios módulos simultáneamente.

Para finalizar, deben conectarse los segmentos de manguera a los dos extremos de entrada y salida del filtro y asimismo a los contenedores.





# MANEJO DEL FILTRO



## 1. Manejo del filtro

Una vez construido el sistema filtrante, se coloca en altura el contenedor superior, quedando suspendido. Es recomendable colocar el recipiente inferior a una altura alejada del suelo para evitar posible contaminación del agua tratada.

A continuación, se detallan los pasos a seguir para el uso del dispositivo:

1. Se llena el contenedor superior con el agua a tratar, manteniéndose el grifo cerrado.
2. Con la llave de 2 salidas abierta, se abre el grifo del tanque superior dejando pasar el agua al sistema. El grifo del tanque inferior debe permanecer cerrado.
3. Se espera a que el sistema se llene de agua completamente, permitiendo que salga el aire de las conducciones. Posteriormente, se cierra la llave de dos salidas por la vía que no está conectada.
4. El agua llega al filtro propuesto y comienza el tratamiento.
5. El agua que va pasando al receptáculo inferior está lista para ser consumida.
6. Costos

Los costos que se describen en este documento pueden variar y se han calculado para el armado de un filtro individual con un módulo con resina catiónica y otro con los materiales básicos de filtración.

# COSTOS



Filtro Básico .CR		
Detalle	Cantidad / unid	Costo US\$
Tubo PVC 1 ½	25 cm	0,45
Tapa de tubo PVC 1 ½	2 unidades	1,72
Manguera de ½	60 cm	0,69
Acople para manguera	4 unidades	8,8
Impresión 3D	3 módulos	10,08
Grifo plástico	<u>2unidades</u>	11,37
Textil	7 cm	0,37
Llave plástica 2 salidas de ½	1 unidad	2,32
Carbón activado	2 cm	1,13
Cinta teflón	1 unidad	0,86
	<b>TOTAL</b>	<b>37,79</b>

Filtro Básico con módulo de Resina		
Detalle	Cantidad / unid	Costo US\$
Tubo PVC 1 ½	25 cm	0,45
Tapa de tubo PVC 1 ½	2 Unidades	1,72
Manguera de ½	60 cm	0,69
Acople para manguera	4 Unidades	8,8
Impresión 3D	3 módulos	10,08
Grifo plástico	2 Unidades	11,37
Textil	7 cm	0,37
Llave plástica 2 salidas de ½	1 Unidades	2,32
Resina de intercambio	100 mL	1,64
Carbón activado	2 cm	1,13
Cinta teflón	1 Unidad	0,86
	<b>TOTALES</b>	<b>39,43</b>

## 1. Variabilidad y adaptabilidad.

Una de las cualidades más relevantes e innovadoras de nuestro filtro, son sus módulos intercambiables que lo hacen adaptable de forma rápida y sencilla a diferentes características de un agua problema. Por ello, desde Acualab recomendamos el agregado de los siguientes módulos según las características de las aguas a tratar:

- Aguas Duras: Módulo con resina catiónica fuerte y/o en su defecto, con Zeolita.
- Aguas con elevado contenido de Arsénico: Módulo Cáscara de Coco, Sulfato de hierro, virulana (lana de acero), Zeolita.
- Aguas con Hidrocarburos/aceites/sustancias halogenados: Carbón activado granular.



## VALIDACIÓN

### 1. Validación

Para validar los resultados obtenidos se cuantificaron tres parámetros principales de las características del agua problema y de la filtrada: Turbidez, Sólidos Suspendedos Totales (SST) y Dureza.

Las determinaciones de estos parámetros demostraron que nuestro filtro tiene una eficiencia del 98.6 % para reducir la turbidez de una muestra de agua con elevado contenido de Sólidos Suspendedos, y su vez, ha reducido los SST en un 86.9 %. En el caso del filtro que se ha colocado un módulo específico de resina catiónica para aguas con problemas de elevada contenido de dureza. La reducción de la dureza en estas aguas ha sido del 100%, pasando de una agua con 330 ppm de  $\text{CaCO}_3$  a 0 ppm  $\text{CaCO}_3$ .