

MANUAL PARA EL FILTRO DE BIOARENA

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

UN MANUAL DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO PREPARADO POR CAWST
Edición Septiembre 2009





12, 2916 – 5th Avenue, Calgary, Alberta, T2A 6K4, Canadá
Teléfono: + 1 403.243.3285 • fax: + 1 403.243.6199
Correo electrónico: cawst@cawst.org • sitio internet: www.cawst.org

CAWST es una organización canadiense no gubernamental que está enfocada al principio de que el agua limpia cambia la vida de las personas. Contar con agua limpia y servicios de salubridad básicos son aspectos fundamentales necesarios para darle poder a la gente más pobre del mundo y de esa manera poder romper el ciclo de la pobreza. Así, CAWST cree que el mejor lugar para empezar con este desafío es enseñar a las personas las habilidades necesarias para tener agua limpia y segura en sus hogares. Por eso, CAWST tiene como tarea transferir este conocimiento y habilidades a las organizaciones y personas que se encuentran en países en vías de desarrollo, a través de servicios de educación, capacitación y consultoría. Esta red de relaciones en constante proceso de expansión puede motivar a los hogares a que tomen acción para que puedan cubrir sus propias necesidades básicas de agua y salubridad.

Una de las estrategias fundamentales de CAWST es hacer que el conocimiento acerca del agua sea un conocimiento común, lo cual se logra parcialmente con el desarrollo y distribución gratuita de materiales educativos, para hacer esta información cada vez más disponible a aquellos que más la necesitan.

La naturaleza de este documento es de contenido abierto, y está licenciado bajo la Licencia Unported 3.0 de Trabajos de Atribución Creativos Comunes. Para ver una copia de esta licencia, visite el sitio internet <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> o envíenos una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.

El usuario de este manual tendrá la libertad de:

- compartir – copiar, distribuir y transmitir este documento
- combinar – adaptar este documento

Bajo las siguientes condiciones:

- atribución:

CAWST y sus directores, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni ofrecen ninguna garantía con respecto a los resultados que pudieran obtenerse con el uso de la información provista.

En circunstancias ideales, el filtro de bioarena puede producir agua de consumo humano de alta calidad. No obstante, no siempre se puede asegurar o garantizar esta situación debido a las variaciones que pudieran haber en la construcción, instalación, operación y mantenimiento del filtro. CAWST no se hace responsable ante nadie por cualquier daño que pudiera resultar del uso de la información provista en este documento o sus anexos adjuntos. Esta liberación de responsabilidad también se hace extensiva al uso y consumo del agua del filtro de bioarena. Es necesario recalcar que el filtro de bioarena no puede remover ciertos o todos los tipos de contaminación de agua.

Foto de la cubierta: Tommy Ngai (en la foto: Ganesh Harijan, Nepal)

Tabla de Contenido

Acrónimos	ii
Abreviaturas	ii
Conversión de medidas	ii
Glosario	iii
1 Método de barreras múltiples para el tratamiento de agua en hogares	1
2 Filtro de Bioarena – Generalidades	2
2.1 ¿Qué es un filtro de bioarena?	2
2.2 Historia del filtro de bioarena	2
2.3 Componentes del filtro de bioarena	2
2.4 ¿Cómo funciona el filtro de bioarena?	3
2.5 ¿Qué tan bien funciona el filtro de bioarena?	5
3 Cómo opera el filtro de bioarena?	6
3.1 Fuente de agua	6
3.2 La biocapa	6
3.3 Índice de carga del filtro	7
3.4 Período de pausa	7
3.5 Capa de agua estancada	7
3.6 Mantenimiento	8
3.7 Desinfección	8
3.8 Almacenamiento seguro del agua	8
4 Filtro de Bioarena de Concreto Versión 10.0	10
5 Instrucciones para la construcción, instalación, operación y mantenimiento del filtro de bioarena	11
5.1 Seguridad durante la construcción	12
Etapa A – Obtener herramientas y materiales	14
Etapa B – Encontrar arena y grava	17
Etapa C – Preparar la arena y la grava	20
Etapa D – Construir la caja del filtro	26
Etapa E – Construir el difusor	34
Etapa F – Construir la tapa	46
Etapa G – Instalación	48
6 Referencias	62
Anexo 1: Diseño del Molde del Filtro de Bioarena de Concreto, Versión 10.0	
Anexo 2: Cómo Construir un Juego de Tamices	
Anexo 3: Análisis de Tamizado de Arena	
Anexo 4: Formularios de Monitoreo de Fabricación e Instalación	
Anexo 5: Formularios de Monitoreo de Visitas de Seguimiento	
Anexo 6: Formularios de Costos y Precios	

Acrónimos

CAWST	Centre for Affordable Water and Sanitation Technology
ES	tamaño efectivo
HWT	tratamiento de agua en los hogares
ID	diámetro interno
UNT	unidades nefelométricas de turbidez
OD	diámetro externo
QY	cantidad
SODIS	desinfección solar
UC	coeficiente de uniformidad
UV	ultravioleta

Abreviaturas

cm	centímetro
ft	pie
kg	kilogramo
L	litro
m	metro
min	minuto
mm	milímetro
lb	libra
'	pie
"	pulgada

Conversión de medidas

Longitud o distancia

1 pie = 0.30 metros	1 pulgada = 2.54 cm	1 mm = 0.1 cm
1 metro = 3.28 pies	1 cm = 0.39 pulgadas	1 cm = 10 mm

Volumen

1 galón = 3.78 litros
1 litro = 0.26 galones

Área

1 m ² = 10.76 pies ²
1 pie ² = 0.09 m ²

Índice de flujo

1 litro/minuto = 60 segundos/litro

Glosario

Acero galvanizado	Lámina de acero delgado que está cubierta con zinc para evitar que se oxide.
Adsorción	Cuando un contaminante se adhiere por sí solo a la superficie de un sólido.
Bacterias	Microorganismos unicelulares, generalmente de unos pocos micrones de longitud.
Biocapa	La capa biológica que se forma en la zona de contacto de la arena y el agua en los filtros de arena lentos. Se encuentra colonizada por microorganismos, como bacterias, protozoarios, algas y diatomeas. También se le conoce como <i>schmutzdecke</i> .
Carga hidráulica	La fuerza motriz que hace que el agua se mueva de un lugar a otro debido a su presión y elevación. Por lo general, la carga hidráulica se mide como la elevación de la superficie del agua, y se expresa en unidades de longitud.
Calidad del agua	Las características químicas, físicas y microbiológicas del agua. La calidad del agua que se va a emplear depende del uso que va a tener.
Coefficiente de uniformidad	El tamaño de la abertura que se lee en el gráfico de distribución granulométrica que deja pasar el 60% de la arena (valor d60) dividido por el tamaño de la abertura que deja pasar el 10% de la arena (valor d10). Sirve para medir qué tan bien o mal está distribuida la arena.
Cemento	Polvo (hecho de caliza y arcilla) que se mezcla con agua, arena y grava para formar concreto.
Concreto	Material de construcción de gran resistencia hecho de cemento, arena y grava.
Contaminación	Polución de agua debido a causas naturales o provocadas por la mano del hombre.
Depredación	Cuando un depredador (un microorganismo que busca alimento) se alimenta de su presa (el microorganismo que es atacado).
Desinfección	Todo proceso que extrae, desactiva o mata los patógenos que se encuentran en el agua. Es el último paso del proceso de tratamiento de agua en los hogares después de los pasos de sedimentación y filtración.

Filtración	Proceso que consiste en dejar pasar el agua a través de materiales porosos, como por ejemplo arena, grava o tela, para retirar sólidos suspendidos o patógenos. Es el segundo paso del proceso de tratamiento de agua en hogares, que se hace después de la sedimentación y antes de la desinfección.
Higiene	Costumbres, como por ejemplo el lavarse las manos, que ayudan a mantener la limpieza y la buena salud.
Índice de flujo	El tiempo que toma llenar un contenedor de agua específico, con frecuencia de un litro. El índice de flujo se mide cuando el filtro de bioarena se llena con agua.
Implementación	El proceso de llevar a cabo un plan. La fase de implementación ocurre después de que se ha elaborado un plan.
Nutriente	Cualquier sustancia que utilizan los microorganismos para vivir y crecer. El término generalmente se aplica al nitrógeno y fósforo que se encuentra en el agua contaminada, pero también puede utilizarse para describir otros químicos.
Patógeno	Cualquier organismo viviente que causa enfermedades. Los patógenos que comúnmente se encuentran en el agua incluyen bacterias, virus, protozoarios y helmintos.
Poro	Los espacios pequeños que existen entre los granos de arena que dejan que el agua pase.
Salubridad	El mantener condiciones limpias e higiénicas que ayudan a prevenir la aparición de enfermedades a través de servicios, como recolección de basura, eliminación de aguas cloacales y uso de letrinas.
Sedimentación	Proceso que se usa para asentar los sólidos suspendidos en el agua bajo la influencia de la gravedad.
Sifón	Tubo doblado que forma dos piernas de longitud asimétrica, mediante el cual se puede transferir un líquido a un nivel más bajo sobre una elevación intermedia por medio de la presión atmosférica, forzando el líquido a que suba hacia la pierna más corta del tubo sumergido en él mientras que el exceso del peso del líquido en la pierna más larga, una vez llena, hace que se produzca un flujo continuo.
Sólidos disueltos	Partículas pequeñas que están disueltas en el agua. No se pueden remover mediante sedimentación o filtración.
Sólidos suspendidos	Partículas sólidas pequeñas que flotan en el agua, causando turbidez. Pueden retirarse mediante sedimentación o filtración.

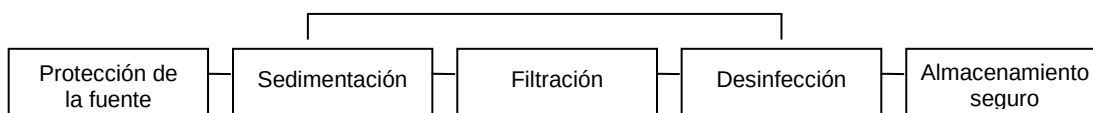
- Tamaño efectivo** El tamaño de la abertura que se lee en el gráfico de distribución granulométrica que sólo deja pasar el 10% de la arena.
- Turbidez** Fenómeno causado por sólidos suspendidos, como arena, limo o arcilla, que flotan en el agua. La turbidez es la cantidad de luz que se refleja desde estos sólidos suspendidos, que hace que el agua se vea turbia o sucia. La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

1 Método de barreras múltiples para el tratamiento de agua en hogares

El empleo del **método de barreras múltiples** es la mejor manera de reducir el riesgo de ingerir agua que no es buena para el consumo humano. Cada paso del proceso, desde la protección de la fuente hasta el tratamiento y el buen almacenamiento del agua, hacen que la reducción de riesgos en la salud sea cada vez mayor. El tratamiento de agua en hogares incluye los procesos de sedimentación, filtración y desinfección.

Es muy frecuente que la gente termine enfocándose más en cierta tecnología en particular que está dirigida a un solo paso del proceso, y se olviden de considerar el proceso de tratamiento del agua como un todo. Mientras que las tecnologías individuales como el filtro de bioarena pueden incrementar la calidad del agua de consumo humano, es esencial considerar el proceso completo para obtener la mejor calidad de agua posible.

Tratamiento de agua en hogares



- Sedimentación: retira partículas grandes y con frecuencia más del 50% de los patógenos.
- Filtración: retira partículas pequeñas y con frecuencia más del 90% de los patógenos.
- Desinfección: retira, desactiva o elimina cualquier patógeno remanente.

El proceso de tratamiento de agua en hogares está enfocado principalmente a retirar los patógenos del agua de consumo humano, uno de los mayores problemas de calidad de agua alrededor del mundo. Existen inclusive algunas tecnologías que no sólo mejoran la calidad microbiológica del agua, sino que también pueden extraer ciertos químicos, como por ejemplo arsénico o hierro, a manera de un beneficio secundario del proceso.

Aunque los cinco componentes del método de barreras múltiples ayudan a mejorar la calidad del agua de consumo humano en gran medida, este manual se enfoca principalmente al paso de la filtración, el cual debe usarse junto con los otros componentes para poder obtener un agua saludable y libre de contaminación.



Uso de cloro para desinfectar el agua



SODIS, o desinfección solar, puede utilizarse como parte del método de barreras múltiples.

2 Filtro de Bioarena – Generalidades

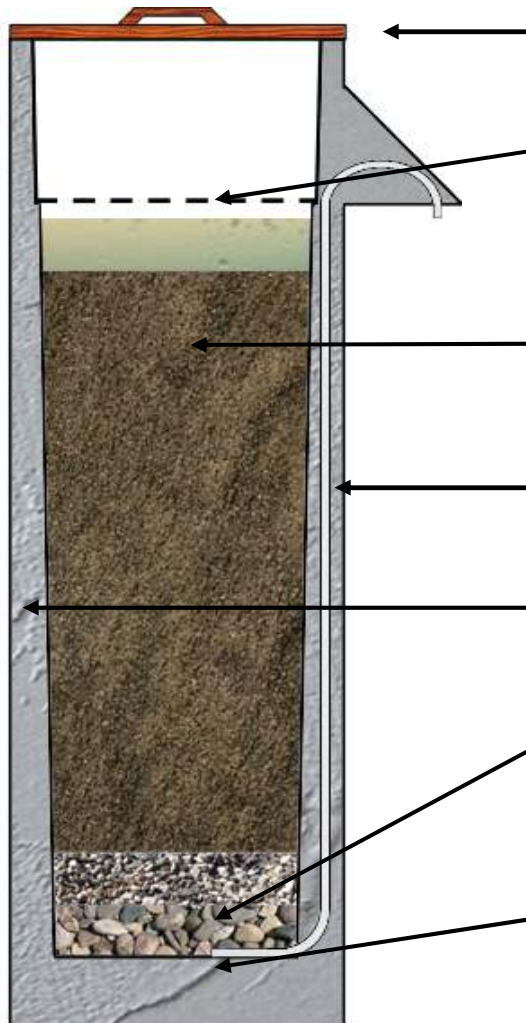
2.1 ¿Qué es un filtro de bioarena?

El filtro de bioarena (BSF) es una adaptación del filtro de arena lento tradicional que se ha utilizado para el tratamiento de agua para las comunidades por casi 20,000 años. El filtro de bioarena es más pequeño y está adaptado para darle un uso continuo, lo cual lo hace muy apropiado para tenerlo en las casas. El contenedor del filtro puede estar hecho de concreto o plástico, el cual se llena con capas de arena y grava especialmente seleccionada y preparada para este fin.

2.2 Historia del filtro de bioarena

En los años noventa, el Dr. David Manz construyó el filtro de bioarena para hogares en la Universidad de Calgary, en Canadá. Desde entonces, el Dr. Manz ha dado entrenamiento y capacitación a muchas organizaciones respecto a cómo diseñar, construir, instalar, operar y mantener el filtro de bioarena. El Dr. Manz también es co-fundador de CAWST y desde el año 2001 ha venido ofreciendo servicios profesionales para la distribución humanitaria del filtro en países en vías de desarrollo. Al mes de junio de 2009, CAWST estima haber implementado más de 200,000 filtros de bioarena en más de 70 países alrededor del mundo.

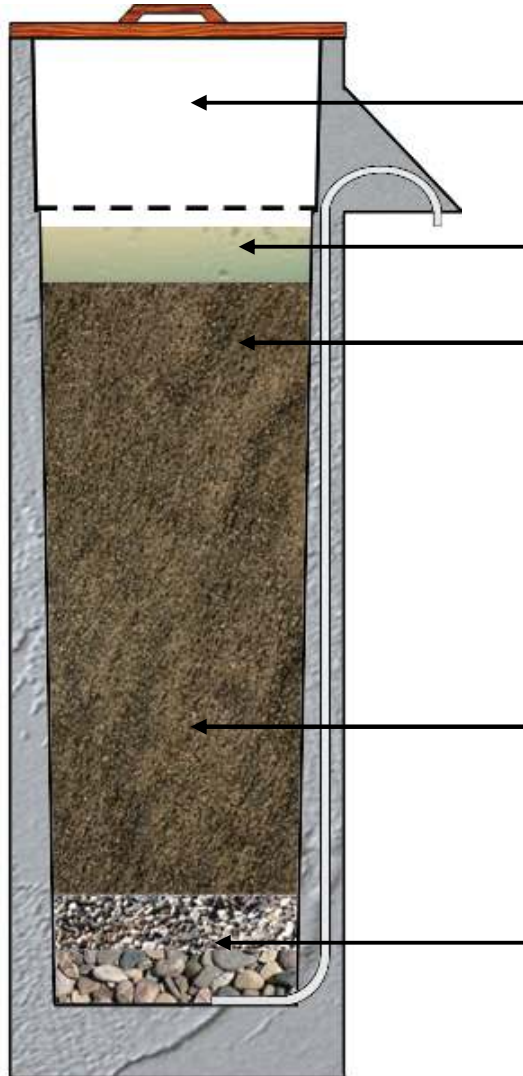
2.3 Componentes del filtro de bioarena



1. **Tapa** – La tapa hermética evita la contaminación y el ingreso de plagas indeseables.
2. **Difusor** – Evita alterar la capa de arena de filtración y protege la biocapa cuando se vacía agua en el filtro.
3. **Capa de arena de filtración** – Extrae los patógenos y los sólidos suspendidos.
4. **Tubo de salida** – Se necesita para dirigir el agua desde la base hacia afuera del filtro.
5. **Cuerpo del filtro** – Mantiene las capas de arena y grava.
6. **Capa de grava para separación** – Sostiene la arena de filtración y evita que vaya hacia la capa de drenaje y el tubo de salida.
7. **Capa de grava para drenaje** – Sostiene la capa de grava usada para separar y ayudar a que el agua fluya hacia el tubo de salida.

2.4 ¿Cómo funciona el filtro de bioarena?

El filtro de bioarena tiene cinco zonas bien definidas: 1) zona de reservorio para el agua de entrada, 2) zona de agua estancada, 3) zona biológica, 4) zona no-biológica y 5) zona de grava.



1. Zona de reservorio para el agua de entrada – Es en donde se coloca el agua para el filtro.

2. Zona de agua estancada – Esta agua mantiene la arena mojada a la vez que deja que el oxígeno pase a la biocapa.

3. Zona biológica – Se desarrolla en los 5-10 cm (2-4”) superiores de la superficie de arena. La arena de filtración extrae los patógenos, las partículas suspendidas y otros contaminantes.

Al igual que en los filtros de arena lentos, se forma una capa biológica de microorganismos (también conocida como biocapa o *schmutzedecke*) en los 1-2 cm (0.4-0.8”) superiores de la superficie de arena.

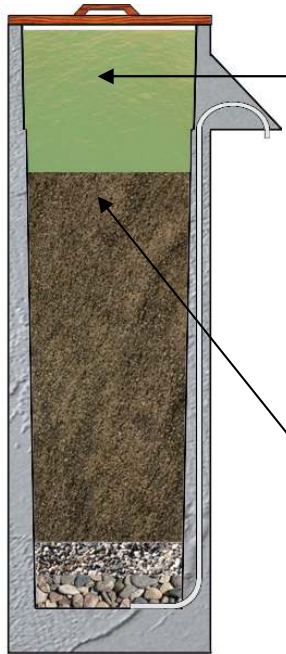
4. Zona no biológica – Virtualmente no contiene microorganismos vivos, debido a la falta de nutrientes y oxígeno.

5. Zona de grava – Mantiene la arena en su lugar y evita que el tubo de salida se tapone.

Los patógenos y los sólidos suspendidos se extraen a través de la combinación de procesos biológicos y químicos que se dan lugar en la biocapa y dentro de la capa de arena. Estos procesos incluyen: entrapamiento mecánico, depredación, adsorción y muerte natural.

- **Entrampamiento mecánico.** Los sólidos suspendidos y los patógenos quedan físicamente atrapados en los espacios existentes entre los granos de arena.
- **Depredación.** Los patógenos son consumidos por otros microorganismos que se encuentran en la biocapa.
- **Adsorción.** Los patógenos se adhieren entre ellos, a los sólidos suspendidos que se encuentran en el agua y a los granos de arena.
- **Muerte natural.** Los patógenos terminan su ciclo de vida o mueren porque no tienen suficiente alimento u oxígeno para su supervivencia.

El agua contaminada se coloca en el reservorio de manera constante. El agua pasa lentamente a través del difusor y se filtra hacia abajo a través de la biocapa, la arena y la grava. Luego, el agua tratada fluye naturalmente hacia el tubo de salida.

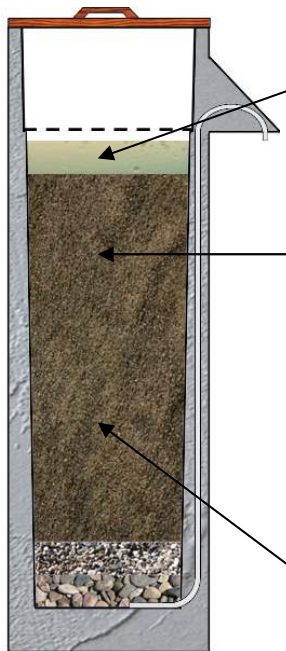


Durante el proceso

El agua que se encuentra en la parte de arriba del filtro empuja el agua a través del difusor y el filtro (también se le denomina carga hidráulica). El nivel de agua en el reservorio va bajando en la medida que el agua va fluyendo uniformemente a través de la arena. La velocidad del flujo irá disminuyendo con tiempo, ya que habrá menos presión que fuerza el agua a que vaya a través del filtro.

El agua que ingresa contiene oxígeno disuelto, nutrientes y contaminantes, proporcionando así el oxígeno que necesitan los microorganismos existentes en la biocapa para sobrevivir.

Las partículas más grandes y los patógenos quedan atrapados en la parte de arriba de la arena, bloqueando parcialmente los espacios porosos que existen entre los granos de arena. Esto también hace que la velocidad de flujo disminuya.



Período de pausa

Finalmente el agua deja de fluir. La capa de agua estancada estará a la misma altura que el extremo del tubo de salida. Un poco de oxígeno del aire se difumina a través del agua estancada hacia la biocapa.

El periodo de pausa da tiempo para que los microorganismos de la biocapa consuman los patógenos y los nutrientes existentes en el agua. La velocidad de flujo a través del filtro va restituyéndose en la medida que los patógenos y nutrientes se van consumiendo. Si el período de pausa es muy prologado, la biocapa consumirá todos los patógenos y nutrientes, para finalmente desaparecer, reduciendo la eficiencia de remoción del filtro cuando se vuelva a utilizar. El período de pausa debe ser de mínimo 1 hora después de que el agua ha dejado de fluir hasta un máximo de 48 horas.

Los patógenos que pasan a la zona no biológica se extinguen debido a la falta de nutrientes y oxígeno.

2.5 ¿Qué tan bien funciona el filtro de bioarena?

Por naturaleza, el agua contiene muchos organismos vivos. Algunos de estos son inocuos; otros producen enfermedades. Los organismos que causan enfermedades se llaman **patógenos**. Algunas veces también se les conoce con otros nombres, como microorganismos, microbios o bichos, dependiendo de las expresiones regionales o del idioma del país. Existen cuatro categorías de patógenos, los cuales se muestran en la Tabla 1: **bacterias, virus, protozoarios y helmintos**.

Por lo general, las características físicas del agua de consumo humano son factores que podemos percibir con nuestros sentidos, como turbidez, color, sabor, olor y temperatura. **El agua turbia se ve oscura, sucia o lodosa.** Esa turbidez es causada por la arena, el limo y la arcilla que está flotando en el agua. El agua turbia en sí no hace que la gente se enferme; son los virus, parásitos y algunas bacterias que algunas veces se adhieren a los sólidos suspendidos en el agua los que producen enfermedades. **Esto significa que usualmente el agua turbia tiene más patógenos, así que ingerirla incrementa la posibilidad de enfermarse.**

La Tabla 1 que se presenta a continuación muestra la eficiencia del tratamiento del filtro de bioarena para remover patógenos y turbidez.

Tabla 1: Eficiencia del Tratamiento del Filtro de Bioarena

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

1 Buzunis (1995)

2 Baumgartner (2006)

3 Stauber et al. (2006)

4 Palmateer et al. (1997)

5 Sin investigar. Sin embargo, los helmintos son muy grandes como para pasar entre la arena, por lo que se asume una eficiencia de remoción del 100%.

6 Earwaker (2006)

7 Duke & Baker (2005)

8 Ngai et al. (2004)

Los estudios de impacto en la salud estiman una reducción en el orden del 30-47% de diarrea entre los grupos de edades, incluyendo a niños menores de cinco años, una población especialmente vulnerable (Sobsey, 2007; Stauber, 2007).

3 Cómo opera el filtro de bioarena?

Las siguientes secciones describen cómo utilizar el filtro de bioarena de manera apropiada para asegurar el mayor nivel de eficiencia del tratamiento.

3.1 Fuente de agua

El filtro de bioarena puede utilizarse con agua proveniente de cualquier fuente, como agua de lluvia, agua subterránea profunda, agua subterránea somera, ríos, lagos u otras superficies de agua. La fuente de agua debe ser la más limpia que pueda obtenerse, ya que el filtro no puede remover el 100% de los patógenos y turbidez. Si el agua de la fuente está muy contaminada, es posible que el agua filtrada aún pueda contener algunos contaminantes.

Con el tiempo, la biocapa se va adaptando a la contaminación del agua que se le está colocando. Si se utiliza agua con diferente tipo y nivel de contaminación, es posible que la biocapa no pueda consumir todos los patógenos, ya que puede tomarle varios días adaptarse a la nueva fuente de agua, el nuevo nivel de contaminación y los nuevos nutrientes. **Recomendamos utilizar consistentemente la misma fuente de agua, a fin de asegurar la mayor eficiencia del tratamiento.**

La turbidez del agua también es un factor muy importante en la operación del filtro. Si los niveles de turbidez son muy altos, la capa de arena de filtración se va a bloquear con mayor rapidez, requiriendo mayor mantenimiento para que el usuario tenga una velocidad de flujo adecuada. **Se recomienda utilizar el método de sedimentación si es que la turbidez del agua es mayor a 50 UNT.** Una manera muy simple de medir la turbidez es utilizar una botella de plástico transparente de dos litros y llenarla con el agua con la que se quiere llenar el filtro. Coloque la botella con agua sobre una figura grande, como por ejemplo el logo de CAWST de este manual. Si usted puede ver el logo mirando hacia abajo a través del pico de la botella, el agua probablemente tiene una turbidez menor a 50 UNT.

3.2 La biocapa

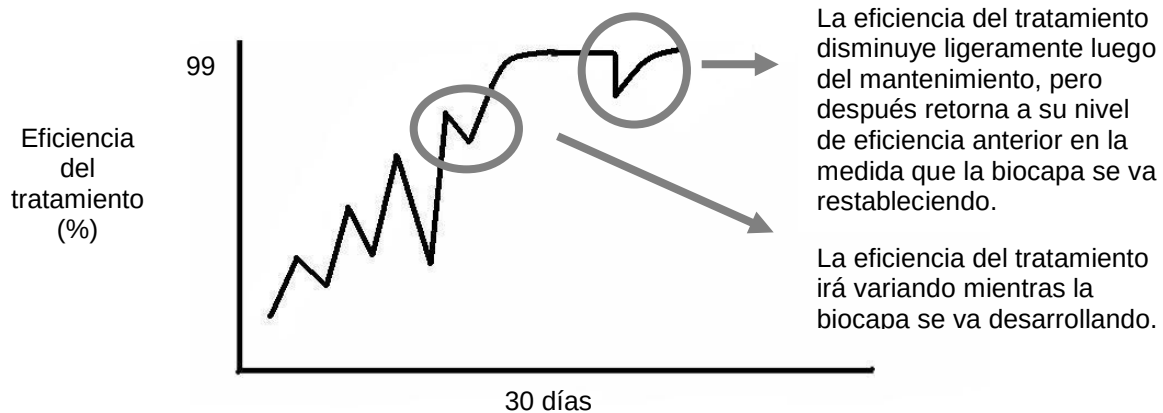
La biocapa es el componente clave del filtro que retira los patógenos. Sin ella, el filtro saca alrededor del 30-70% de los patógenos a través de atrapamiento mecánico y adsorción. La biocapa ideal aumentará la eficiencia del tratamiento removiendo hasta un 99% de los patógenos.

La formación completa de la biocapa puede tomar hasta 30 días. Durante este tiempo, la eficiencia de remoción y la demanda de oxígeno irán incrementándose en la medida que la biocapa vaya creciendo. La biocapa NO SE PUEDE VER. NO es la capa resbalosa verduzca que se forma en la parte superior de la arena. La arena de filtración puede cambiar de color y oscurecerse, pero esto es debido a los sólidos suspendidos que han quedado atrapados en la arena.

Se puede utilizar el agua del filtro durante las primeras semanas mientras la biocapa termina de establecerse, pero siempre se recomienda desinfectar el agua durante este período.

La Figura 1 muestra cómo funciona la biocapa. El proceso puede variar, ya que algunos filtros necesitan mayor o menor tiempo para establecer la biocapa, dependiendo de la cantidad y la fuente del agua que se está utilizando.

Figura 1: Cómo funciona el filtro de bioarena



3.3 Índice de carga del filtro

El filtro de bioarena ha sido diseñado para cierto índice de carga del filtro (velocidad de flujo por metro cuadrado de área de superficie de arena), el cual ha probado ser efectivo en pruebas de campo y en laboratorio. Existe un índice de carga de filtro recomendado para cada diseño de filtro de bioarena. Para el filtro de bioarena de concreto versión 10, se ha determinado que el índice de carga no debe ser mayor a 400 litros/hora/metro cuadrado.

3.4 Período de pausa

El filtro de bioarena es más efectivo y eficiente cuando se opera de manera intermitente y consistente. **El período de pausa debe ser mínimo de 1 hora y máximo de 48 horas después de que el agua ha dejado de fluir.**

El período de pausa es importante porque da tiempo para que los microorganismos que se encuentran en la biocapa consuman los patógenos del agua. Mientras los patógenos se van consumiendo, el índice de flujo a través del filtro se va restaurando. Si el período de pausa es muy prolongado, los microorganismos terminan por consumir todos los nutrientes y patógenos para finalmente extinguirse. Esto reduce la eficiencia de remoción del filtro cuando se vuelve a utilizar.

3.5 Capa de agua estancada

La correcta instalación y operación del filtro de bioarena requiere que el agua estancada tenga una profundidad aproximada de 5 cm (2") encima de la arena durante el período de pausa. La profundidad del agua estancada puede ser de 4 a 6 cm, pero lo ideal es que sea de 5 cm (2").

Una profundidad de agua mayor a 5 cm (2") puede causar una menor difusión del oxígeno y en consecuencia una biocapa más delgada. Las causas de un nivel de agua alto pueden ser la consecuencia del bloqueo del tubo de salida, que haya un poco cantidad de arena instalada en el filtro, o que la arena se haya asentado durante las primeras semanas de uso del filtro.

Por el contrario, si se tiene una profundidad menor a 5 cm (2"), el agua puede evaporarse rápidamente en climas cálidos, haciendo que la biocapa se seque. La

causa de un nivel de agua bajo puede ser que se haya colocado demasiada arena en el filtro durante su instalación.

3.6 Mantenimiento

Con el tiempo, los espacios existentes entre los granos de arena pueden bloquearse con los sólidos suspendidos, produciendo una reducción en la velocidad de flujo del agua. **Una velocidad de flujo más lenta no es un problema en términos de calidad de agua.** De hecho, mientras más lenta sea la velocidad de flujo, mejor será la calidad del agua. Sin embargo, es posible que la velocidad sea tan lenta que ya resulte inconveniente para el usuario, haciendo que éste decida no volver a utilizar el filtro.

Cuando el flujo se torna mucho más lento que la velocidad recomendada, el usuario necesitará poner en práctica ciertas tareas de mantenimiento básico (denominadas “revolver y botar”) para poder restituir la velocidad de flujo normal. El usuario también necesitará limpiar con regularidad el tubo de salida, el contenedor de almacenamiento, el difusor, la tapa y las superficies externas del filtro.

La Etapa H de este manual indica cómo hacer el mantenimiento del filtro.

3.7 Desinfección

Aunque el agua puede parecer limpia después de la filtración, todavía es necesario desinfectarla para asegurarse que se está teniendo la mejor calidad de agua posible. El filtro de bioarena extrae la mayor parte – no todos – de las bacterias y virus. Los métodos más comunes utilizados alrededor del mundo para desinfectar agua para consumo humano son:

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

Cuando el agua tiene niveles de turbidez altos, los patógenos “se esconden” detrás de los sólidos suspendidos y son difíciles de matar empleando desinfección química, SODIS o desinfección ultravioleta. El filtro de bioarena reduce la turbidez, haciendo de él un paso necesario para mejorar la efectividad de otros métodos de desinfección.

3.8 Almacenamiento seguro del agua

La gente trabaja mucho para recolectar, transportar y tratar el agua para consumo humano. Ahora que el agua está limpia y se puede tomar, debe manipularse y almacenarse de manera adecuada, para mantener su pureza. Si el agua no se almacena de manera segura, la calidad del agua tratada puede llegar a ser peor que el agua acarreada inicialmente y puede hacer que la gente se enferme. **La re-contaminación de agua limpia para el consumo humano es un problema común alrededor del mundo.** Numerosos casos han sido documentados.

Almacenar el agua de manera segura significa mantener el agua tratada alejada de fuentes de contaminación y utilizar un contenedor limpio y cubierto. También significa tomar agua del contenedor de tal manera que la gente no contagie enfermedades si es que las tuviera. Así, debe evitarse tocar el contenedor con las manos, con tazas o con pañales, para que el agua no vuelva a contaminarse.

En el mundo existen muchos diseños de contenedores de agua. Un contenedor seguro para el almacenamiento de agua debe tener las siguientes cualidades:

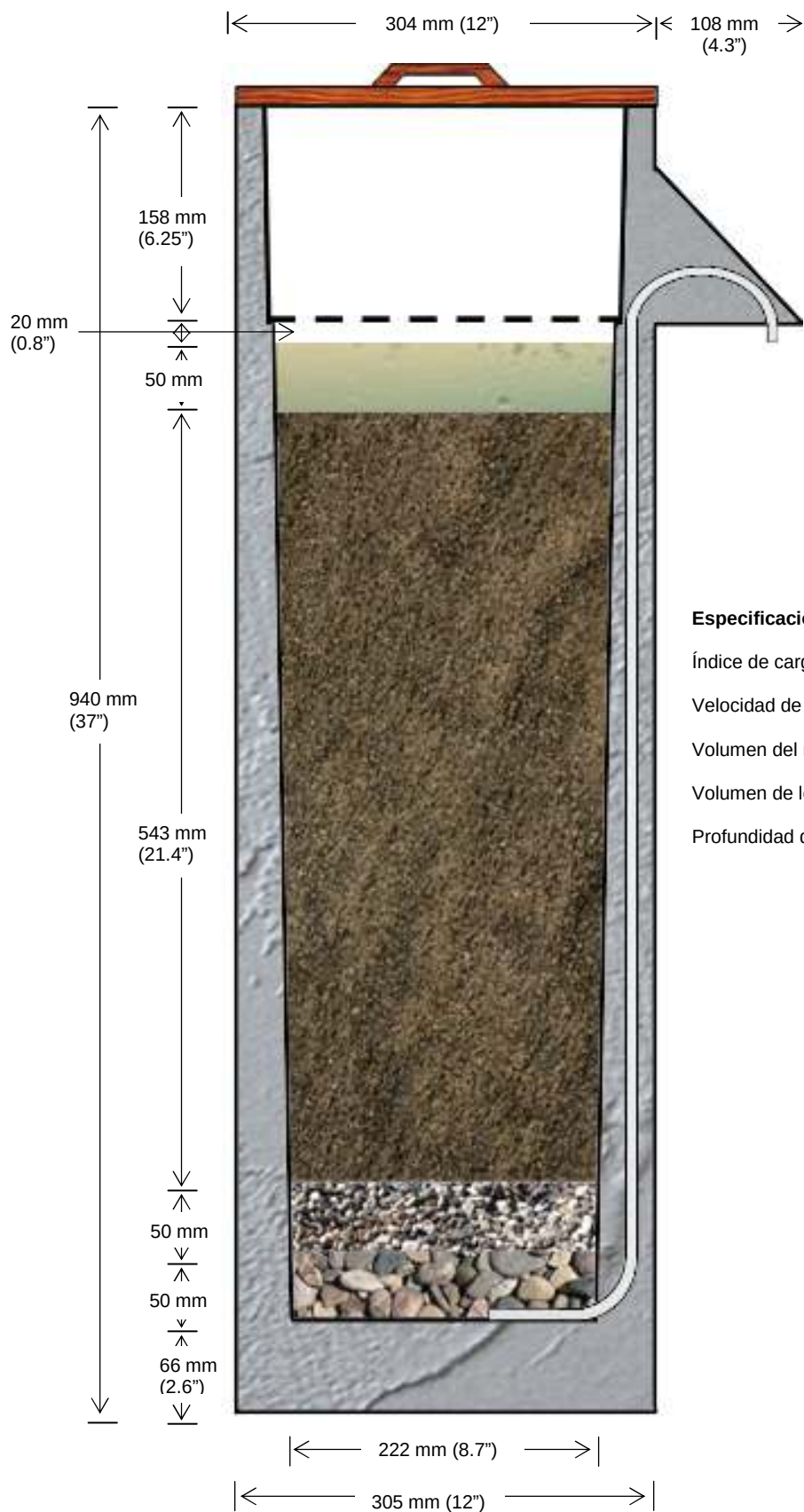
- Una tapa o cubierta resistente y bien ajustada.
- Un grifo o abertura angosta en la salida.
- Una base estable de tal manera que no se ladee.
- Debe ser durable y robusto.
- No debe ser transparente (que no vea a través)
- Debe ser fácil de limpiar.

Otras buenas prácticas asociadas a la manipulación del agua limpia son:

- Utilizar un contenedor para recolectar y almacenar agua sin tratar, y emplearlo únicamente para manipular agua sin tratar.
- Utilizar un contenedor diferente para almacenar agua tratada – nunca utilizar este contenedor para manipular agua sin tratar.
- Limpiar frecuentemente el contenedor de almacenamiento con jabón o cloro.
- Proteger el agua tratada manteniéndola a la sombra dentro de la casa y evitando dejar el recipiente que la contiene al ras de piso.
- Almacenar el agua tratada lejos de niños pequeños y animales.
- Vaciar el agua tratada del contenedor en vez de sacarla con tazas u otros utensilios.
- Tomar el agua tratada lo más rápido posible, de preferencia el mismo día.

Algunas veces es difícil para las personas que viven en zonas rurales o en condiciones muy pobres encontrar o comprar un buen contenedor para almacenar agua. **Lo más importante es asegurarse que el contenedor esté cubierto y que sólo se utilice para almacenar agua tratada.**

4 Filtro de Bioarena de Concreto Versión 10.0



Especificaciones del diseño

Índice de carga del filtro = 400 litros/hora/m²

Velocidad de flujo = 0.4 litros/minuto

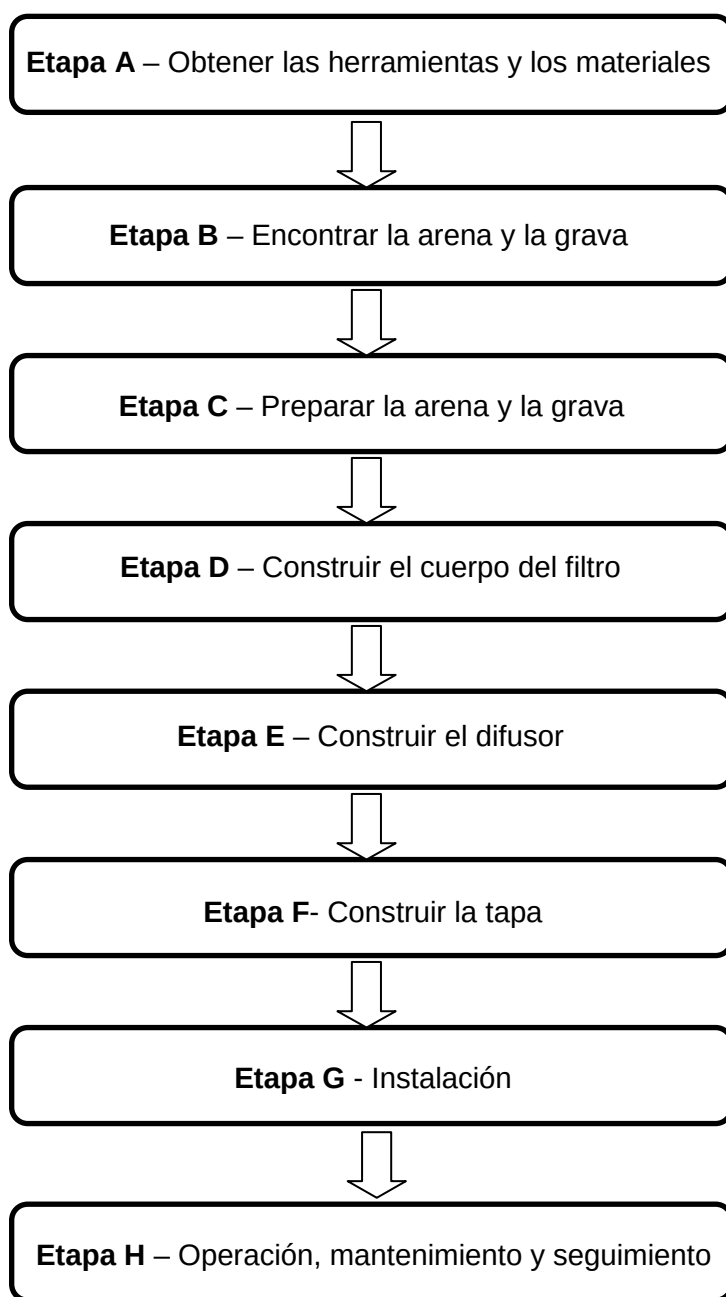
Volumen del reservorio = 12 litros

Volumen de los poros de arena = 12 litros

Profundidad del agua estancada = 5 cm

5 Instrucciones para la construcción, instalación, operación y mantenimiento del filtro de bioarena

El siguiente diagrama muestra un esquema general de las etapas que se requieren para construir, instalar, operar y mantener el filtro de bioarena de concreto versión 10.0. En el caso que se utilicen otros cuerpos de filtro, se puede modificar las Etapas D, E y F, manteniendo las otras etapas tal cual se muestra en el manual.



5.1 Seguridad durante la construcción

Es muy importante trabajar de manera segura para evitar la posibilidad de lesionarse mientras se está construyendo un filtro de bioarena. Durante la construcción del filtro, se van a utilizar herramientas filosas, levantar piezas pesadas y manipular materiales que pueden ser peligrosos. Si se toman las precauciones necesarias, se pueden reducir los riesgos inherentes a la ejecución de estas tareas, evitando lesiones.

El lugar de trabajo debe tener un botiquín de primeros auxilios que esté disponible en todo momento, el cual debe contener como mínimo vendajes, gasas y desinfectantes. Los números telefónicos de asistencia médica deben colocarse en un lugar visible.

Cemento

El cemento puede causar daño a una persona si hace contacto con la piel, ojos o si es inhalado. Por lo general, el cemento contiene un metal llamado cromo hexavalente, el cual provoca dermatitis alérgica o inflamación de la piel.

Cuando una persona vacía una bolsa de cemento, el polvo de este material puede irritar la piel, ya que el polvo reacciona con el sudor del cuerpo o con ropa mojada, formando una solución corrosiva. El polvo de cemento también puede entrar en los ojos, causando rojez, quemazón o ceguera. La inhalación del polvo de cemento puede provocar irritación de la nariz y la garganta, así como también causar ahogo y problemas respiratorios. El cemento también es peligroso cuando está húmedo, ya sea en su condición de mortero o concreto. Si el cemento en esta condición ingresa en las botas o guantes de una persona, o se impregna en la ropa, puede causar quemaduras y úlceras en la piel. Las quemaduras que causa el cemento pueden demorarse un poco en manifestarse, y la persona que ha estado expuesta puede no sentir ningún síntoma hasta varias horas después del contacto con el cemento. Es por eso que **es recomendable limpiarse y lavarse, lo mas pronto posible, el cemento que ha entrado en contacto con la piel.**

Ropa y equipo de protección personal recomendables:

- Usar protección para los ojos cuando se mezcla, vacía y se hace cualquier otro tipo de trabajo con cemento seco.
- Usar una máscara protectora facial para evitar la inhalación del polvo de cemento.
- Usar guantes.
- Usar camisas de manga larga y pantalones largos.
- Poner las mangas sobre los guantes.
- Meter los pantalones dentro de las botas cuando se trabaje con mortero húmedo o concreto.

Qué se debe hacer:

- Colocarse en dirección contraria al viento cuando se trabaje con polvo de cemento.
- Quitarse anillos y relojes, ya que el polvo de cemento puede alojarse en estos accesorios y quemar la piel.
- Quitarse la ropa que esté contaminada con cemento.
- Si la piel hace contacto con el cemento, lavarse inmediatamente con agua fría que corra. Lavar con mucho cuidado y detenimiento cortes y heridas. Si aún se tiene la sensación de quemazón, buscar atención médica.
- Después de haber trabajado con cemento lavarse siempre las manos, particularmente antes de comer, fumar o utilizar los servicios higiénicos.

- **Si los ojos se han visto expuestos al cemento, enjuagarlos con agua fría limpia por lo menos durante 15 minutos y buscar atención médica de ser necesario.**

Cloro

El cloro en la piel puede causar irritación a no ser que se lave inmediatamente y se enjuague con grandes cantidades de agua. La ropa que esté contaminada con cloro deberá quitarse y lavarse antes de volver a ser utilizada. Si el cloro cae en los ojos, puede causar inflamación de la garganta, nariz y pulmones. **Si el cloro llegara a caer en los ojos, se debe lavar y enjuagar los ojos con abundante agua limpia por lo menos durante 15 minutos, levantando los párpados inferior y superior de vez en cuando. También se recomienda buscar atención médica.**

Herramientas

Aunque todas las herramientas manuales que se utilizan para construir el filtro son herramientas pequeñas, todavía existe la posibilidad de que causen lesiones. Guardar y utilizar las herramientas de forma correcta y segura es la mejor manera de evitar laceraciones. Es necesario tener mucho cuidado cuando se manipulen herramientas filosas (como por ejemplo sierras, tijeras de hojalatero y cuchillos) para evitar cortes. Los bordes filosos de las planchas de metal también pueden causar cortes. Hay que tener cuidado de no golpearse o pegarse los dedos cuando se trabaja con martillos o llaves inglesas.

Etapa A – Obtener herramientas y materiales

Para construir e instalar un filtro de bioarena de concreto de manera fácil y adecuada se necesita un buen juego de herramientas. Son herramientas manuales, las cuales servirán por muchos años si es que se las mantiene y utiliza de manera adecuada.

También es necesario identificar un espacio adecuado para trabajar en el que pueda proteger y almacenar sus herramientas, filtros, arena y grava. La arena de filtración deberá estar cubierta o bajo techo, a fin de mantenerla seca y evitar que se contamine. Es posible que sea necesario considerar almacenar sus herramientas y materiales en un lugar con llave para evitar pérdidas, robos o sustracciones.

Para construir una caja de filtro de concreto, se necesitan las siguientes herramientas y materiales:

Herramientas:

- ☐ Molde de acero (Anexo 1)
- ☐ Cuchillo utilitario
- ☐ Fuente de calor, si se usan tubos de polietileno (por ejemplo sopletes de propano o querosene, fuego de leña, quemador eléctrico)
- ☐ Cepillo de cerdas de metal, lija o lana de acero para limpiar el molde
- ☐ Nivel
- ☐ Cuñas de madera de varios tamaños
- ☐ Dos llaves inglesas de 9/16"
- ☐ Contenedores para medir la arena, la grava y el cemento
- ☐ Vara de metal de 1.5 m (5') (como varilla) o pedazo de madera
- ☐ Mazo de caucho o de madera
- ☐ Cuchara de albañil
- ☐ Palas
- ☐ Una llave inglesa de 1-1/2"
- ☐ Martillo
- ☐ 4 bloques de madera (de aprox. 5 cm cuadrados)
- ☐ Cepillo

Materiales:

- ☐ Tubos de plástico de 6 mm (¼") de diámetro interno y 9 mm (3/8") de diámetro externo (de polietileno o vinil)
- ☐ Cinta (por ejemplo, cinta adhesiva gris impermeable)
- ☐ Aceite (de cocina)
- ☐ Cepillo o trapo para aplicar el aceite
- ☐ 12 litros de cemento
- ☐ 24 litros de arena de 1 mm (0.04")
- ☐ 12 litros de grava de 12 mm (½")
- ☐ 12 litros de grava de 6 mm (¼")
- ☐ Agua - aproximadamente 7-10 litros
- ☐ Jabón
- ☐ Máscara de protección facial (opcional)
- ☐ Guantes (opcional)

Para preparar la grava y la arena, se necesitan las siguientes herramientas y materiales:

Herramientas:

- ☐ Tamiz de 12 mm ($\frac{1}{2}$ "
- ☐ Tamiz de 6 mm ($\frac{1}{4}$ "
- ☐ Tamiz de 1 mm (0.04")
- ☐ Tamiz de 0.7 mm (0.03")
- ☐ Palas
- ☐ Carretilla (si hubiera)
- ☐ Varios contenedores grandes de aproximadamente 40 cm (15") de profundidad.
- ☐ Contenedor limpio pequeño, con tapa

Materiales:

- ☐ Cobertores (de lona o plástico), techo o edificación para evitar que la arena se moje y se contamine
- ☐ Agua limpia
- ☐ Grava de 12 mm ($\frac{1}{2}$ "
- ☐ Grava de 6 mm ($\frac{1}{4}$ "
- ☐ Arena de 0.7 mm (0.03")

Ver el Anexo 2 para las instrucciones de cómo construir los tamices.

Para construir la caja difusora de metal y la tapa, se necesitan las siguientes herramientas y materiales:

Herramientas:

- ☐ Regla larga o similar (de por lo menos 120 cm (48"))
- ☐ Cinta métrica
- ☐ Escuadra o ángulo recto
- ☐ Marcador
- ☐ Cortadores de metal adecuados para acero galvanizado de calibre 28
- ☐ Taladro de broca de 3 mm ($\frac{1}{8}$ "
- ☐ Martillo
- ☐ Herramienta para doblar (como una dobladora de banda), para doblar hojas de metal de calibre 28
- ☐ Yunque o una plataforma de acero en un torno de banco en donde poder martillar la hoja de metal.

Materiales:

- ☐ 1 hoja de acero galvanizado (2438 mm x 1219 mm (4' x 8'), de calibre 28 de espesor (0.46 mm ó 0.018"))

Nota: Una sola hoja alcanza para 4 cajas difusoras (quedando todavía algo de material). Si se quiere economizar, con 3 hojas se puede hacer hasta 15 cajas. No se necesitan otros materiales para construir la tapa y la caja difusora.

Para instalar un filtro, se necesitan las siguientes herramientas y materiales:

Herramientas:

- ☐ Cinta métrica
- ☐ Un palo [preferible uno de aproximadamente 100 cm (40") de largo, 2.5 cm x 5 cm (1" x 2")]
- ☐ Difusor
- ☐ Contenedor para almacenamiento
- ☐ Reloj
- ☐ Taza medidora (u otro contenedor) que marque 1 litro
- ☐ 1 m (3') de manguera que se ajuste bien sobre el tubo de salida
- ☐ Pinza o conexión de la manguera (si se tuviera disponible)
- ☐ Embudo (puede estar hecho con la parte de arriba de una botella de gaseosa o agua).

Materiales:

- ☐ Aproximadamente 3 litros de grava lavada de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") (capa de drenaje)
- ☐ Aproximadamente 3 $\frac{1}{4}$ litros de grava lavada de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") (capa de separación)
- ☐ Aproximadamente 25 litros de arena lavada de 0.7 mm (0.03")
- ☐ 40-80 litros (10-20 galones) de agua
- ☐ Cloro

Etapas B – Encontrar arena y grava

La selección y preparación de la arena y la grava de filtración es un paso crucial para la eficiencia del tratamiento del filtro de bioarena. Aunque la tarea no es complicada, es necesario que se sigan los pasos para la preparación de la arena de filtración al pie de la letra, de lo contrario el sistema no funcionará bien y tomará una enorme cantidad de trabajo rectificar el problema.

Fuente recomendada

El mejor tipo de arena de filtración es la que viene de roca triturada, ya que hay menos posibilidad de que éste material esté contaminado con patógenos u otro material orgánico. El tamaño de los gránulos de esta arena es menos uniforme que otros tipos, aspecto que contribuye de manera especial al proceso ya que el filtro necesita de granos de arena de diferentes tamaños para que funcione adecuadamente.

Los mejores lugares para encontrar roca triturada son los tajos de grava o canteras, que son muy comunes en la mayor parte del mundo. También se puede preguntar a compañías locales de construcción, de trabajos en carretera o de fabricación de ladrillos en dónde se encuentran sus fuentes de roca triturada.

Es posible que al principio pareciera que la roca de cantera no es adecuada para tamizarla debido a las grandes cantidades de polvo que genera. Lo que se puede hacer es seleccionar la carga de roca y el triturador adecuado para asegurarse que la cantidad de pedazos de roca grandes o la cantidad de polvo sea mínima. No es raro que se pueda tamizar la carga en la misma cantera y sólo pagar por lo que se toma. Esta facilidad ayuda a reducir costos y a no desperdiciar materiales.

Es posible que encontrar roca triturada sea difícil, más costoso y que necesite transporte al lugar de producción. Sin embargo, es muy importante contar con este material para lograr la mejor calidad de agua posible, por lo que se justifican el tiempo, esfuerzo y los costos adicionales en los que se pueda incurrir en su búsqueda.

Consejo: CAWST sabe dónde puede encontrar fuentes de roca triturada en muchos países. Si se le hace difícil encontrar una fuente local, por favor contáctese con CAWST y, si es posible, lo contactaremos con alguna fuente que estén utilizando otros implementadores del proyecto.

cawst@cawst.org

Otras fuentes

Si luego de agotar todas las opciones posibles no pudiera encontrar roca triturada, la siguiente opción es utilizar arena de las zonas más altas de las laderas de un río (que no hayan estado en el agua). Si esta opción no es posible, la siguiente alternativa es la arena de los lechos de ríos. La última opción es arena de playa.

Usualmente la arena de río está contaminada con patógenos (de excremento humano y animal) y contiene material orgánico (como hojas o troncos). Colocar

arena contaminada en el filtro de bioarena puede hacer que la calidad del agua resultante sea aún peor que la calidad de agua de la fuente original, ya que la materia orgánica es una fuente de alimento de los patógenos y fomenta su crecimiento y multiplicación en el filtro hasta consumir todo el alimento que tengan disponible.

Si se va a utilizar arena de río como arena de filtración, es necesario desinfectarla y retirar todo el material orgánico existente en la misma. Para desinfectar la arena, se puede utilizar cloro o, en su defecto, se puede colocar al sol. Estos procesos de desinfección matan los patógenos, pero no retiran el material orgánico. Para retirar el material orgánico, se debe calentar la arena a altas temperaturas para quemar este material. Este proceso es muy costoso, toma bastante tiempo y la mayoría de veces no resulta ser muy práctico. Es por estas razones que es mejor invertir tiempo y dinero en encontrar una buena fuente de roca triturada que pueda ofrecer la mejor calidad de agua posible.

La arena de playa usualmente contiene sal, material orgánico y otros contaminantes que se disuelven en el agua filtrada. Para utilizar la arena de playa, lo primero que se necesita hacer es lavarla con agua fresca para quitarle la sal. Luego necesitará desinfectarla para matar los patógenos, y finalmente necesitará retirar el material orgánico utilizando un proceso similar al descrito para la arena de río.

Tabla 2: Propiedades que se deben buscar al elegir arena de filtración

La arena debe:	La arena NO debe:
• Cuando tome un puñado de arena, debe sentir el grosor de sus granos. • Debe poder ver claramente los granos individuales, y deben ser de diferentes tamaños y formas. • Cuando apriete un puñado de arena seca y luego abra la mano, la arena debe caer suavemente de su mano. • Se debe usar arena con bastante grava, hasta de 12 mm (½") de diámetro. Utilizar gravas de mayor diámetro es un desperdicio, ya que no se debe utilizar en la construcción del filtro ni como grava para drenaje.	• No debe contener ningún material orgánico (como hojas, pasto, troncos, greda, tierra) • No debe contener estar contaminada microbiológicamente. Es mejor evitar áreas que son frecuentadas por personas o animales. • No debe ser arena muy fina o arena que tiene mucho contenido de limo o arcilla. • Si aprieta un puñado de arena seca y luego abre la mano, el puñado no debe formar una bola ni pegarse en la mano. Si eso pasara, es posible que la arena contenga una buena cantidad de tierra o arcilla.



No se recomienda utilizar arena de río como arena de filtración. No obstante, se puede utilizar arena de río para construir las cajas de filtro de concreto.

Nota: Se puede utilizar arena de río para preparar la mezcla de concreto para construir la caja del filtro.

Etapas C – Preparar la arena y la grava

TAMIZAR LA ARENA Y LA GRAVA

Herramientas:

- ☐ Tamiz de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ")
- ☐ Tamiz de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ")
- ☐ Tamiz de 1 mm (0.04")
- ☐ Tamiz de 0.7 mm (0.03")
- ☐ Palas
- ☐ Carretilla (si hubiera)

Materiales:

- ☐ Cobertores (de lona o plástico), techo o edificación para evitar que la arena se moje y se contamine
- ☐ Máscara de protección facial (opcional)
- ☐ Guantes (opcional)

Pasos:

1. Pasar la arena por el tamiz de 12 mm ($\frac{1}{2}$ "), el tamiz de 6 mm ($\frac{1}{4}$ "), el tamiz de 1 mm (0.04"), y el tamiz de 0.7 mm (0.03"), en ese orden.
2. Desechar el material que no pasa por el tamiz de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ").
3. Almacenar el material que no pasa por el tamiz de 6 mm ($\frac{1}{4}$ "); este material se utilizará para la capa de grava de drenaje.
4. Almacenar el material que no pasa por el tamiz de 1 mm (0.04"); este material se utilizará para la capa de grava de separación.
5. Almacenar el material que no pasa por el tamiz de 0.7 mm (0.03"). Una parte de este material se utilizará para construir la caja del filtro de concreto, mientras que otra parte se va a tamizar un poco más para obtener la arena de filtración.
6. El material que pasa por el tamiz de 0.7 mm (0.03") es la arena de filtración que va en el filtro. Si se está construyendo filtros de concreto, NO debe mezclar esta arena con el cemento puesto que es muy fina y no ayudará a producir un concreto de buena calidad.

Consejos:

- Cuando tamice, mire debajo del tamiz y vea si sigue cayendo material. Si cae poco o nada de material, entonces puede dejar de tamizar ese lote de arena o grava.
- Quite todo material de desecho (como madera, plástico o pasto) que se encuentre en la arena o grava mientras se está tamizando.
- No coloque demasiada arena o grava en los tamices. El exceso de peso puede hacer que el tamiz se rasgue o se rompa.

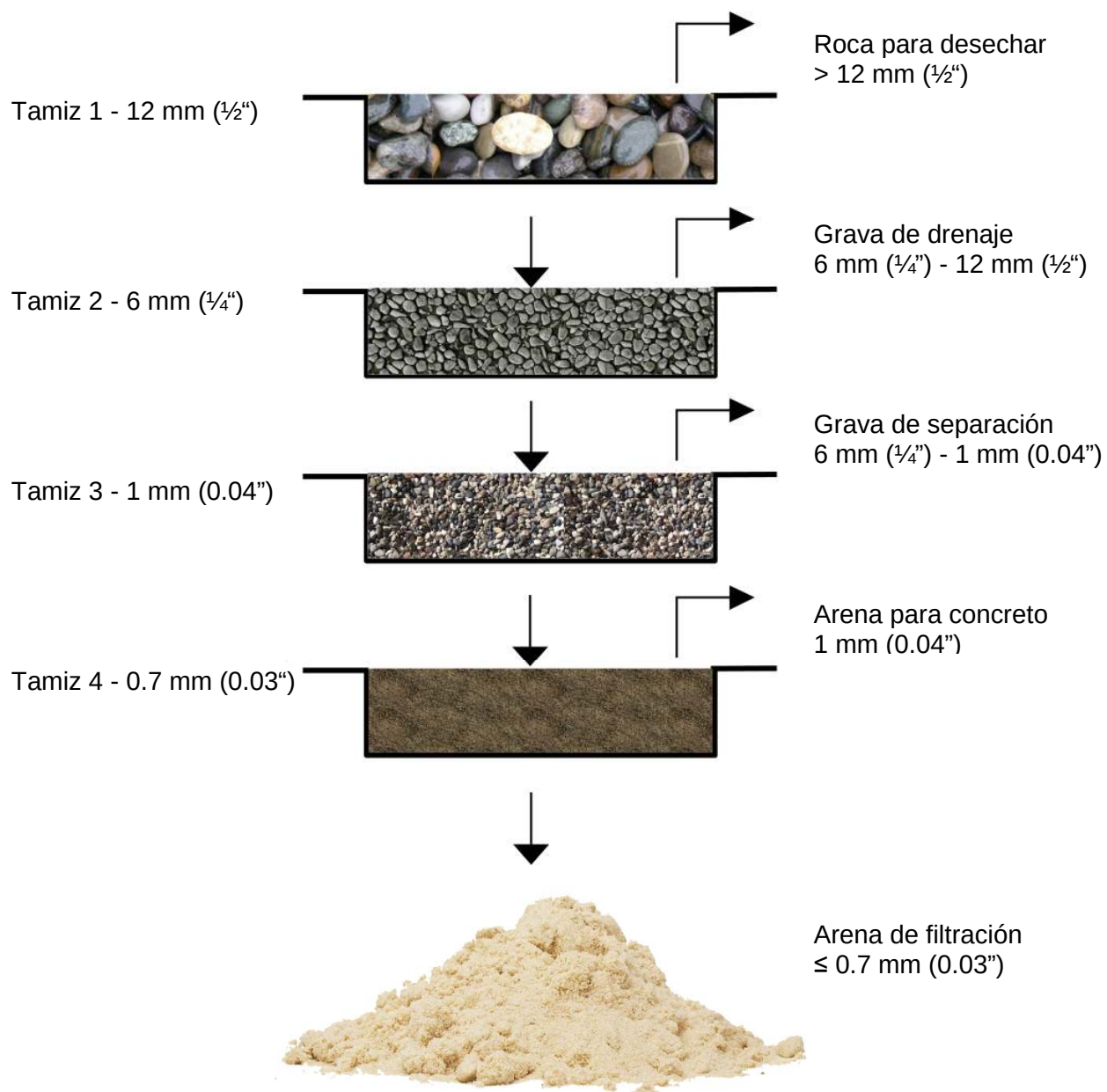
Consejos:

- **Es más fácil tamizar la arena cuando está seca.** La arena húmeda o mojada por lo general obstruye las mallas, haciendo que el tamizado se torne difícil. Si fuera posible, recomendamos dejar secar la arena al sol antes de tamizarla y luego guardarla debajo de lonas, bajo techo o en el interior de una edificación, a fin de evitar que se humedezca. Durante la estación seca, se puede preparar una gran cantidad de arena y almacenarla bajo cubierta para evitar que se moje.
- El tamizado en mojado es un proceso que se da cuando la arena está mojada y bajo ninguna circunstancia puede secarse al sol. El proceso emplea agua limpia para forzar la arena a través de los tamices.
- Mientras va tamizando, asegúrese de mantener sus pilas de material ordenadas y separadas, de tal modo que no se mezclen unas con otras o con arena sin tamizar. Una arena de pobre calidad que sea la consecuencia de la presencia de rocas o de la mezcla de arenas tamizadas de diferentes tamaños reducirá la eficiencia del tratamiento del filtro. Si eso pasa, tendrá que tamizar la arena nuevamente.



Mantener pilas de material ordenadas y separadas ayudará a evitar que el material se mezcle.

Tamaño de la arena y la grava de filtración



Arena de filtración
 ≤ 0.7 mm (0.03")



Arena para concreto
1 mm (0.04")



Grava de separación
6 mm ($\frac{1}{4}$ ")



Grava de drenaje
12 mm ($\frac{1}{2}$ ")

LAVAR LA GRAVA

Herramientas:

- ☐ Varios contenedores grandes de aproximadamente 40 cm (15") de profundidad.

Materiales:

- ☐ Agua limpia
- ☐ Grava de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ")
- ☐ Grava de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ")

Pasos:

1. Coloque aproximadamente 2-3 litros (0.5-1 galón) de grava de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") en un contenedor.
2. Ponga el doble de agua en el contenedor.
3. Utilizando la mano, mueva y remueva la grava hasta que el agua se torne sucia.
4. Vacíe el agua sucia del contenedor.
5. Repita el proceso hasta que el agua del contenedor salga limpia.
6. Lave el resto de la grava de 12 mm ($\frac{1}{2}$ "), utilizando el mismo método (de a pocos).
7. Repita los pasos 1 al 5 para la grava de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ").
8. Coloque toda la grava en una cubierta o una superficie de concreto y déjela secar al sol. Este paso es especialmente importante si se sospecha que la grava o el agua que se utilizó para lavarla está contaminada con microbios.
9. Guarde la grava bajo cubierta para mantenerla seca. También puede almacenarla en bolsas o contenedores que estén listos para utilizarse en el proceso de instalación (ver Etapa G – Instalación).



La grava de separación y de drenaje debe lavarse hasta que el agua del contenedor salga limpia.

LAVAR LA ARENA DE FILTRACIÓN

Herramientas:

- ☐ Contenedor transparente pequeño, con tapa
- ☐ Varios contenedores grandes de aproximadamente 40 cm (15") de profundidad

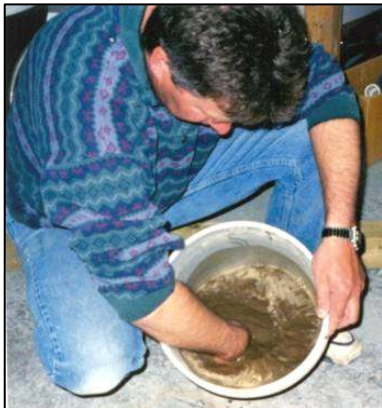
Materiales:

- ☐ Agua limpia
- ☐ Arena de 0.7 mm (0.03")

1. Coloque una pequeña cantidad de arena de 0.7 mm (0.03") en el contenedor de aproximadamente 10 cm (4") de profundidad.
2. Coloque el doble de cantidad de agua en el contenedor.
3. Mezcle la arena y el agua con su mano con movimientos envolventes y rápidos diez veces, asegurándose que sus dedos toquen el fondo del contenedor para mover toda la arena.
4. Bote el agua sucia rápidamente.
5. Repita los pasos 1 a 4 las veces que se indique en la sección de prueba de índice de flujo.

Consejo: NO lave la arena hasta que el agua salga completamente limpia. El agua que salga en la última lavada debe quedar siempre algo sucia. Toma tiempo y práctica poder saber cuánto se debe lavar la arena.

6. Lave el resto de la arena utilizando el mismo método (pasos 1 a 5).
7. Coloque toda la arena y la grava en una lona o una superficie de concreto y déjelas secar al sol. Este paso es especialmente importante si se sospecha que la arena, la grava o el agua que se está utilizando para lavarlas puedan estar biológicamente contaminadas.
8. Una vez que la arena esté seca, guárdela bajo cubierta. Otra opción es empaquetar la arena en bolsas o contenedores para tenerlos listos para su transporte e instalación (ver Etapa G – Instalación).



Diferente al caso de la grava, el agua que sale del contenedor después de lavar la arena no debe estar completamente limpia. Hay que tener práctica para saber cuántas veces se necesita lavar la arena.

LA PRUEBA DEL FRASCO

- La primera vez que lave la arena, es necesario experimentar con el procedimiento de lavado para determinar la cantidad de veces que necesita lavar la arena.
- Lave la arena tal cual se describe en los pasos 1 a 5 anteriores. Mientras va lavando, cuente las veces que vacía el agua del contenedor.
- Al principio se va a tener que estar probando y probando hasta llegar a la cantidad de lavadas correcta, y es por eso que es importante contar cuántas veces se está lavando la arena, para saber cuál es el índice de flujo correcto y así poder tener una base para poder repetir el proceso. Para **estimar** si la arena se ha lavado adecuadamente, coloque un poco de arena en un frasco transparente con igual cantidad de agua limpia. Coloque la tapa y agite. Si mira por un lado del frasco unos 3 a 4 segundos después de haber dejado de agitar y puede ver la superficie de la arena, significa que la arena se ha lavado lo suficiente.
- Es posible que usted obtenga la arena y la grava de diferentes fuentes en diferentes ocasiones, por lo que deberá ir ajustando la cantidad de veces que tiene que lavar la arena. No obstante, pasado un tiempo, usted podrá desarrollar la capacidad de saber cuándo es que la arena ya está lo suficientemente limpia sólo con mirar el agua que va botando de su contenedor.



No suficientemente lavada



Bastante bien



Demasiado lavada

PRUEBA DE LA VELOCIDAD DE FLUJO

- Para hacer la prueba final de la arena, instale un filtro de bioarena utilizando arena y grava de filtración y ponga a prueba la velocidad del flujo. La velocidad de flujo debe ser de 0.4 L/minuto al momento de la instalación del filtro.
- Si la velocidad del flujo es mucho más rápida que 0.4 L/minuto, significa que la arena se ha lavado mucho. Si esto pasara, deberá disminuir las veces que lava la arena. Una velocidad de flujo muy rápida no es aceptable, ya que hace que el filtro no sea efectivo.
- Si la velocidad de flujo es mucho menor que 0.4 /minuto, significa que la arena no se ha lavado lo suficiente. Si este fuera el caso, deberá aumentar la cantidad de veces que lava la arena. Si la velocidad de flujo es muy lenta, el filtro todavía va a funcionar y va a mantener su efectividad, pero es posible que se bloquee con más frecuencia, haciendo también más frecuentes las veces en las que se le deberá hacer mantenimiento. Si la velocidad de flujo es ligeramente menor que 0.4 L/minuto, se puede dejar tal como está, siempre y cuando la velocidad de flujo no sea tan lenta que no llegue a ser un inconveniente para el usuario.

Etapa D – Construir la caja del filtro

TUBO DE SALIDA DE PLÁSTICO

Herramientas:

- ☐ Cuchillo utilitario
- ☐ Fuente de calor, si se usa tubos de polietileno (por ejemplo sopletes de propano o querosene, fuego de leña, quemador eléctrico)

Materiales:

- ☐ Tubo de plástico de 6 mm ($\frac{1}{4}$ " de diámetro interno y 9 mm ($\frac{3}{8}$ " de diámetro externo (de polietileno o vinil)

Pasos:

1. Si el tubo de plástico viene enrollado, enderece la primera parte del mismo utilizando una fuente de calor media tal como se muestra en la figura de abajo (izquierda).
2. Mida y corte aproximadamente una longitud de 105 cm (41") de tubo de plástico.
3. Si utiliza tubos de polietileno, use una fuente de calor para darle una forma aproximada a la que se muestra en la figura de abajo (derecha). Puede utilizar una guía o molde de madera para que el moldeado sea más fácil.



Si el tubo de polietileno está duro, es posible que necesite calentarlo para poder doblarlo.



Con frecuencia, el vinil es más suave, y no necesita calentarse.

Nota: NO utilice tubos de plástico con un diámetro interno menor a 6 mm ($\frac{1}{4}$ "). El área interior de un tubo con un diámetro interno menor a 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") no será lo suficientemente ancha como para ofrecer una buena velocidad de flujo. Si notara una velocidad de flujo lenta, también puede deberse a que el tubo está encorvado o a que la grava de drenaje ha bloqueado el tubo de alguna manera.

NO utilice tubos de plástico con un diámetro exterior mayor a 9 mm ($\frac{3}{8}$ "). Las paredes del cuerpo del filtro de concreto no son muy gruesas, y el tubo podría sobresalir del concreto si es que el diámetro exterior del tubo fuera muy grande.

PREPARACIÓN DEL MOLDE

Herramientas:

- ☐ Cepillo de cerdas de alambre, lija o lana de acero para limpiar el molde
- ☐ Nivel
- ☐ Pedazos de madera de varios tamaños
- ☐ Dos llaves inglesas de 9/16"

Materiales:

- ☐ Cinta (como cinta adhesiva gris)
- ☐ Aceite (de cocina)
- ☐ Cepillo o trapo para aplicar el aceite

Pasos:

1. Limpie el molde de acero con el cepillo de cerdas de alambre, lija o lana de acero para retirar cualquier residuo de concreto que haya quedado adherido a la superficie, dejando todo exceso de concreto que se haya formado en las juntas ya que funcionará como un sello.
2. Con el aceite, cubra ligeramente todas las superficies que estarán en contacto con el concreto. NO coloque aceite en la parte superior del molde interior, ya que es aquí en donde usted va a pegar el tubo exterior.
3. Ensamble el molde boca abajo, colocando las dos partes exteriores del molde en la parte interior del mismo. Debe haber una marca en el molde interior que indique en qué lado va el panel de la nariz.
4. Inserte los tornillos y enrósquelos sin ajustarlos, lo suficiente como para asegurarse que el borde superior del molde está lo más cuadrado posible.
5. Ajuste todos los tornillos con la llave inglesa.
6. Pegue el tubo de plástico con la cinta adhesiva gris hasta la mitad del molde interior. Engrase con aceite la parte superior del molde interior, teniendo cuidado en asegurarse de que la cinta adhesiva gris aún está pegajosa.
7. Coloque la placa de la nariz en la nariz del molde, con el tubo de plástico saliendo por el hueco.
8. Ajuste los tornillos para mantener la placa de la nariz en su lugar.
9. Asegure el tubo de plástico a través de la placa de la nariz pegándola con la cinta adhesiva en su lugar. Tenga cuidado de no jalar mucho el tubo de plástico, pues podría doblarlo, restringiendo el flujo de agua. Coloque la cinta adhesiva sobre la abertura del tubo para evitar que se bloquee con el concreto.
10. Use un nivel y pedazos de madera para hacer el nivel del molde.



Pegue el tubo de plástico con la cinta adhesiva gris hasta la mitad a través del molde interior, para evitar que se mueva y se llene de concreto.



La placa de la nariz debe estar bien ajustada, con el tubo de plástico saliendo a través del hueco.

VERTIDO DEL FILTRO

Herramientas:

- ☐ Contenedores para medir la arena, la grava y el cemento
- ☐ Vara de metal de 1.5 m (5') (como una varilla) o pedazo de madera
- ☐ Mazo de caucho o de madera
- ☐ Cuchara de albañil
- ☐ Pedazos de madera de varios tamaños
- ☐ Pala

Materiales:

- ☐ 12 litros (3.2 galones) de cemento
- ☐ 24 litros (6.4 galones) de arena de 1 mm (0.04")
- ☐ 12 litros (3.2 galones) de grava de 12 mm (1/2")
- ☐ 12 litros (3.2 galones) de grava de 6 mm (1/4")
- ☐ 7-10 litros (2-3 galones) de agua

Nota: Sea específico con el tipo de cemento que va a utilizar. **NO** vaya a utilizar cemento pre-mezclado con arena y grava. Según el país en donde esté, presentamos una lista de los diferentes nombres con los que se le conoce al cemento, que al final son el mismo producto: cemento portland, cemento portland ordinario blanco, cemento de uso general, cemento hidráulico de uso general, cemento tipo 1 y cemento tipo 10.

El cemento debe ser fresco y no debe estar expuesto a la humedad. Si hubiera grumos en el cemento, probablemente es porque ha estado mojado y por lo tanto no debe utilizarlo. **NO** se pueden romper los grumos para luego usar el cemento.

Pasos:

1. Transfiera el molde de acero al lugar en donde quiere verter el filtro. Recuerde que el filtro se quedará en este lugar entre 6 a 24 horas para que el concreto se seque y endurezca.

2. Mida 12 litros (3.2 galones) de cemento, 24 litros (6.4 galones) de arena de 1 mm (0.04"), 12 litros (3.2 galones) de grava de 12 mm (½") y 12 litros (3.2 galones) de grava de 6 mm (¼"). Si mide con cuidado, se asegurará de tener las proporciones correctas.

Nota: Se ha probado y comprobado que la siguiente mezcla de concreto funciona muy bien para el filtro:

1 parte de cemento: 2 partes de arena: 1 parte de grava de 12 mm : 1 parte de grava de 6 mm

Para un lote de cualquier tamaño, lo más importante es mantener iguales las proporciones de los ingredientes. Así, usted puede duplicar o triplicar el tamaño del lote simplemente duplicando o triplicando el número de contenedores de cada ingrediente que añada a la mezcla.

3. Coloque los materiales uno sobre otro a manera de capas sobre una superficie limpia y plana, comenzando por la grava, luego la arena y finalmente el cemento.
4. Mezcle los ingredientes con una pala. Haga un pequeño orificio en el medio de la mezcla seca con la pala. Vierta aproximadamente 4 litros (1 galón) de agua en el hueco y mezcle muy bien con todos los ingredientes secos. Para mezclar muy bien, traiga el material seco de los bordes hacia el agua.
5. Cuando haya terminado de mezclar, repita el paso 4 y siga añadiendo agua (más o menos 7 a 10 litros (2-3 galones) en total, dependiendo de cuán mojada esté la arena) hasta que la mezcla alcance una consistencia adecuada, es decir bastante dura y seca.

Consejo: Puede colocar más agua a la mezcla de concreto si es que lo considerara necesario, pero tome en cuenta que después no va a poder sacarla del concreto. Mientras menos agua se use, más fuerte será el concreto seco. Si se añade mucha agua, se corre el riesgo de que el cuerpo del filtro sea propenso a fracturas o filtraciones.

6. Pruebe la mezcla. Usted podrá determinar si el concreto tiene muy poca o mucha agua utilizando la parte de abajo de la pala para hacer surcos en el concreto. Si la mezcla está muy seca, no podrá hacer surcos muy marcados; si por el contrario, la mezcla tiene mucha agua, los surcos no mantendrán su forma y notará que se forma agua alrededor de los bordes de la pala. Si la mezcla tiene la cantidad apropiada de agua, los surcos mantendrán su forma después de trazados.



Mezcle los ingredientes secos con una pala. Haga un hueco en el centro y vierta agua en el mismo. Mezcle muy bien y siga añadiendo agua hasta que alcance la consistencia apropiada.



La consistencia del concreto debe ser dura y seca. Si la mezcla tiene mucha agua, el filtro puede volverse propenso a fracturas o filtraciones.

7. Coloque el concreto en el molde utilizando una pala o un contenedor.
8. Mientras va añadiendo las capas de concreto en el molde, utilice la varilla de metal para asegurarse que el concreto llene toda el área sin formar ningún vacío. Cuando llegue al ras del molde, golpee el molde con el mazo desde afuera, incluyendo en la nariz, de arriba a abajo. La vibración ayuda a eliminar las burbujas de aire que haya en el concreto.

Consejo: Para determinar si la nariz está llena de concreto, golpéela con el mazo. Si la nariz está llena de concreto, saldrá agua. Asegúrese de golpear la nariz con el mazo varias veces, para asegurar de que no se hayan formado burbujas de aire que puedan causar fracturas o roturas.

9. Mientras va llenando el último molde, revise la placa de la nariz y el tubo de plástico para asegurarse de que no se hayan movido.
10. Hínque el concreto con la cuchara de albañil a una profundidad de por lo menos 10 cm (4") en todo el rededor del molde interno para asegurar que la capa final se mezcle con la capa anterior. Esta acción también permitirá que el concreto se asiente más en los lados.
11. Coloque una pala llena de concreto en el tope y deje asentar por 30 a 45 minutos.
12. Repita el paso 8 para ayudar a prevenir la formación de fracturas en la base del filtro. Retire el exceso de concreto y luego utilice una cuchara de albañil para hacer una superficie plana. Éste será el fondo del filtro.
13. En climas cálidos, va necesitar cubrir el concreto con un trapo mojado y un pliego de plástico para evitar que el concreto se seque demasiado rápido. Humedezca el trapo nuevamente si se secara, y repita esta acción durante todo el día.



Paso 7 - Llene el molde con concreto



Paso 8 - Use una varilla de metal para ayudar a que el aire salga del concreto.



Paso 8 - Haga vibrar el molde con un mazo de caucho para ayudar a sacar el aire del concreto.

CÓMO SACAR EL FILTRO DEL MOLDE

Herramientas:

- ☐ Dos llaves inglesas de 9/16"
- ☐ Una llave inglesa de 1-1/2"
- ☐ Martillo
- ☐ 4 bloques de madera (de alrededor de 5 cm cuadrados)
- ☐ Cepillo

Materiales:

- ☐ Jabón

Pasos:

1. Espere a que el concreto se haya endurecido. La espera puede tomar entre 6 a 24 horas, dependiendo de la consistencia de la mezcla del concreto que utilizó y de las condiciones climáticas de su zona.

2. Afloje los tornillos y retire la placa de la nariz.
3. Voltee el molde completamente (180°), utilizando un neumático o un saco de grano para apoyar el peso del mismo mientras lo va volteando.
4. Retire los pernos que quedan arriba del molde. Todavía no desentornille ninguno de los pernos de los costados.
5. Golpee la parte superior del molde con un mazo (o con bloque de madera y un martillo) para soltar el molde del concreto.
6. Coloque el extractor en la parte superior del molde. Cada pierna del extractor debe encajar en cada ranura que le corresponde en el molde interno.
7. Ajuste el perno del centro (girándolo en dirección de las manecillas del reloj) hasta que el perno esté bien enroscado en la tuerca del molde.
8. Ajuste la tuerca (que está sobre el tubo cuadrado) girándola en dirección de las manecillas del reloj. Gire la tuerca hacia abajo hasta que haga contacto con el tubo cuadrado y siga girando, jalando el molde interior hacia arriba hasta que se suelte.
9. Siga girando la tuerca central hasta sacar el molde interior completamente.

Nota: Si el molde comienza a doblarse, deténgase inmediatamente. Revise que las tuercas y los pernos del molde interno se hayan sacado bien. Si el molde interno todavía está atorado, deshaga todas las tuercas y los pernos, saque los paneles exteriores y rompa el concreto del molde interior. **No dañe el molde solamente por un filtro.**



Paso 8 – Ajuste la tuerca del extractor para retirar el molde interior.

10. Coloque los bloques de madera entre el molde exterior y el molde interior.
11. Suelte la tuerca central del ensamblaje del extractor hasta que el molde interior se quede en los espaciadores de madera.
12. Retire el extractor.
13. Retire el molde interior cuidadosamente y colóquelo en un lugar seguro.
14. Retire los pernos que faltan y el panel de tres lados.
15. Retire el panel frontal (nariz).

Consejo: Puede inclinar un poco la parte trasera del filtro y colocar un pedazo de madera debajo del borde frontal, para luego utilizar un martillo y unas palanquitas para despegarlo del panel frontal.

16. Limpie el molde y acéitelo.
17. Retire la cinta adhesiva que cubre el tubo exterior en el interior del filtro. Retire también la cinta del otro extremo.
18. Revise los dos extremos del tubo exterior para asegurarse de que no esté tapado ni bloqueado con concreto. Retire todo desperdicio visible hasta que pueda ver claramente o sentir la salida al fondo del filtro.
19. Llene el filtro con agua. La velocidad de flujo debe ser de aproximadamente 1 litro/minuto. Determine cuál es el nivel de agua dentro del filtro una vez que el agua haya dejado de salir del tubo.
20. Mida el tubo de salida. Debe tener un largo de entre 1.5 y 2.5 cm (1/2-1"). Si el tubo estuviera muy largo, córtelo hasta lograr la longitud correcta.

Nota: El nivel del agua del filtro se determina por el extremo del tubo de salida. Debido al efecto de sifonamiento, el agua dejará de fluir una vez que el agua estancada esté al mismo nivel que el extremo del tubo de salida.

21. Revise que el filtro no tenga fracturas o defectos.
22. Tape el tubo de salida y llene el filtro con agua completamente. Mantenga el filtro lleno por cinco a siete días, mientras el concreto se va terminando de endurecer completamente. No mueva el filtro de ninguna forma durante este tiempo.
23. Una vez que el concreto haya curado, es decir, haya terminado de endurecerse, coloque una pequeña cantidad de jabón en el agua que ha estado en el filtro, y cepille el interior del mismo con un cepillo. Enjuague con agua limpia.
24. Guarde el filtro hasta que esté listo para ser transportado e instalado. Asegúrese que los filtros guardados estén cubiertos o inclinados luego que se han secado, para evitar que se ensucien o se conviertan en nido de insectos.
25. Paso opcional – Si desea, puede pintar la parte exterior del filtro para mejorar su aspecto y atractivo hacia los usuarios. Para pintar el filtro, por lo general se necesita una capa de imprimante y una capa de pintura con base de agua.

Etapas E – Construir el difusor

El propósito del difusor es evitar revolver la superficie de la arena y la biocapa cuando se añade agua en la parte superior del filtro. Esto es muy importante para el buen funcionamiento del filtro, pues así los patógenos no llegarán muy lejos en la cama de arena.

Existen varios tipos de difusores que se pueden construir, teniendo cada uno de ellos sus propias ventajas y limitaciones. El tipo de difusor que cada persona elija dependerá del nivel de habilidad de cada usuario, las herramientas que se utilicen, los materiales que se tengan disponibles y la preferencia del usuario.

Especificaciones del diseño

- El difusor consiste en orificios de 3 mm (1/8") de diámetro que se perforan en una plancha tipo rejilla de 2.5 cm x 2.5 cm (1" x 1"). Si se hace orificios más grandes, se removerá superficie de la arena se revolverá con el agua que se vacíe en el filtro. Si se hace orificios más pequeños, se restringirá el flujo a través del filtro, reduciendo el índice de flujo a meramente gotas.
- No debe haber ningún espacio entre el borde del difusor y el filtro de concreto. Si se deja un espacio, el agua puede pasar a través de las paredes del filtro, en vez de que se distribuya de manera uniforme a través de los orificios de la placa difusora.
- La placa difusora debe ajustarse muy bien al filtro de concreto, pues esto también evitará que los difusores hechos de material ligero floten en el agua en vez de filtrarla.

Consejos:

- Se han utilizado muchos tipos de materiales para construir los difusores: hojas de metal, de plástico y de concreto. El material más recomendado es el metal galvanizado, ya que es más fuerte y duradero. No obstante, si se utilizan hojas de metal galvanizado de mala calidad, el difusor se oxidará rápidamente, teniendo que reemplazarse pronto. Se recomienda evitar utilizar material que se pueda oxidar o que promueva el crecimiento de moho o algas ante la presencia de agua (por ejemplo, madera).
- Se recomienda utilizar el diseño de la caja difusora de metal, ya que este modelo no deja que el agua viaje hacia abajo a través de las paredes del filtro. Este tipo de difusor se utiliza para la versión de filtro especial para la remoción de arsénico, o para actualizar versiones anteriores del filtro al diseño actual, que es la versión 10. Si decide construir la caja difusora de metal, también se recomienda que construya la tapa con hoja de acero galvanizado. La tapa hecha con este material encajará muy bien en todo el filtro, incluyendo en las solapas de la caja difusora que quedarán colgando fuera del borde superior del filtro.

OPCIÓN 1 – TAPA Y DIFUSOR DE CAJA DE METAL

Herramientas:

- ☐ Regla larga o similar (de por lo menos 120 cm/48")
- ☐ Cinta métrica
- ☐ Escuadra o ángulo recto
- ☐ Marcador
- ☐ Cortadores de metal adecuados para acero galvanizado de calibre 28
- ☐ Taladro de broca de 3 mm (1/8")
- ☐ Martillo
- ☐ Herramienta para doblar (como una dobladora de banda) para doblar hojas de metal de calibre 28
- ☐ Yunque o una plataforma de acero en un torno de banco en donde poder martillar la hoja de metal

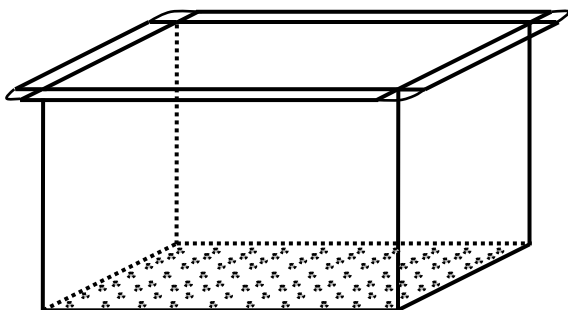
Materiales:

- ☐ 1 hoja de acero galvanizado de 2438 mm x 1219 mm (4' x 8'), de calibre 28 de espesor (0.46 mm ó 0.018")

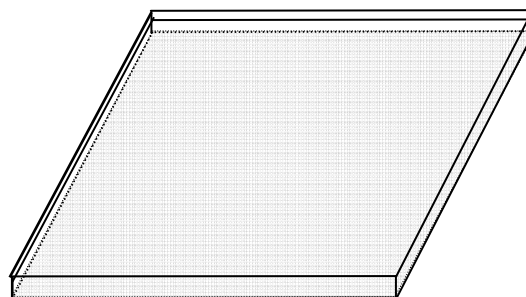
Nota: ¡Cuidado! Tenga cuidado con los bordes filosos y asegúrese de utilizar guantes de protección si fuera necesario.

Pasos:

1. Coloque la hoja de metal en una superficie firme. Con el marcador, trace las líneas del molde según las dimensiones que se muestran en la Figura 1.
2. Corte las piezas que corresponden a los lados, la base, la tapa y las esquinas.
3. Mida y trace líneas para cortar (líneas gruesas) y líneas para doblar (líneas punteadas) en cada pieza, según las dimensiones que se indican en:
 - i. Las figuras 2 y 3: tapa del filtro
 - ii. Las figuras 4 y 5: lados y esquinas
 - iii. Las figuras 6 y 7: base
4. Corte en las líneas gruesas y doble en las líneas punteadas, tal y como se muestra en la secuencia de doblado que se presenta para cada figura.



Caja difusora



Tapa del filtro

Figura 1
Esquema para cortar una hoja de metal para cuatro cajas difusoras

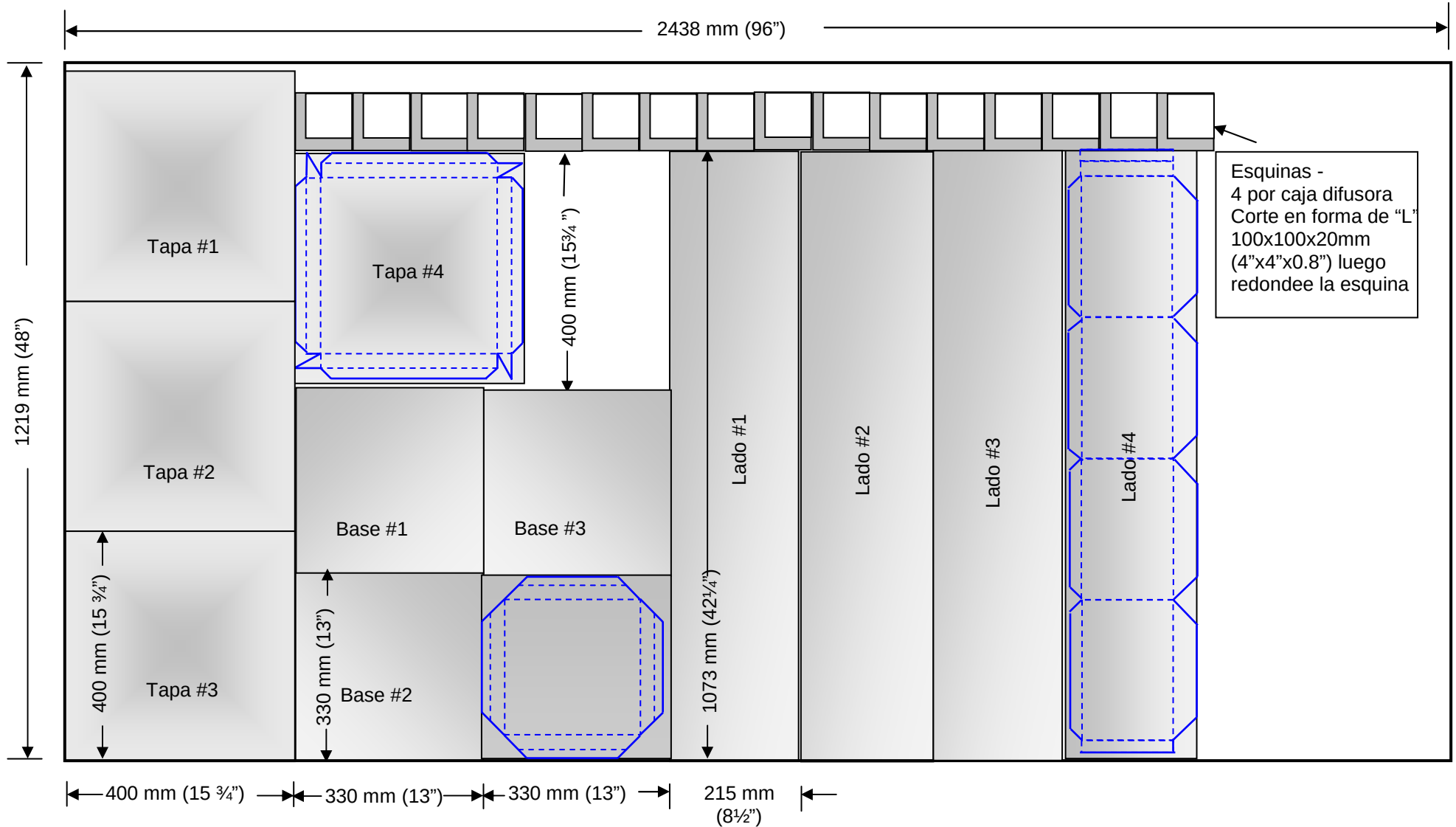
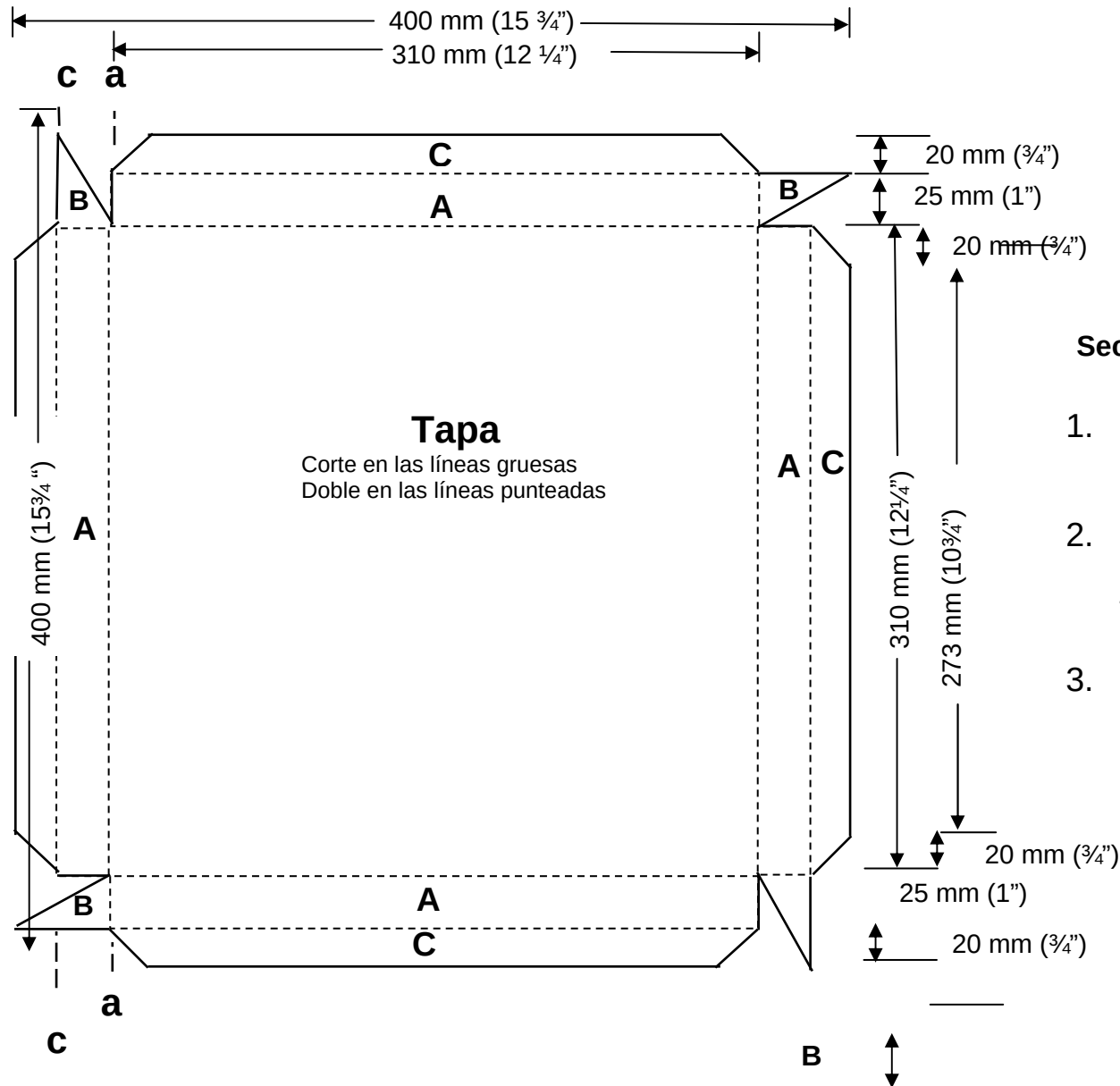


Figura 2
Tapa del filtro



Secuencia del doblado de la tapa:

1. Doble dos de los lados **A** hacia abajo, a lo largo de la línea de doblez **a - a**.
2. Doble las solapas **B** 90° hacia adentro, de tal manera que terminen a la misma altura (en paralelo) que el lado **A**.
3. Doble el lado **C** hacia arriba, a lo largo de la línea **c - c**, y luego presione para colocar y enganchar las solapas **B** en su lugar.

Figura 3
Detalle de cómo doblar la tapa del filtro

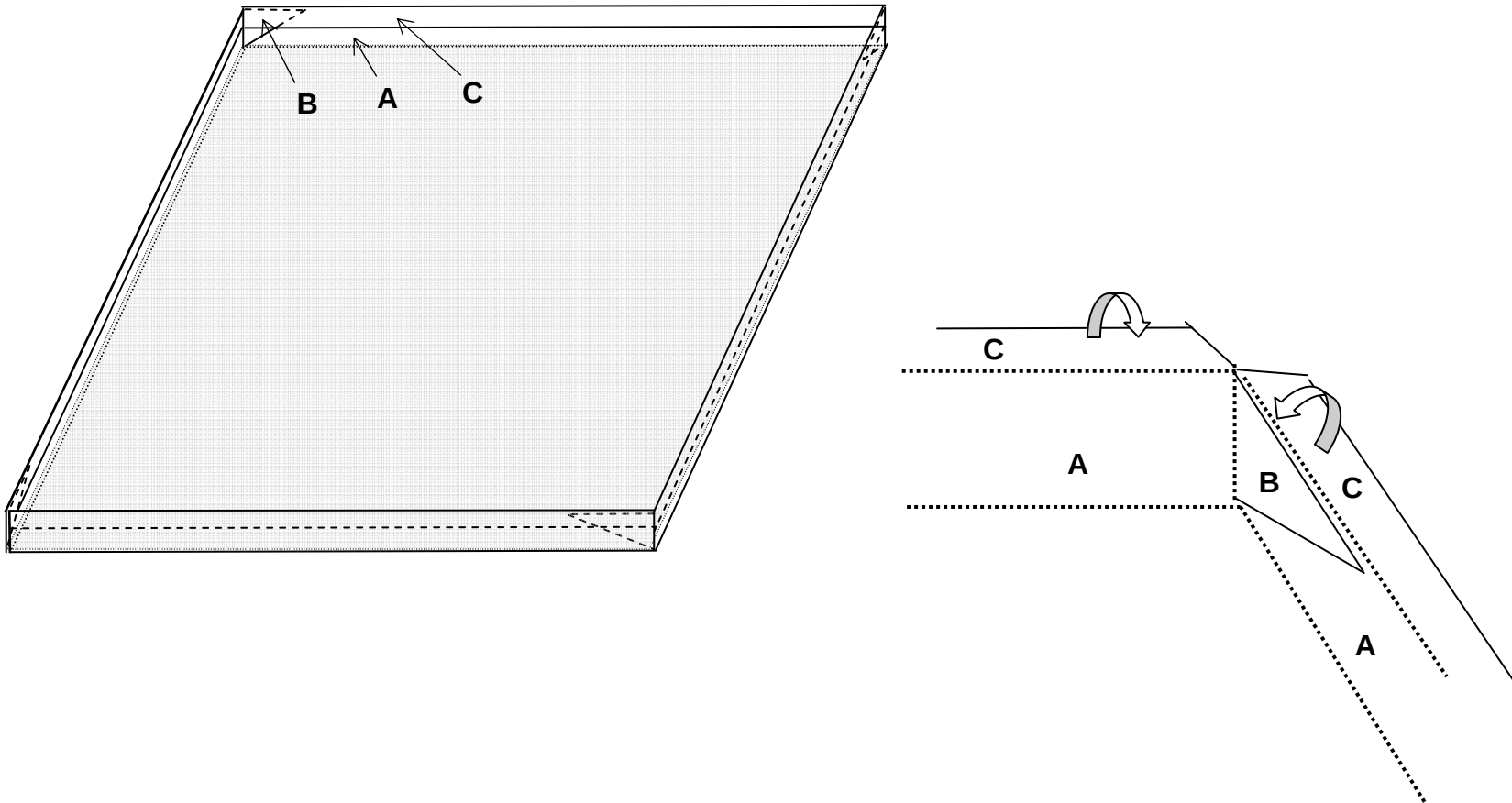
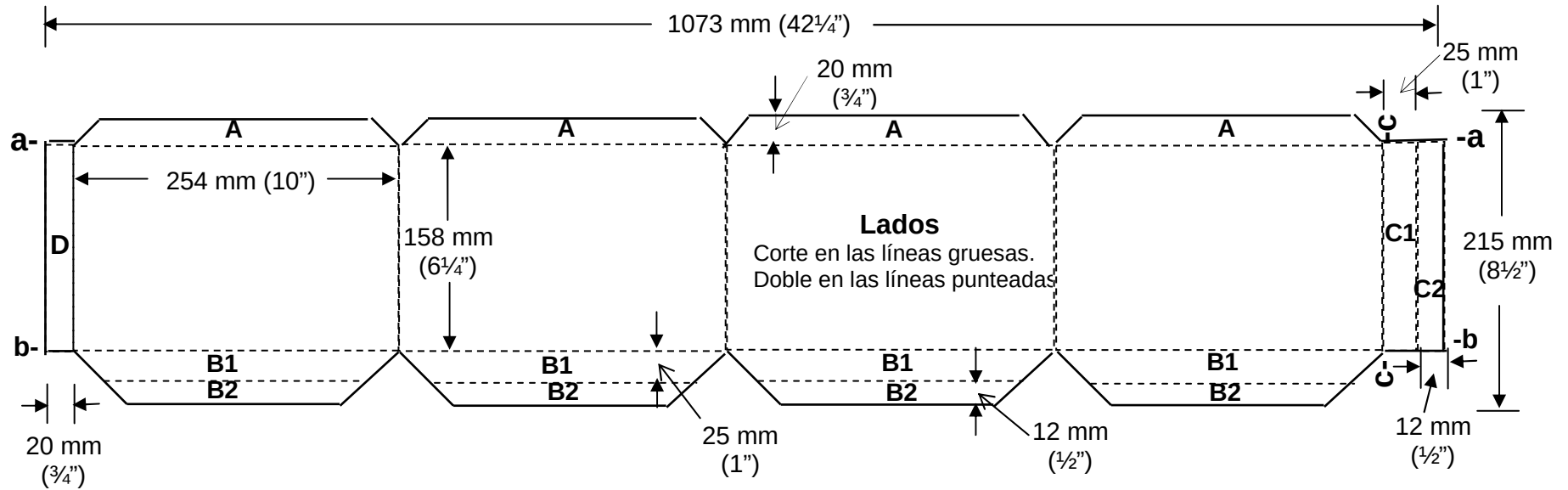


Figura 4

Lados y esquinas



Secuencia de cómo doblar los lados

1. Doble los lados **A** en las líneas de doblez **a-a**, hasta formar un ángulo de 90°. Estos lados estarán en la parte externa de la caja, pegadas a la base.
2. Doble el lado **B** (lengüetas **B1** y **B2**) hacia abajo, formando un ángulo de 90° en la línea **b-b**.
3. Doble **B2** (lengüeta exterior del lado **B**) hasta formar un ángulo de 90°. Este lado **B** formará un borde alrededor de la parte externa de la caja. Este borde quedará en la parte de arriba de los lados del filtro para sostener la caja en el filtro. La lengüeta **B2** quedará en la parte de abajo del borde de la caja.
4. Doble **C2** (lengüeta externa del lado **C**) hasta formar un ángulo de 90°. Este lado estará en la parte externa de la caja.
5. Doble el lado **D** hasta formar un ángulo de 90°. Este lado estará en la parte externa de la caja.
6. Doble la caja formando un cuadrado y luego doble la lengüeta para cerrar la caja, primero doblando la lengüeta exterior **C2** y uniéndola muy fuertemente al lado **D**. Finalmente doble en la línea **c-c**.
7. Coloque 2 esquinas y luego termine de doblar un lado **B** presionando bien hasta tener las esquinas en su sitio. Trabaje alrededor del ahora borde cuadrado insertando las esquinas, doblando todos los lados **B**.

Esquinas

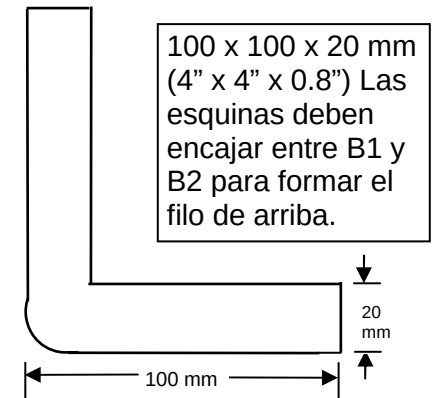


Figura 5
Detalle de cómo doblar los lados

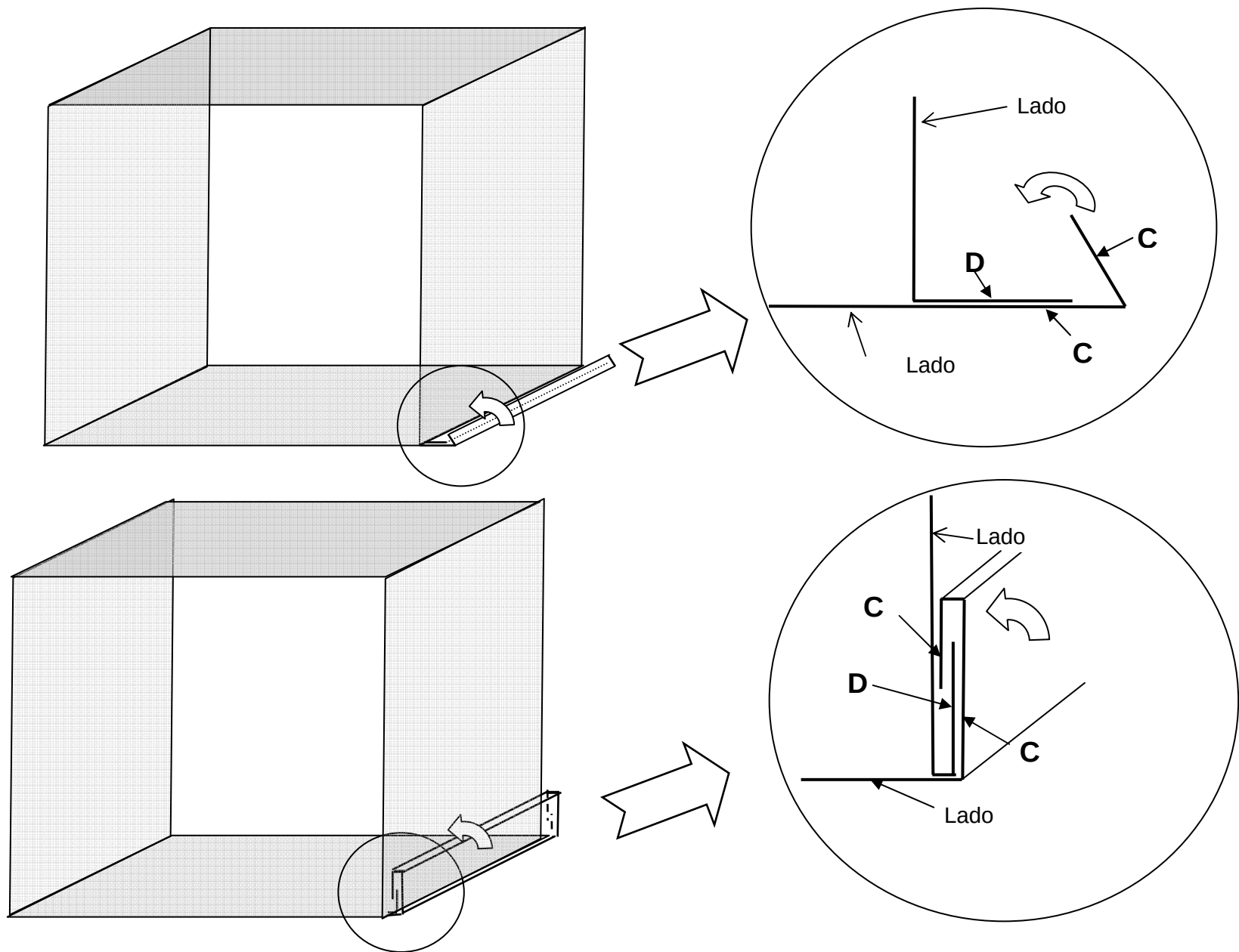
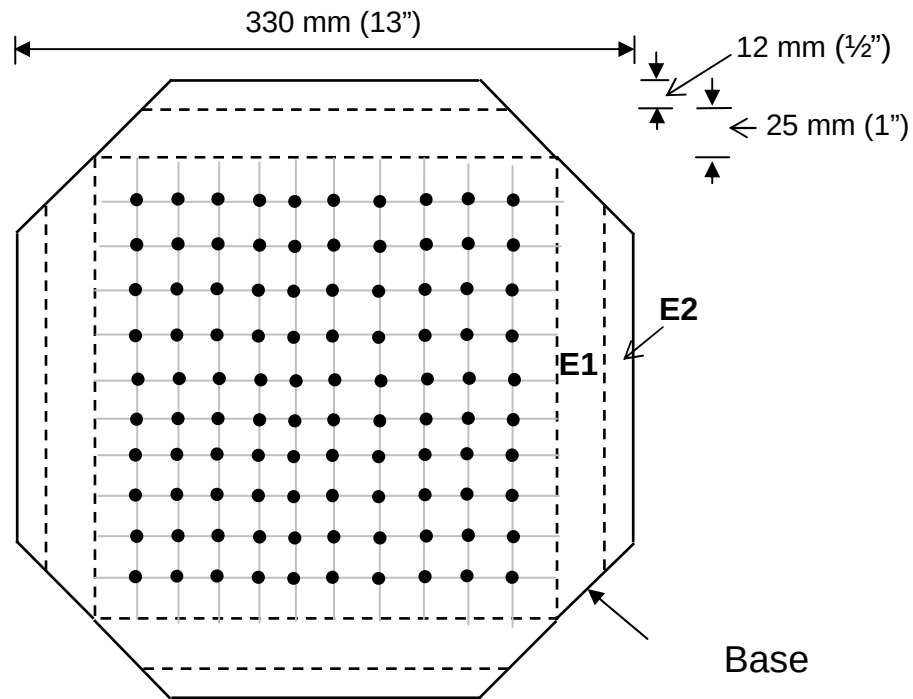


Figura 6

Base



Cómo doblar la base

1. Perfore o haga agujeros en la base
 - los agujeros deben tener 3 mm ($\frac{1}{8}$ ") de diámetro.
 - los agujeros deben tener una distancia de 2.5 cm (1") entre sí.
 - haga entre 80 y 100 agujeros.
2. Doble E2 (la lengüeta exterior del lado E) formando un ángulo de 90°.
3. Coloque la caja (la línea gruesa de abajo) en la base y doble los lados E2 fuertemente sobre los lados A de los lados inferiores de la caja.
4. Doble el lado E contra la parte externa de la caja.

Vea también la Figura 7 – Detalles de cómo doblar la base.

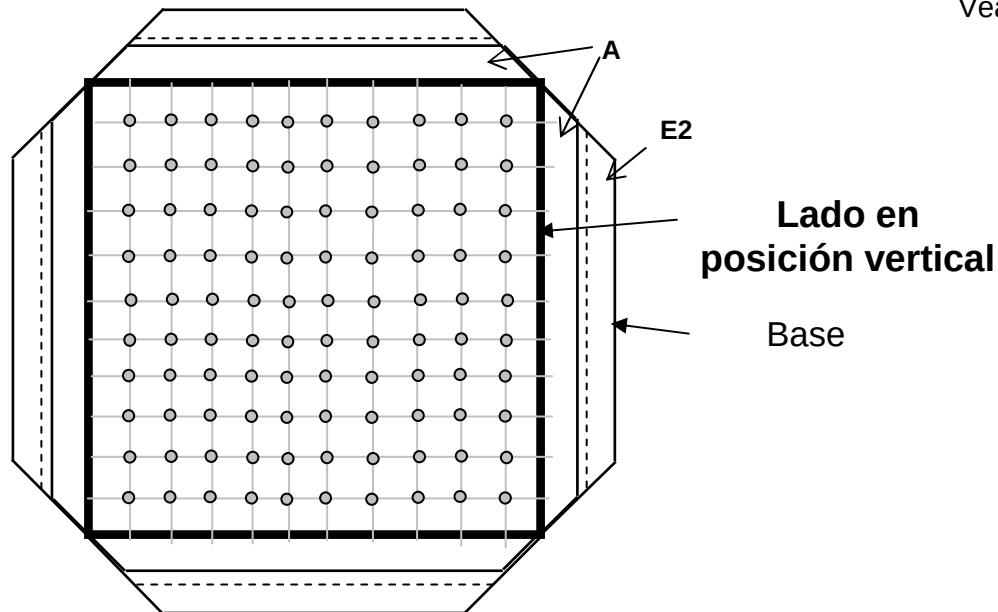
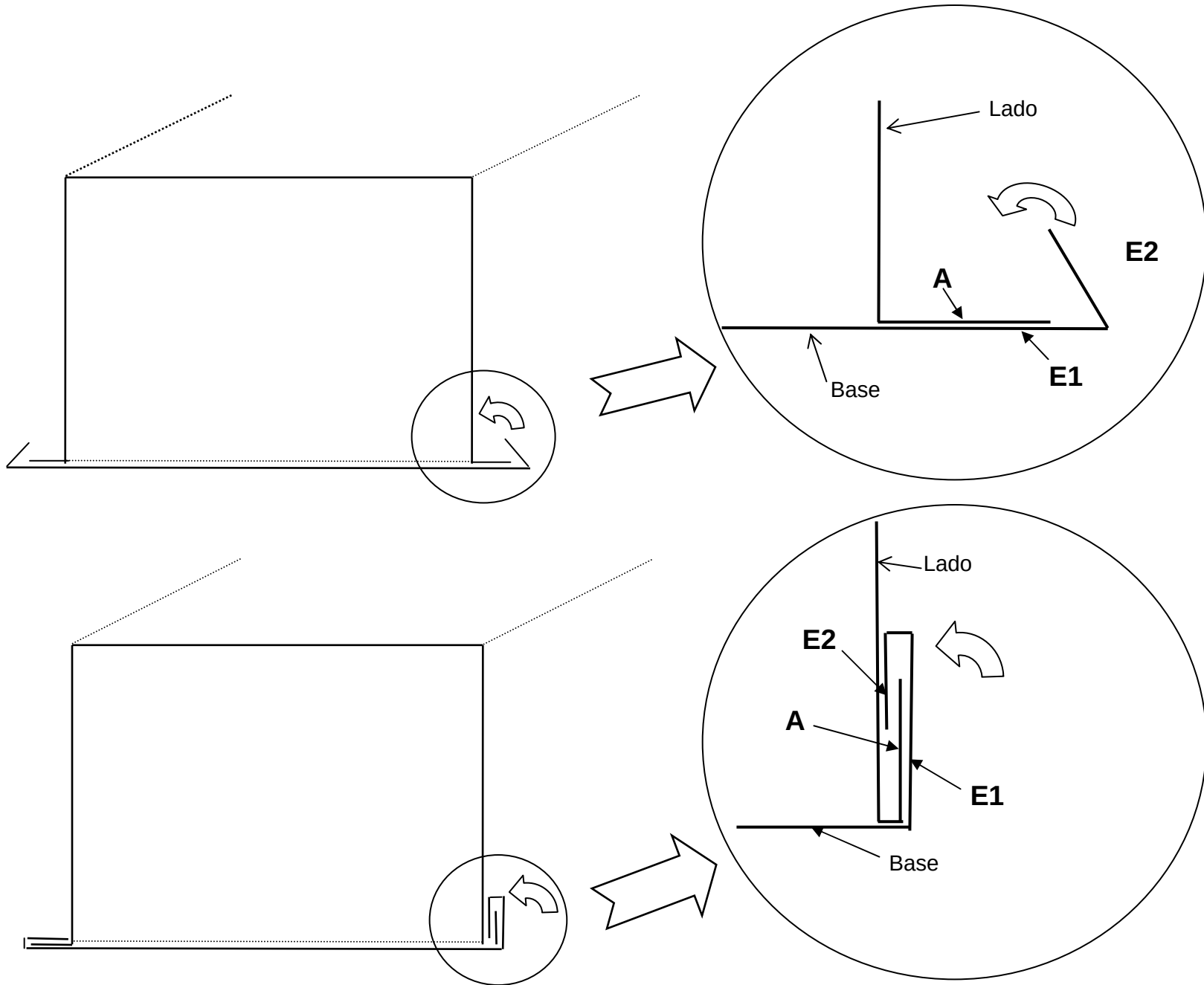


Figura 7
Detalles de cómo doblar la base



OPCIÓN 2 – DIFUSOR DE METAL SIMPLE

Herramientas:

- ☐ Cinta métrica
- ☐ Cortadores de metal
- ☐ Guantes de cuero
- ☐ Martillo
- ☐ Marcador
- ☐ Clavos de 3 mm (1/8") de diámetro

Materiales:

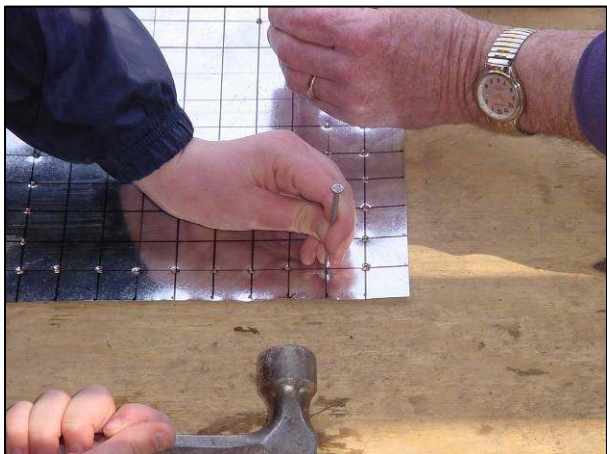
- ☐ Hoja de acero galvanizado de calibre 30 (o similar)

Pasos:

1. Mida la parte interna del reservorio del filtro, a la altura en donde se va a colocar el difusor. Si el filtro no es un cuadrado perfecto, va a necesitar medir el ancho de la parte interna del reservorio en ambas direcciones.
2. Corte un pedazo de una hoja de metal, asegurándose que sea 10 cm (4") más ancho que el reservorio (en ambas direcciones).
3. Mida y trace una línea a 5 cm (2") del borde de cada lado.
4. Mida y trace líneas formando una cuadrícula, a intervalos de 2.5 x 2.5 cm (1" x 1") dentro del cuadrado que se formó en el paso tres.
5. En cada intersección de la hoja cuadriculada, haga un agujero de 3 mm (1/8") de diámetro a través de la hoja de metal, utilizando un martillo y un clavo de 3 mm (1/8") de diámetro.

Consejo: Para facilitar la perforación del difusor, se puede hacer una plantilla atravesando clavos en un pedazo cuadrado de madera, siguiendo la forma cuadriculada que se explica en el paso 4. Una vez que se tenga la plantilla, lo único que debe hacerse es perforar la hoja de metal con la plantilla, formando todos los orificios en un solo paso.

6. Haga una manija de tal manera que se pueda sacar el difusor fácilmente una vez que se haya puesto en su lugar. Las manijas se pueden hacer con un pedazo de hilo o alambre de nylon atado a través de los orificios de la placa difusora, o con un clavo doblado.



Haciendo orificios en una hoja cuadriculada, con la ayuda de un martillo



Ejemplo de un mal difusor. Tiene demasiados orificios; sólo se necesita tener 100.

OPCIÓN 3 – DIFUSOR DE PLÁSTICO CORRUGADO

Herramientas:

- ☐ Cinta métrica
- ☐ Cuchillo utilitario
- ☐ Martillo
- ☐ Marcador
- ☐ Clavos de 3 mm (1/8") de diámetro

Materiales:

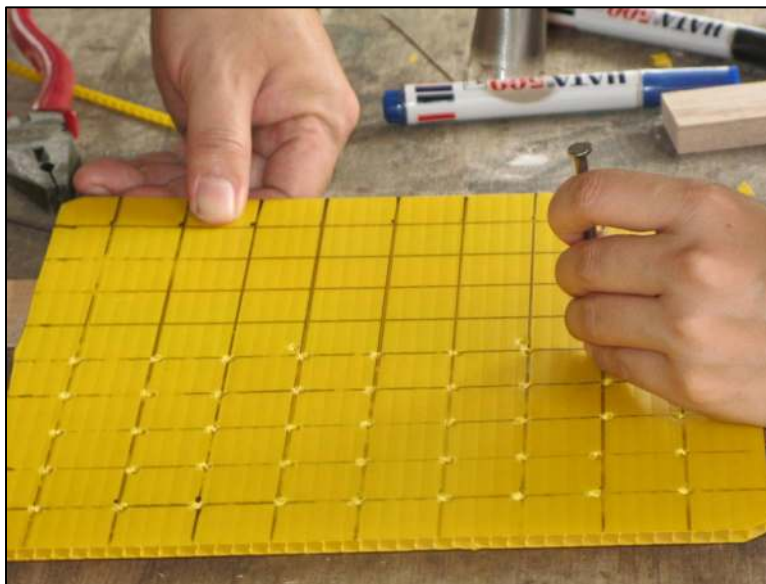
- ☐ Hoja de plástico corrugado (parece cartón, pero está hecho de plástico)
- ☐ Hilo de nylon o clavo

Pasos:

1. Mida la parte interna del reservorio del filtro, a la altura en donde se va a colocar el difusor. Si el filtro no es un cuadrado perfecto, va a necesitar medir el ancho de la parte interna del reservorio en ambas direcciones.
2. Corte un pedazo de plástico del mismo tamaño del reservorio.

Consejo: Si se corta el plástico de tal manera que se ajuste fijamente al reservorio, se evitará que el difusor flote cuando se vacíe agua en el filtro. También se puede colocar una piedra o cualquier otro peso sobre el difusor para evitar que flote.

3. Mida y trace líneas formando una cuadrícula, a intervalos de 2.5 x 2.5 cm (1" x 1").
4. En cada intersección de la cuadrícula, empuje un clavo de 3 mm (1/8") de diámetro a través del plástico, y luego sáquelo (para hacer los orificios).
5. Haga una manija de tal manera que se pueda sacar el difusor fácilmente una vez que se haya puesto en su lugar. Las manijas se pueden hacer con un pedazo de hilo o alambre de nylon atado a través de los orificios de la placa difusora, o con un clavo doblado.



Un difusor de plástico corrugado con orificios bien hechos.

OPCIÓN 4 – DIFUSOR DE PLACA DE PLÁSTICO

Herramientas:

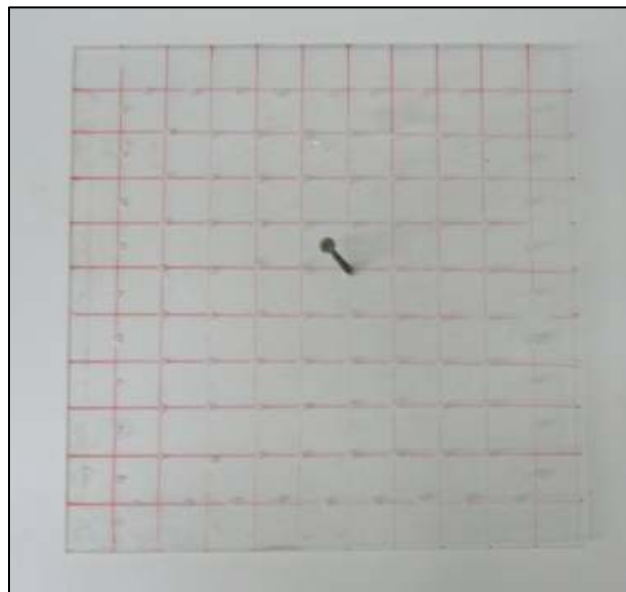
- ☐ Cinta métrica
- ☐ Sierra eléctrica o un cuchillo cortador de acrílico
- ☐ Taladro eléctrico
- ☐ Marcador
- ☐ Clavos de 3 mm (1/8") de diámetro

Materiales:

- ☐ Plástico de acrílico transparente o plástico de polietileno duro.
- ☐ Hilo de nylon o clavo.

Pasos:

1. Mida la parte interna del reservorio del filtro, a la altura en donde se va a colocar el difusor. Si el filtro no es un cuadrado perfecto, va a necesitar medir el ancho de la parte interna del reservorio en ambas direcciones.
2. Con la ayuda de una sierra o con un cuchillo cortador de acrílico, corte un pedazo de plástico del mismo tamaño del ancho del reservorio.
3. Mida y trace líneas formando una cuadrícula en el plástico, a intervalos de 2.5 x 2.5 cm (1" x 1").
4. En cada intersección de la hoja cuadrículada, perfore un agujero de 3 mm (1/8") de diámetro a través del plástico.
5. Haga una manija de tal manera que se pueda sacar el difusor fácilmente una vez que se haya puesto en su lugar. Las manijas se pueden hacer con un pedazo de hilo o alambre de nylon atado a través de los orificios de la placa difusora, o con un clavo doblado.



Un difusor de plástico acrílico con orificios bien hechos.

Etapa F – Construir la tapa

El propósito de la tapa es el de evitar que el agua y la arena del filtro se contaminen. Es muy importante para el buen funcionamiento del filtro. Existen varios tipos de tapas que se pueden construir, y la que usted elija dependerá del nivel de habilidad de cada usuario, las herramientas que se utilicen, los materiales que se tengan disponibles y la preferencia del usuario.

Se han utilizado varios tipos de materiales para construir las tapas, como por ejemplo madera, madera tallada, plástico, losas de cerámica y hojas metálicas. Un aspecto que debe tomarse en cuenta es la apariencia de la tapa, ya que va a estar a la vista en todo momento y estará dentro de la casa del usuario.

Especificaciones de diseño:

- La tapa debe cubrir completamente el reservorio del filtro.
- Debe construirse de tal manera de que no pueda salirse fácilmente del filtro.
- Debe ser fácil de sacar y poner en el filtro.

OPCIÓN – TAPA DE MADERA SIMPLE

Herramientas:

- ☐ Martillo
- ☐ Cinta métrica
- ☐ Sierra

Materiales:

- ☐ Pedazos de madera de 2.5 cm x 10 cm (1" x 4") (o lo que se tenga disponible)
- ☐ Clavos o tornillos

Pasos:

1. Mida el ancho externo del filtro de concreto en la parte superior. Si el filtro no es un cuadrado perfecto, deberá medir el ancho en ambas direcciones.
2. Corte pedazos de madera lo suficientemente grandes como para cubrir toda la parte superior del filtro. Estos pedazos de madera formarán la tapa en sí.
3. Alinee los pedazos de madera uno al lado de otro, de tal manera que tome la forma de la tapa, con la parte que va hacia abajo mirando hacia arriba.
4. Mida la parte interior de la parte superior del reservorio del filtro. Si el filtro no es un cuadrado perfecto, va a tener que medir el ancho en ambas direcciones.
5. Marque el tamaño y la posición de la abertura del filtro en las piezas de la tapa que formó en el paso 3. Luego corte dos piezas de madera de la misma longitud de la abertura del filtro.
6. Coloque esos dos pedazos de madera de manera perpendicular a las otras piezas, encima de ellas.
7. Centre bien estos dos pedazos de madera en ambas direcciones, de tal forma que estén bien alineados con la abertura del filtro que marcó en el paso 5 (estas piezas irán hacia la parte inferior de la abertura del filtro, y su función será la de evitar que la tapa se mueva en ninguna dirección).
8. Clave cada uno de los dos pedazos de madera en la tapa.

9. Voltee la tapa y pruebe si encaja bien en el filtro (las dos piezas del paso 6 deben encajar perfectamente dentro del filtro, y las otras piezas deben cubrir toda la parte de arriba del filtro, incluyendo los bordes).
10. Coloque una manija. La manija es un elemento opcional, pues, si lo desea, puede utilizar la parte superior del filtro con la tapa como espacio para almacenar cosas siempre y cuando no se coloque la manija (ver la foto de abajo). Si no coloca la manija, la tapa del filtro todavía podrá sacarse fácilmente.



Parte de arriba de la tapa de madera



Parte de debajo de la tapa de madera

Consejo: Si coloca clavos derechos para fijar la manija a la tapa, la manija no se agarrará bien y podrá salirse fácilmente. Se recomienda utilizar dos clavos, clavándolos en diferentes ángulos o, en todo caso, utilizar un tornillo.



Si no se coloca una manija en la tapa, se puede utilizar la parte de arriba del filtro para almacenar utensilios de la casa.

Etapa G – Instalación

El filtro de bioarena debe ser instalado correctamente para que funcione adecuadamente. Haga una lista y utilícela para asegurarse que tiene todo lo que va a necesitar antes de comenzar a instalar el filtro. El Anexo 4 presenta un ejemplo de cómo hacer una lista de instalación.

TRANSPORTAR EL FILTRO

Nunca olvide considerar los aspectos de seguridad relacionados con el transporte del filtro. Mover el filtro puede causarle lesiones en la espalda, los brazos o las rodillas. Tenga cuidado de no machacarse o pellizcarse los dedos de las manos o de los pies debajo o detrás del filtro. Tenga en cuenta que el tamaño del filtro es de 30 cm x 30 cm x 90 cm (12" x 12" x 36") y que su peso es de 95 kg (210 libras), sin contar el peso de la arena, que es de 45 kg (100 libras). Es por eso que puede ser difícil y pesado mover este objeto grande.

Aquí damos una pequeña lista de los métodos que puede utilizar para mover el filtro:

- Carreta, que puede ser tirada por una persona o por un animal.
- Carro, camión o bote.
- Eslingas, que no son otra cosa que correas anchas de tela gruesa que se colocan sobre el hombro para levantar un objeto pesado.
- Carretilla, que consiste en un armazón o portacargas con ruedas pequeñas, que es lo suficientemente fuerte como para cargar peso.
- Rodillos, que son pedazos redondos de metal o madera que se pueden utilizar para mover el filtro en distancias cortas.



Transportando el filtro con una carretilla especialmente construida.



Transportando filtros en carreta, tirados por un caballo.



Llevando filtros utilizando soportes de madera.



Cargando filtros en la parte trasera de un camión

COLOCAR EL FILTRO

Es muy importante elegir un buen lugar para colocar el filtro. Colocar el filtro dentro de la casa es importante no sólo para su efectividad, sino también para la conveniencia del usuario. Si los usuarios pueden tener acceso al filtro fácilmente, entonces les será más fácil utilizarlo y mantenerlo. Una vez que se haya llenado con arena, el filtro no deberá moverse.

El filtro debe colocarse:

- En un lugar protegido, alejado de la luz del sol, el viento, la lluvia, animales y niños.
- De preferencia dentro de una casa, al nivel del piso.
- Cerca de un lugar donde se prepare la comida o en la cocina (dependiendo del espacio y la distribución de la casa).
- En un lugar donde se pueda utilizar y mantener fácilmente.
- De tal manera que el agua pueda vaciarse fácilmente desde un grifo o caño.
- En un lugar donde haya espacio suficiente como para llevar y vaciar baldes de agua en el filtro, así como para almacenar el agua filtrada.

Consejo: Si los usuarios son de baja estatura, va a necesitar colocar un banquito para que no tengan que levantar el contenedor del agua acarreada por sobre la altura de su hombro.



Colocando el filtro en la cocina de la casa.

PONER LA ARENA

Herramientas:

- ☐ Cinta métrica
- ☐ Un palo [de preferencia de aproximadamente 100 cm (40") de largo y 2.5 cm x 5 cm (1" x 2")]

Materiales:

- ☐ Aproximadamente 3 litros de grava lavada de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") (capa de drenaje)
- ☐ Aproximadamente $3\frac{1}{4}$ litros de grava lavada de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") (capa de separación)
- ☐ Aproximadamente 30 litros de arena lavada 0.7 mm (0.03")
- ☐ Por lo menos 2 contenedores de agua.

Consejo: Se puede determinar la cantidad exacta de grava y arena una vez que se siga los siguientes pasos. Después, usted podrá pre-medir y empaquetar la arena y la grava en bolsas separadas antes de su entrega.

Pasos:

1. Asegúrese que el tubo de salida que se encuentra en la parte de abajo del filtro esté limpio y libre de obstrucciones (es decir, que no esté taponado con concreto o desperdicios). La velocidad de flujo a través del tubo sin arena en el filtro debe ser de aproximadamente 1 litro/minuto. Después que el flujo ha cesado, el nivel del agua debe estar ligeramente por debajo del difusor.

Nota: Este paso se debió haber hecho cuando se sacó el filtro del molde. Sin embargo, no está de más volver a revisar que el filtro esté limpio antes de seguir con la instalación.

2. Asegúrese que la parte interior del filtro esté limpia (que no tenga suciedad, polvo o aceite del molde).
3. Coloque un palo dentro del filtro de tal manera que toque el fondo del filtro.
4. Dibuje una línea horizontal en el palo, a la altura del borde superior del filtro.
5. Mida y marque una línea de 5 cm (2") debajo de la primera línea.
6. Llene el filtro con agua hasta la mitad.

Nota: Siempre se debe poner la arena después que se ha puesto el agua, para evitar que se formen bolsas de aire dentro de la arena.

7. Añada aproximadamente 5 cm (2") de grava de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") al filtro, para formar la capa de drenaje.
8. Nivele la grava y utilice el palo para medir cuánta grava se ha colocado. Coloque el fondo del palo en la grava. Cuando la segunda línea del palo esté a la misma altura que el tope del filtro, significa que ha añadido suficiente grava.

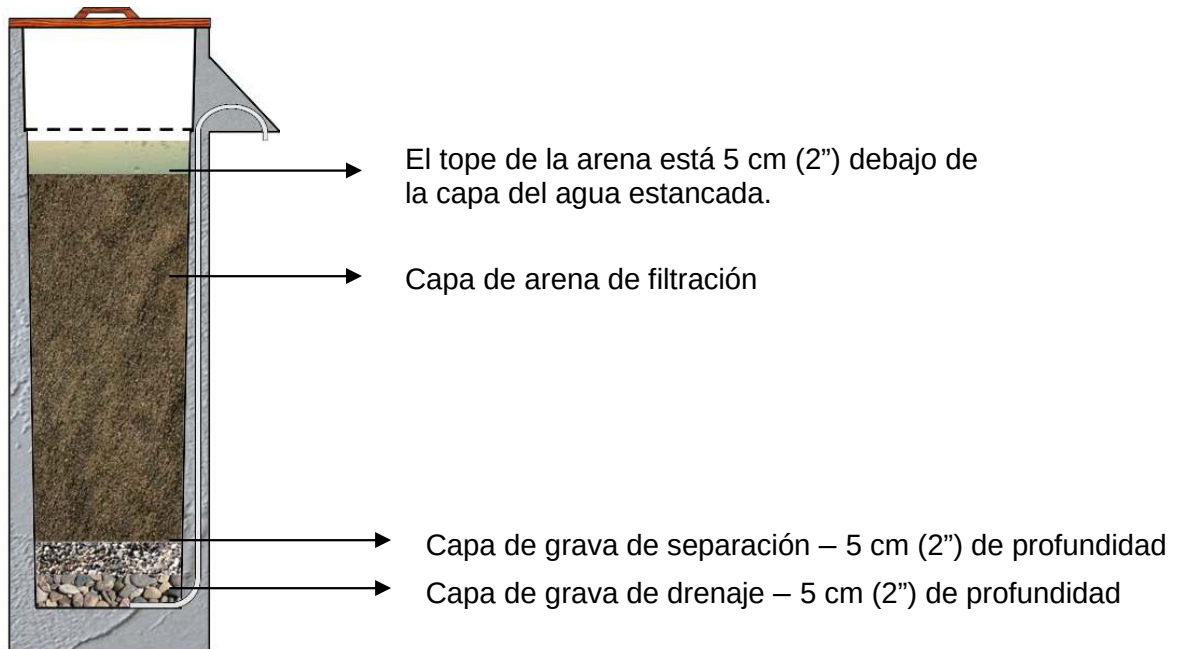
Nota: Asegúrese que la grava cubra el orificio de drenaje cerca del fondo del filtro.

9. Mida y marque una tercera línea, 5 cm (2") debajo de la segunda línea.
10. Añada aproximadamente 5 cm (2") de grava de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") al filtro, para formar la capa de separación.
11. Nivele la grava y utilice el palo para medir cuánta grava se ha colocado. Nuevamente coloque fondo del palo en la grava. Cuando la tercera línea del palo esté a la misma altura que el tope del filtro, significa que ha añadido suficiente grava.
12. Vacíe rápidamente aproximadamente 30 litros de arena lavada en el filtro (asegurándose de que siempre haya agua sobre la superficie de la arena).

Nota: Es importante que sea la arena la que se añada al agua, y no al revés. De esta manera se evita formar bolsas de aire en la capa de arena. También es muy importante que la arena tenga partículas de diferentes tamaños, pues así se asegurará que el filtro funcione adecuadamente. El añadir la arena rápidamente ayuda a mantener la buena distribución de las partículas de diferentes tamaños, pues evitará que se asienten en las capas.

13. Llene el filtro con agua, y déjela correr hasta que ya no haya agua saliendo del tubo de salida. Cuando esto pasa, significa que el nivel de agua está parejo.
14. Nivele la arena y luego mida la profundidad del agua sobre la cama de arena.

15. **Si la profundidad del agua es menor a 3 cm (1.2"):** saque arena hasta que la profundidad sea de 5 cm (2") (teniendo el nivel de la superficie de la arena y el nivel del agua parejos).
16. **Si la profundidad del agua es mayor a 5 cm (2"):** añada más arena y repita los pasos 13 a 17. Continúe hasta que la profundidad del agua sea de 5 cm (2").
17. Revuelva la capa superior de la arena y bote el agua lodosa para evitar que la arena se bloquee.
18. Nivele la superficie de la arena de tal manera que esté lo más lisa posible.



ENJUAGAR EL FILTRO

Herramientas:

- ☐ Difusor
- ☐ Contenedor de almacenamiento

Materiales:

- ☐ 40-80 litros (10-20 galones) de agua

Pasos:

1. Coloque el difusor en el filtro.

Nota: El difusor no debe tocar la capa de agua estancada durante el período de pausa, ya que si hacen contacto se reducirá en gran medida la cantidad del oxígeno que está en la capa de agua estancada, afectando la supervivencia de la biocapa.

2. Coloque el contenedor de almacenamiento debajo del tubo de salida. El agua que caiga en el contenedor puede volver a utilizarse.
3. Vacíe el agua más limpia que tenga disponible en el filtro (la turbidez de esta agua debe ser menor a 50 UNT).
4. Observe el agua que sale del tubo.
5. Continúe añadiendo agua al filtro hasta que salga limpia. Es posible que este paso pueda requerir entre 40 y 80 litros (10-20 galones) de agua.
6. Vea cuál es el nivel del agua después de que el flujo se ha detenido. El nivel del agua debe estar ligeramente debajo del difusor.

Nota: Si el agua filtrada no sale limpia después de 100 litros (25 galones), significa que la grava del filtro estaba muy sucia. Si éste es el caso, tendrá que volver a instalar el filtro con agua limpia.

PROBAR LA VELOCIDAD DE FLUJO

Herramientas:

- ☐ Reloj
- ☐ Taza medidora o contenedor medidor, marcados en cada litro
- ☐ Contenedor para almacenar

Materiales:

- ☐ 12 litros (3 galones) de agua

Pasos:

1. Llene el reservorio del filtro con agua hasta el tope.
2. Coloque la taza medidora o el contenedor medidor debajo del tubo de salida para recolectar el agua filtrada.
3. Mida cuánto tiempo toma llenar la taza medidora hasta que llegue a la marca de un litro. La velocidad de flujo debe ser de máximo 0.4 litros litros/minuto (ver la tabla de la derecha para convertir segundos por litro a litros por minuto).
4. Si la velocidad de flujo es muy lenta (menos de 0.3 litros/minuto, es decir que toma más de 3 minutos llenar un litro de la taza medidora):
 - El filtro va a funcionar, pero se puede bloquear más rápido, necesitando mantenimiento más frecuente.
 - Si toma demasiado tiempo llenar un balde de agua, el usuario puede impacientarse y decidir tomar el agua que no está filtrada.
 - La velocidad de flujo puede mejorarse revolviendo la capa superior de la arena y sacando el agua sucia.
 - Si con unas cuantas “removidas” no se mejora la velocidad de flujo sustancialmente, entonces significa que la arena es muy fina o está muy sucia. En este caso, la arena no ha sido lavada lo suficiente y por lo tanto necesita reemplazarse con otro lote.
5. Si la velocidad de flujo es mayor a 0.4 litros/minuto, significa que es posible que el filtro no esté funcionando bien. En este caso, la arena se ha lavado mucho y necesita ser reemplazada. Una opción menos preferible es la de correr una considerable cantidad de agua a través del filtro hasta que la velocidad de flujo disminuya (debido a la captura de los sólidos más finos y al crecimiento más rápido de la biocapa).

Segundos por litro	Litros por minuto
100	0.60
110	0.55
120	0.50
133	0.45
150	0.40
171	0.35
200	0.30

Nota: La velocidad de flujo del filtro disminuye en la medida que la altura del agua del reservorio baja. Si el nivel del agua alcanza el difusor, el agua tratada sólo caerá en gotas por el tubo de salida, pudiendo tomar entre 40 y 90 minutos pasar 12 litros de agua del reservorio a través del filtro.

DESINFECTAR EL TUBO

Herramientas:

- 1 m (3') de manguera que se ajuste bien al tubo de salida
- Agarradera para la manguera (si hubiera)
- Embudo (se puede hacer con la parte de arriba de una botella de gaseosa o agua)

Materiales:

- Solución de cloro (por ejemplo, 1 cucharadita de lejía al 5.25% por cada litro de agua)
- 12 litros (3 galones) de agua



Nota: Este paso sólo lo hace un técnico especializado durante la iniciación del uso del filtro o durante su mantenimiento. Desinfectar el tubo de salida no es algo que normalmente hacen los usuarios del filtro.

Pasos:

1. Coloque la manguera en el tubo de salida.
2. Ajuste bien la manguera con la agarradera.
3. Coloque el embudo en el otro extremo de la manguera.
4. Mantenga el embudo a una altura más alta que la parte más alta del filtro, y vacíe 1 litro de solución de cloro en el embudo.
5. Manténgalo en la misma posición por dos minutos.
6. Retire la manguera y drene la solución de cloro.
7. Limpie la parte de afuera del tubo con un trapo limpio empapado en cloro.
8. Añada 12 litros (3 galones) de agua en la parte superior del filtro y espere por 30 minutos. Luego enjuague para sacar el cloro. Dígale al usuario que no utilice esta agua para ingerir o cocinar.
9. Coloque la tapa del filtro.



Desinfectando el tubo de salida usando un embudo y una manguera

Etapas H – Operación, mantenimiento y seguimiento

FORMAR LA BIOCAPA

La biocapa es un componente muy importante del filtro, pues se encarga de extraer los patógenos. Sin la biocapa, el filtro extrae entre el 30 y 70% de los patógenos a través de los mecanismos de entrapamiento mecánico y adsorción. Una buena biocapa incrementará la eficiencia del tratamiento, extrayendo hasta un 99% de los patógenos.

La biocapa puede tomar hasta 30 días para formarse completamente. Durante este tiempo, la eficiencia de la extracción de patógenos y la demanda de oxígeno irán aumentando en la medida que la biocapa vaya creciendo. La biocapa NO se puede ver; NO es esa capa verdusca gelatinosa que se forma en la parte de arriba de la arena. La arena de filtración puede tornarse un poco oscura, pero esto se debe a los sólidos suspendidos que se han quedado atrapados en la biocapa.

El agua que sale del filtro puede utilizarse durante las primeras semanas en que la biocapa se está formando, pero, como siempre, se recomienda desinfectar el agua durante este período.

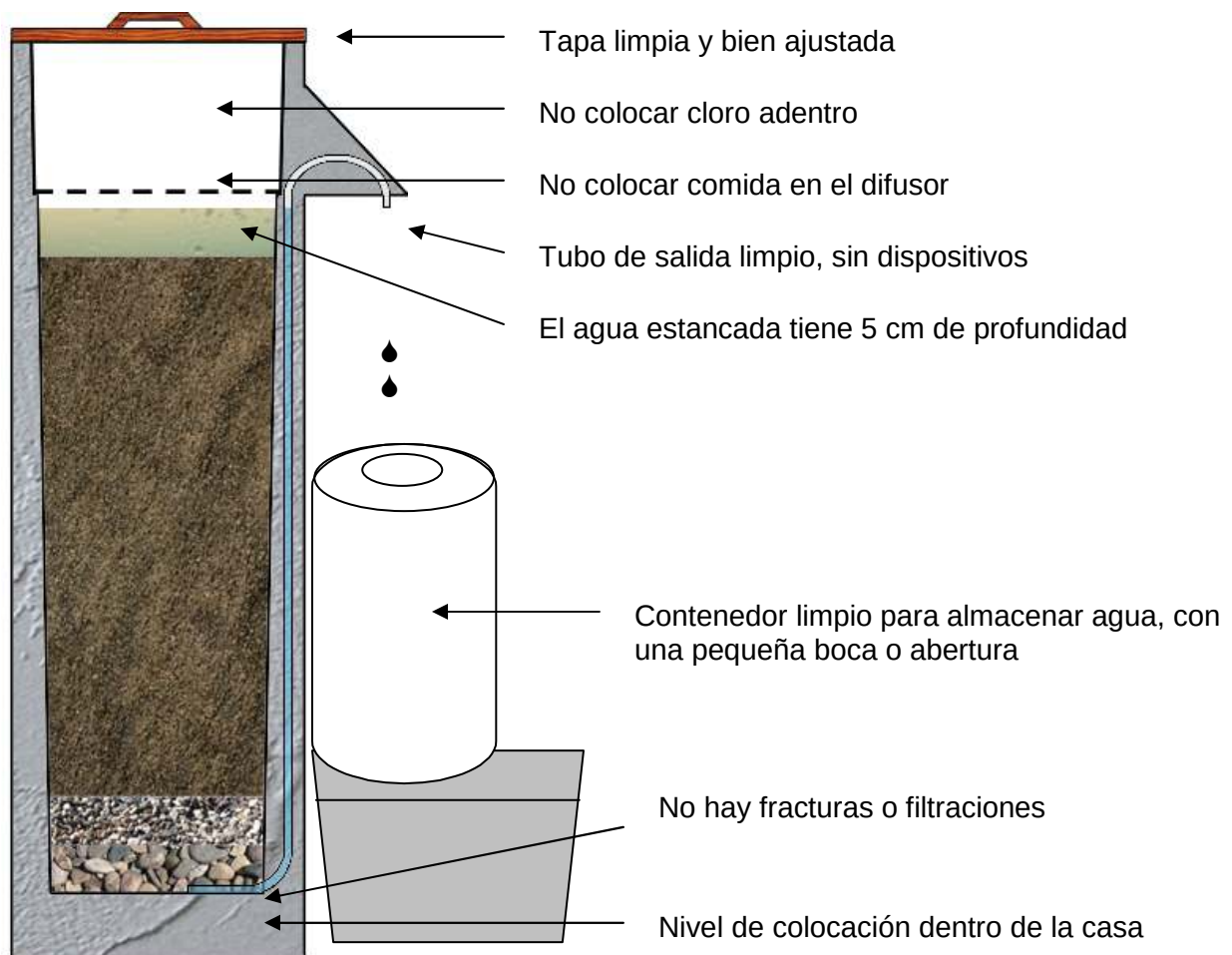
USO DIARIO

Todos los miembros de una casa en donde se utilice el filtro, incluyendo niños, necesitan saber cómo y por qué funciona el filtro, y cuáles son los procedimientos de operación y mantenimiento adecuados. Por lo general, los niños son los que más utilizan el filtro. El uso adecuado del filtro incluye poner en práctica las siguientes costumbres:

- Utilice el filtro por lo menos una vez cada 1 ó 2 días, de preferencia entre 2 a 4 veces al día.
- Use la misma fuente de agua cada día, para mejorar la eficiencia del tratamiento.
- Utilice la mejor fuente de agua (es decir, la menos contaminada) que pueda encontrar. Mientras mejor sea la fuente de agua, mejor será el agua tratada.
- La turbidez del agua original (obtenida de la fuente de agua) debe ser menor a 50 UNT. Si fuera más turbia, deje asentar el agua o pásela por un colador antes de utilizarla en el filtro de bioarena.
- El difusor siempre tiene que estar en su lugar cuando se coloque agua en el filtro. Nunca vacíe agua directamente en la capa de arena. Vacíe el agua lentamente en el filtro.
- Siempre debe dejar el filtro tapado con su respectiva tapa.
- Utilice un contenedor diferente para recolectar agua de la fuente de agua designada.
- Utilice un contenedor diferente para almacenar el agua filtrada de manera segura. Este contenedor deberá tener las siguientes características:
 - Debe ser fuerte, y tener una tapa o cubierta que se ajuste perfectamente.
 - Debe tener un pequeño grifo o una abertura pequeña, que es por donde saldrá el agua.
 - Debe tener una base estable, para evitar que se incline.

- Debe ser durable y resistente.
 - No debe ser transparente.
 - Debe ser fácil de limpiar.
-
- Guarde el agua tratada alejada del piso, en un lugar con sombra dentro de su casa.
 - Guarde el agua tratada alejada de niños pequeños o animales.
 - Tome el agua tratada lo más rápido posible, de preferencia el mismo día.
 - Siempre deje que el agua del filtro corra libremente. **NO** bloquee el tubo de salida o conecte una manguera. Si bloquea el tubo de salida, podría hacer que el nivel del agua en el filtro aumente, lo cual podría matar la biocapa debido a la falta de oxígeno. Por otro lado, si coloca una manguera u otro dispositivo similar en el tubo de salida, podría causar un sifonamiento o drenar el agua del filtro, haciendo que el nivel del agua descienda hasta más abajo de la capa de arena, secando el filtro.
 - **NO** guarde comida dentro del filtro. Algunos usuarios quieren almacenar su comida en el difusor porque es un lugar fresco. El agua que está en la parte de arriba del filtro está contaminada, así que si usted guarda su comida en el filtro, la contaminará. El guardar comida en el filtro también atraerá insectos al filtro.
 - El agua filtrada siempre debe desinfectarse para asegurarse de que se va a tener agua de la más alta calidad.

Consejo: El sonido del goteo del agua del tubo hacia el contenedor de almacenamiento de agua puede ser exasperante. Mientras más cerca coloque el contenedor al tubo de salida, menor será el ruido que producirá. El usar un contenedor con una boca pequeña también ayuda a reducir el sonido del goteo, a la vez que evita que el agua filtrada se vuelva a contaminar.



MANTENIMIENTO

Una vez que el filtro ha sido instalado y se ha comenzado a utilizar con regularidad, existen ciertas tareas de mantenimiento importantes que deben tomarse en cuenta:

- Es normal que el tubo de salida se contamine durante el uso del filtro, ya sea porque se tocó con las manos sucias, o porque hubo animales o insectos alrededor. Limpie el tubo de salida con regularidad utilizando agua y jabón o una solución de cloro.
- Limpie la parte interior del contenedor que se utiliza para almacenar el agua tratada cuando se vea sucio, cuando haga su mantenimiento habitual o por lo menos una vez al mes. **NO coloque cloro en la parte superior del filtro; si lo hace, matará la biocapa.** Para limpiar el contenedor de almacenamiento de agua tratada:
 - Lávese las manos antes de limpiar el contenedor.
 - Restriegue el interior del contenedor con agua tratada y jabón.
 - Bote el agua jabonosa a través del tubo de abajo o grifo.
 - Enjuague el contenedor con un poco de agua tratada.

Manual para el Filtro de Bioarena

- Añada cloro al agua que todavía quedó en el contenedor después del enjuague y déjelo actuar por 30 minutos. Si no tiene cloro disponible, deje el contenedor secar al aire.
- Vacíe el resto del agua a través del tubo de abajo o grifo.
- Limpie el tubo de abajo o grifo con un trapo limpio y una solución de cloro (como lejía, por ejemplo).
- Limpie el filtro completo con frecuencia (es decir, limpie la tapa, el difusor y las superficies exteriores).



El cloro funciona muy bien para desinfectar el agua tratada y superficies limpias. Pero recuerde: NO debe colocar cloro en el filtro.

REVOLVER Y BOTAR

Con el paso del tiempo, la velocidad de flujo del agua que pasa a través del filtro irá bajando mientras que la biocapa va funcionando y atrapando sólidos suspendidos en la capa superior de la arena. Los usuarios se van a dar cuenta cuándo es que deben “revolver y botar” la arena, ya que la velocidad de flujo del filtro bajará a un nivel que ya no es aceptable. Aun cuando la velocidad de flujo se ha reducido, el filtro todavía sigue tratando el agua de manera efectiva; lo que sucede es que el tiempo que toma llenar un contenedor de agua filtrada puede ser demasiado largo y resultar inconveniente para el usuario. Se sugiere medir la velocidad de flujo del agua; si es menor de 0.1 litro/minuto, entonces se necesita “revolver y botar” la arena.

Pasos:

1. Retire la tapa del filtro.
2. Si no hay agua sobre el difusor, añada aproximadamente 4 litros (1 galón) de agua.
3. Retire el difusor.
4. Con la palma de su mano, toque ligeramente la aparte de arriba de la arena y mueva su mano en forma circular. Tenga cuidado de no mezclar la arena de arriba con el material que está más al fondo del filtro.
5. Saque el agua sucia con un contenedor pequeño.
6. Bote el agua sucia fuera de la casa en el jardín o donde regularmente bota el agua sucia.
7. Asegúrese de que la arena esté suave y nivelada.
8. Vuelva a colocar el difusor.
9. Lávese las manos con agua y jabón.
10. Coloque nuevamente el contenedor que recolecta el agua filtrada.
11. Vuelva a llenar el filtro.
12. Repita estos pasos hasta lograr la misma velocidad de flujo que antes.

Al aplicar el proceso de revolver y botar, se altera la composición de la biocapa. Esto no es problema, pues volverá a formarse nuevamente con el tiempo. **Se recomienda desinfectar el agua filtrada durante este período.**

VISITAS DE SEGUIMIENTO

Es muy importante hacer visitas de seguimiento a los usuarios para asegurarse que los usuarios están operando y manteniendo el filtro de manera adecuada. Por lo menos debe haber dos visitas de seguimiento en las casas: una durante las primeras dos semanas del uso y otra entre uno a seis meses después de la implementación. Algunos implementadores prefieren hacer más visitas de seguimiento, pero esto dependerá de su tiempo y los recursos disponibles.

Durante las visitas de seguimiento, asegúrese de operar y mantener el filtro según se describe en este manual. En el Anexo 5, podrá encontrar listas y formularios de monitoreo del filtro.

CONDICIONES DE OPERACIÓN CLAVES

Se puede probar la calidad del agua para verificar si es que el filtro de bioarena está funcionando. Probar los niveles de contaminación microbiológica, química y física en el agua original y el agua filtrada le permite calcular el porcentaje de los índices de remoción de patógenos. Sin embargo, en la práctica, probar la calidad del agua puede ser complejo, tedioso, difícil de interpretar y caro.

Existe no obstante una alternativa recomendada por CAWST, que es la de revisar ciertas condiciones de operación claves para asegurarse que el filtro de bioarena está funcionando de manera efectiva. Con esta alternativa, si un filtro de bioarena no se ha instalado o no está operando de manera adecuada, se podrá asumir que no está funcionando bien y por lo tanto no está produciendo agua de alta calidad de manera consistente.

Su filtro de bioarena (versión 10) debe cumplir con las siguientes ocho condiciones de operación para que funcione de manera adecuada y consistente. Esta revisión la puede hacer cualquier usuario, promotor de salud comunitaria o técnico de filtro activo en su área, en cualquier momento.

1. El filtro se ha estado utilizando al menos por un mes desde el momento de su instalación.
2. El filtro se utiliza por lo menos una vez al día.
3. El agua original no está muy turbia (tiene menos de 50 UNT).
4. El cuerpo de concreto del filtro no tiene escapes o rajaduras.
5. El difusor está en su sitio y en buenas condiciones.
6. El nivel del agua es de 5 cm por encima de la arena durante el período de pausa.
7. La parte de arriba de la arena está nivelada.
8. La velocidad de flujo es de 0.4 litros por minuto o menos (nota: la velocidad de flujo de la versión 8 o versión 9 del filtro es de 0.6 litros por minuto o menos).

CAWST recomienda revisar el cumplimiento de estas ocho condiciones de operación durante las visitas de seguimiento y arreglar cualquier problema que se encuentre para obtener los mejores resultados.

6 Referencias

- Buzunis, B. (1995). Intermittently Operated Slow Sand Filtration: A New Water Treatment Process (Filtración Lenta e Intermitente con Arena: Un Nuevo Proceso para el Tratamiento de Agua). Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Calgary, Canadá.
- Baumgartner, J. (2006). The Effect of User Behavior on the Performance of Two Household Water Filtration Systems (El Efecto del Comportamiento del Usuario en el Rendimiento de Dos Sistemas de Filtración de Agua en Hogares). Tesis de Maestría. Departamento de Población y Salud Internacional, Escuela de Salud Pública de Harvard, Boston, Massachusetts, Estados Unidos.
- Duke, W. y D. Baker (2005). The Use and Performance of the Biosand Filter in the Artibonite Valley of Haiti: A Field Study of 107 Households (El Uso y Rendimiento del Filtro de Bioarena en el Valle Artibonito de Haití). Universidad de Victoria, Canadá.
- Earwaker, P. (2006). Evaluation of Household BioSand Filters in Ethiopia (Evaluación de los Filtros de Bioarena en Hogares de Etiopía). Tesis de Maestría en Manejo de Agua (Abastecimiento de Agua Comunitario). Instituto del Agua y del Ambiente, Universidad de Cranfield, Silsoe, Reino Unido.
- Elliott, M., Stauber, C., Koksai, F., DiGiano, F., y M. Sobsey (2008). Reductions of E. coli, echovirus type 12 and bacteriophages in an intermittently operated 2 household-scale slow sand filter (Reducción de E. coli, ecovirus tipo 1 y bacteriófagos en un filtro de arena lento intermitente para dos hogares). Water Research, volumen 42, Ediciones 10-11, Mayo 2008, páginas 2662-2670.
- Ngai, T., Murcott, S. y R. Shrestha (2004). Kanchan Arsenic Filter (KAF) – Research and Implementation of an Appropriate Drinking Water Solution for Rural Nepal (Filtro de Arsénico Kanchan (KAF) – Investigación e Implementación de una Solución Adecuada para obtener Agua de Consumo Humano en el Área Rural de Nepal).
- Palmateer, G., Manz, D., Jurkovic, A., McInnis, R., Unger, S., Kwan, K. K. y B. Dudka (1997). Toxicant and Parasite Challenge of Manz Intermittent Slow Sand Filter (Problemas de Tóxicos y Parásitos en el Filtro de Arena Lento Intermitente de Manz). Environmental Toxicology, volumen. 14, pp. 217- 225.
- Stauber, C., Elliot, M., Koksai, F., Ortiz, G., Liang, K., DiGiano, F., y M. Sobsey (2006). Characterization of the Biosand Filter for Microbial Reductions Under Controlled Laboratory and Field Use Conditions (Caracterización del Filtro de Bioarena para la Reducción Microbial bajo Condiciones Controladas en Laboratorio y Uso en Campo). Water Science and Technology, Vol. 54, No. 3. pp 1-7.
- Sobsey, M. (2007). UNC Health Impact Study in Cambodia (Estudio de Impacto en la Salud en Camboya de la UNC). Presentación, Camboya.
- Stauber, C. (2007). The Microbiological and Health Impact of the Biosand Filter in the Dominican Republic: A Randomized Controlled Trial in Bonao (El Impacto Microbiológico y el Impacto en la Salud del Filtro de Bioarena en República Dominicana). Sustentación de Tesis de Doctorado, Departamento de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill, Estados Unidos.

Anexo 1: Diseño del Molde del Filtro de Bioarena de Concreto, Versión 10.0

Manual para el Filtro de Bioarena

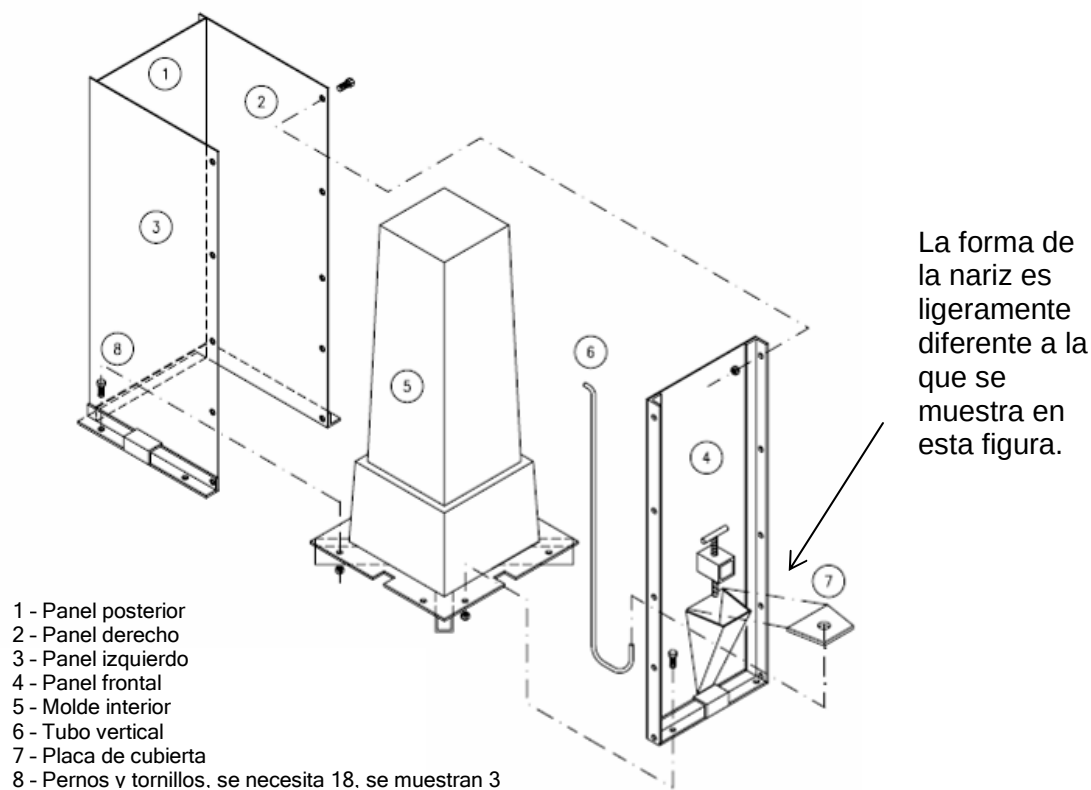


Consejos para trabajar con el soldador

- La primera vez que mande a hacer el molde del filtro, debe separar por lo menos una semana de su tiempo para trabajar directamente con el soldador o para supervisarlo periódicamente a fin de asegurarse de que está entendiendo sus instrucciones. No cometa el error de simplemente dejarle los esquemas y dibujos y regresar después a recoger el molde.
- Explíquelo a su soldador para qué va a utilizar el molde y cuáles son sus partes más importantes. Si el soldador no entiende para qué se va a utilizar el molde del filtro, entonces no sabrá qué es lo que se necesita para que funcione bien.
- Haga un contrato por escrito con su soldador, en el cual se establezca que el producto final que le entregue deberá ser un molde que funcione, el cual debe probarse para chequear que produzca un filtro de concreto antes de que le pague el total del trabajo.
- Tómese su tiempo para seleccionar las planchas de metal y los ángulos de hierro adecuados, ya que deben ser planos y derechos. Asegúrese que las planchas de metal tenga la menor cantidad de óxido posible.
- La pieza de tres lados de la parte exterior del molde puede ser doblada de una sola plancha de metal en vez de soldar tres piezas, siempre y cuando el taller del soldador tenga las herramientas para hacerlo. Asegúrese de adaptar las medidas para que se ajusten a los requerimientos del molde.
- Sería buena idea hacer plantillas para mantener las placas de metal cuadradas mientras se están soldando.

- Si tiene algún problema en mantener las cajas interiores del molde en forma de un cuadrado, considere colocar travesaños o riostras de soldadura a través de todas las aberturas (en la parte interior de la caja).
- Todas las medidas están en milímetros (con las unidades imperiales entre paréntesis), a no ser que se diga lo contrario.
- **Si tiene alguna pregunta, envíenos un correo electrónico... ¡para eso estamos!**
cawst@cawst.org.

Vista del molde de acero



Parte A: Corte las piezas

Cantidad	Descripción
1 hoja*	Hoja o plancha de acero gruesa de 3 mm (1/8"), por lo general disponible en hojas de 1220 mm x 2440 mm (48" x 96"). Se recomienda utilizar hojas de acero nuevas que no estén oxidadas.
1† 1	Hoja de acero gruesa de 6 mm (1/4") – una pieza de 1016 mm x 160 mm (40" x 6.5") y una pieza de 387 mm x 387 mm (15 1/4" x 15 1/4").
3210 mm (127")	Ángulo de metal de 38 mm (1 1/2") x 38 mm (1 1/2") x 3.2 mm (1/8") (grosor de los lados).
1435 mm (56 1/2")	Entubado cuadrado de 38 mm (1 1/2") x 38 mm (1 1/2") x 3.2 mm (1/8") (grosor de los lados).
610 mm (24")	Varilla de acero de 16 mm (5/8") de diámetro (ó cuatro pernos de 5/8" de diámetro y 152 mm (6") de longitud).
229 mm (9")	Varilla enroscada de 25 mm (1") de diámetro.
2	Tuercas de 25 mm (1") (estas tuercas deben poder enroscarse en la varilla enroscada de 1").
140 mm (5 1/4")	Varilla enroscada de 13 mm (1/2") diámetro.
1	Tuerca de 13 mm (1/2").
28	Pernos de 10 mm (3/8") de diámetro – 19 mm (3/4") de longitud.
28	Tuercas de 10 mm (3/8").

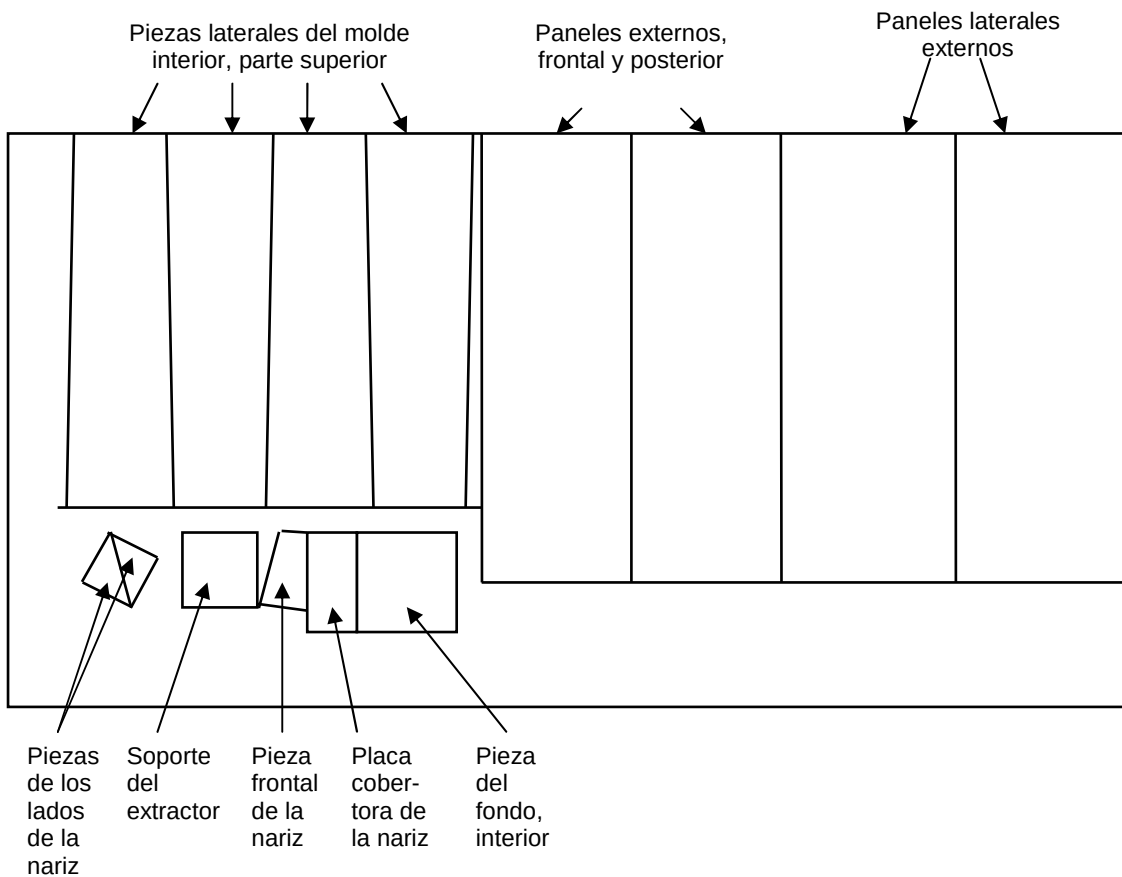
* No use acero de menos de 3 mm (1/8") para construir el molde de acero. El molde se puede doblar y combar fácilmente si es que se utiliza acero de menos de 3 mm (1/8"). Utilice acero de 4 mm (0.17") si no hubiera acero de 3 mm (1/8") disponible.

† El acero de 6 mm (1/4") es el mejor para crear el borde del difusor y una buena base resistente, especialmente si está utilizando un difusor plano y no un difusor cóncavo. Utilice acero de 5 mm (1/5") si no hubiera acero de 6 mm (1/4") disponible.

Paso 1: Extienda y corte la hoja de acero de 3 mm ($\frac{1}{8}$ ")

Todas las piezas gruesas de 3.2 mm ($\frac{1}{8}$ ") se pueden cortar de una sola hoja de metal, tal como se muestra en la figura de abajo. Estas piezas deben cortarse de una hoja de **acero plano** (es decir, sin que tenga áreas cóncavas o convexas). Por lo menos uno de los lados de estas hojas de metal debe estar **libre de óxido** (el óxido hace que el concreto se pegue).

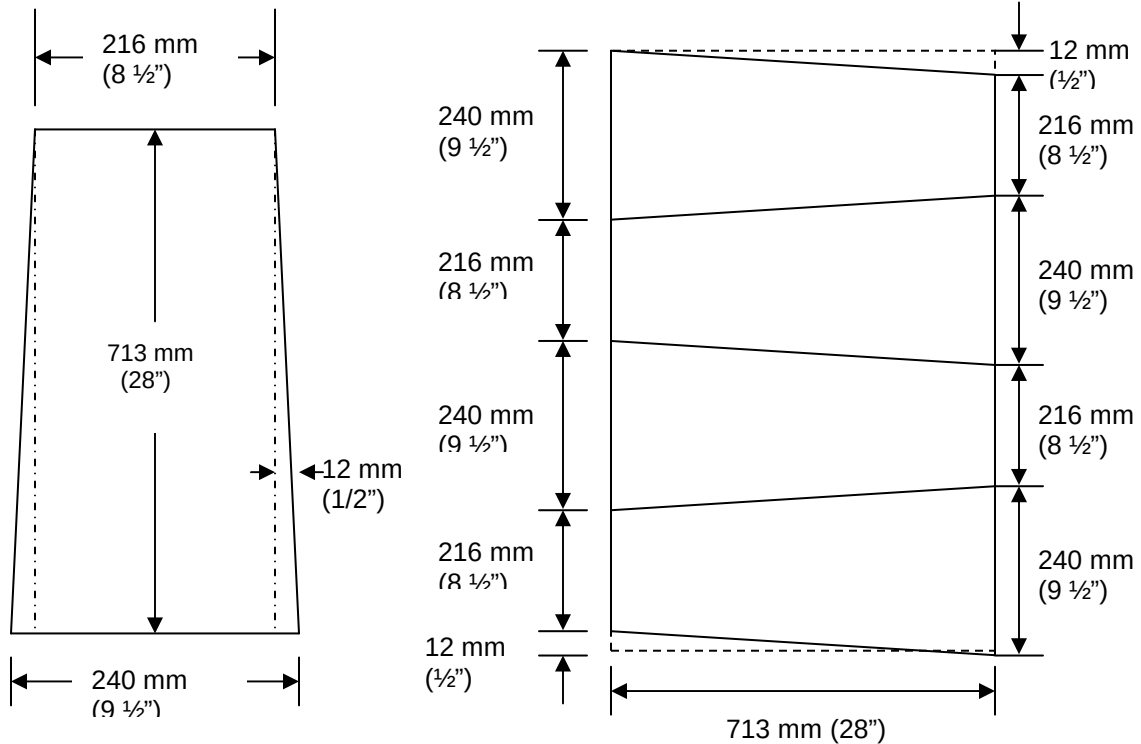
Nota: La figura que se muestra aquí abajo no incluye el ancho de las líneas de corte, el cual variará según el aparato para cortar que se utilice.



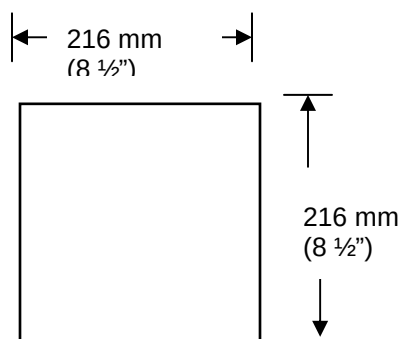
Paso 1: Extienda y corte la hoja de acero de 3 mm ($\frac{1}{8}$ ") – continuación

Piezas de las paredes interiores (4 piezas)
(4 piezas)

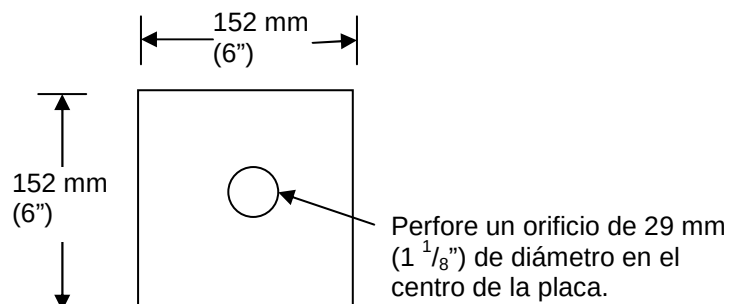
O, corte estas placas de una sola hoja, como se muestra, pero considere el ancho de los cortes.



Placa del fondo interior (1 pieza)



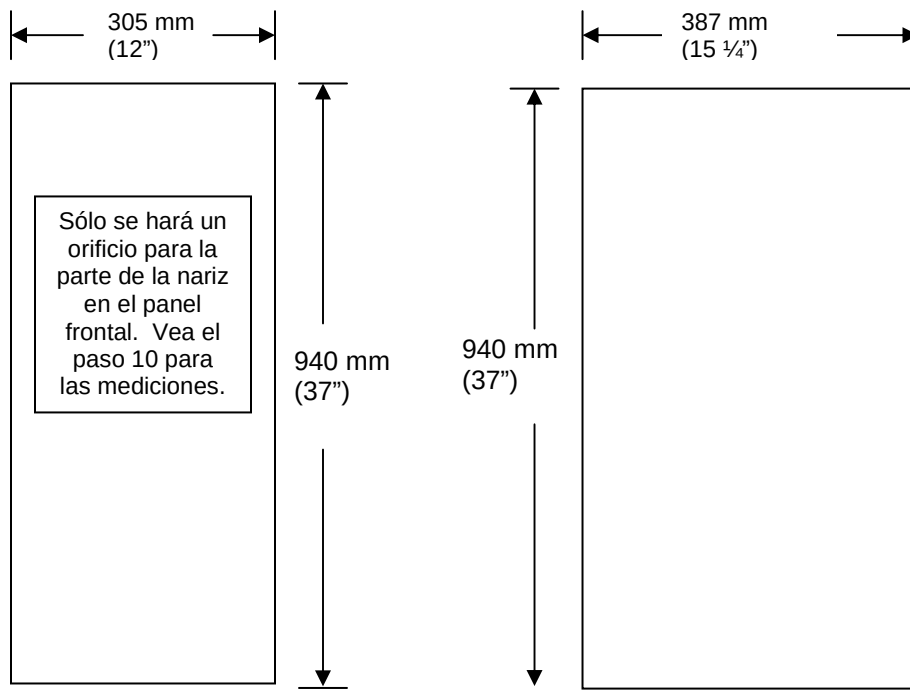
Soporte del extractor (1 pieza)



Paso 1: Extienda y corte la hoja de acero de 3 mm ($\frac{1}{8}$ ") – continuación

Paneles exteriores, frontal y posterior (2 piezas)

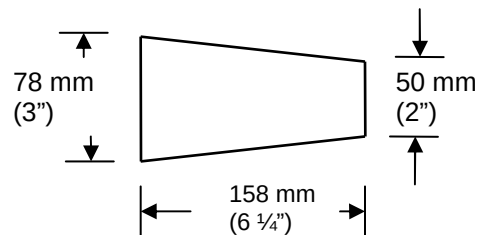
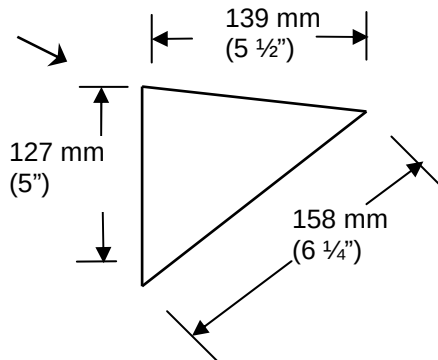
Paneles laterales exteriores (2 piezas)



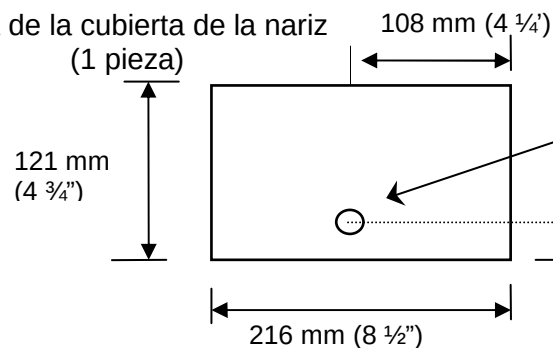
Piezas laterales de la nariz (2 piezas)

Pieza frontal de la nariz (1 pieza)

Nota: esto no es un triángulo de ángulo recto.



Placa de la cubierta de la nariz (1 pieza)

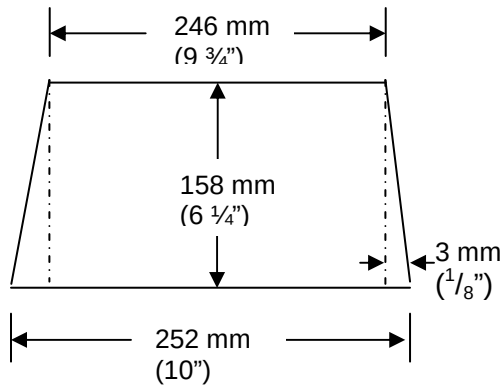


Perfore un orificio de 10 mm ($\frac{3}{8}$ ") de diámetro. Deje espacio suficiente en el orificio como para que pase un tubo de 10 mm ($\frac{3}{8}$ ") a través de la placa.

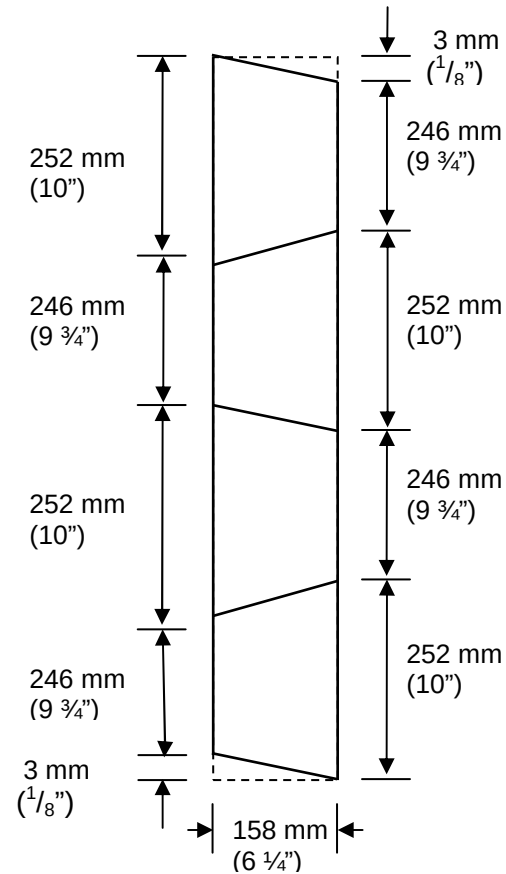
38 mm (1 $\frac{1}{2}$ ") al centro del orificio.

Paso 2: Extienda y corte la hoja de acero de 6.4 mm ($\frac{1}{4}$ ")

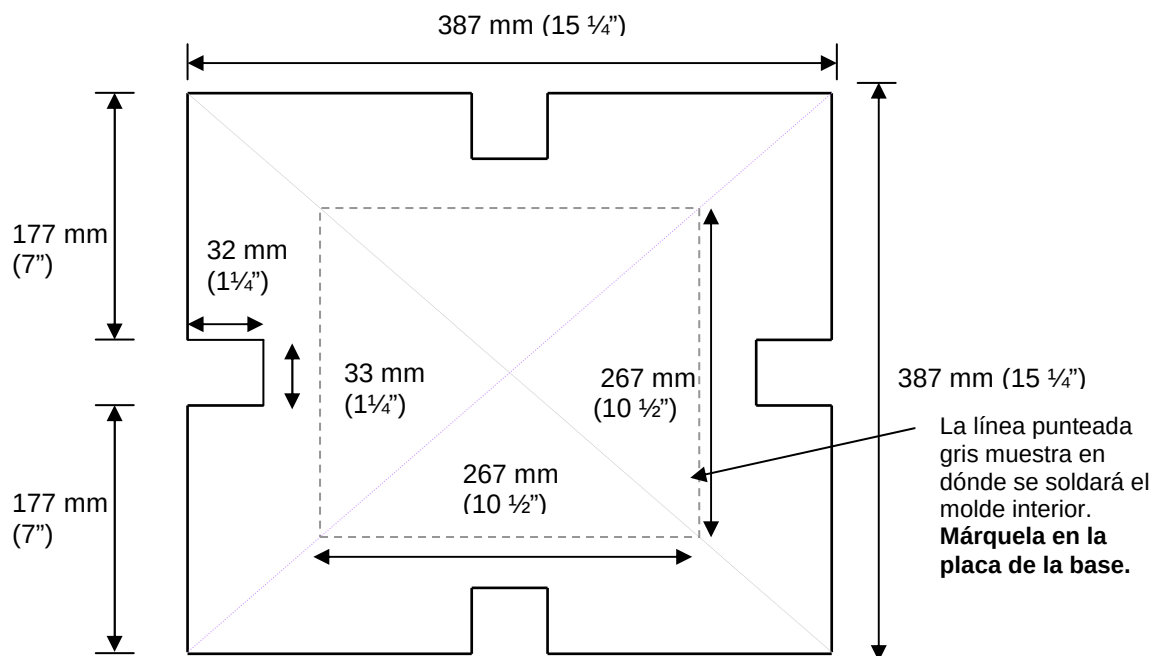
Piezas laterales interiores, fondo
(4 piezas)



O, corte estas piezas de una sola hoja, tal como se muestra abajo, pero debe considerar el ancho de los cortes.



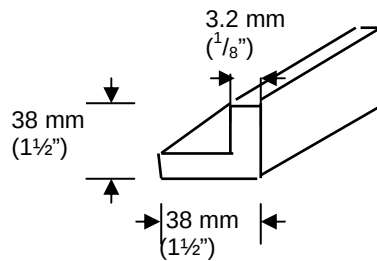
Placa de la base (1 pieza) **Nota: es simétrico.**



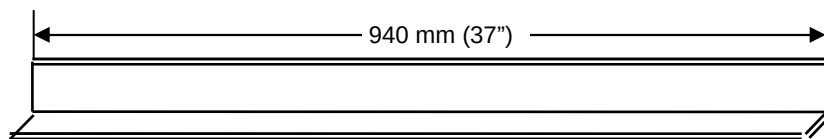
La línea punteada gris muestra en dónde se soldará el molde interior. Márquela en la placa de la base.

Paso 3: Corte pedazos de hierro angular de 38 x 38 (1 ½" x 1 ½")

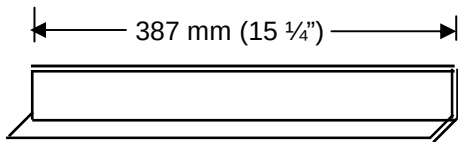
Total del ángulo de hierro angular requerido: 3213 mm (126 ½")



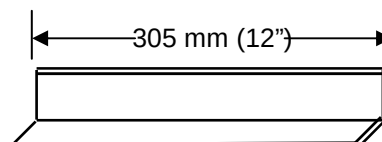
Dos piezas largas de 940 mm (37")



Dos piezas largas de 387 mm (15 ¼")



Dos piezas largas de 305 mm (12")



Paso 4: Perfore los orificios en el hierro angular

Nota: En la figura siguiente se muestran los lugares en donde se recomienda perforar los orificios; sin embargo, la posición específica de los orificios no es de vital importancia. Lo más importante es asegurarse que los orificios de una pieza del molde encajen con los orificios de la otra pieza del molde después de soldarse. Si perfora los orificios en cada pieza de manera desordenada, no se alinearán exactamente y será difícil insertar los pernos cada vez que necesite ensamblar el molde.

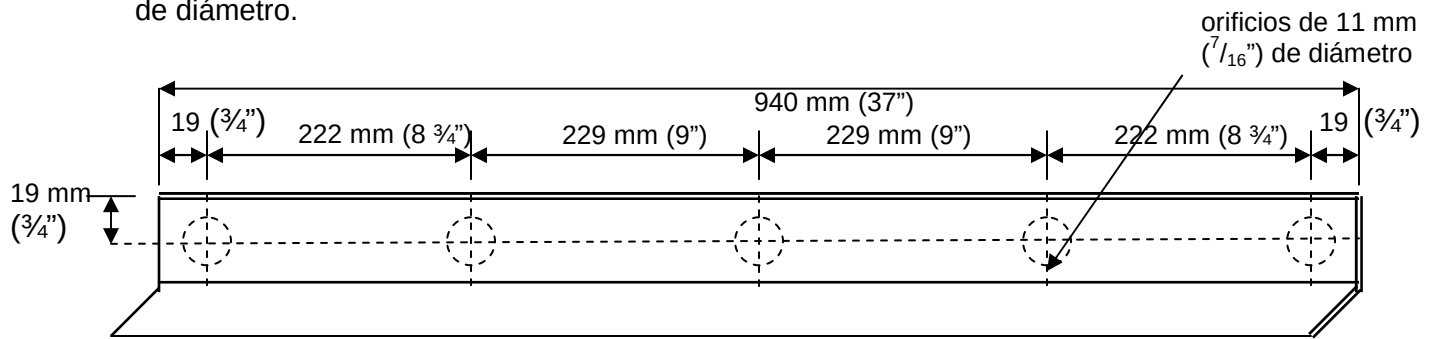
Según las herramientas que tenga disponibles, existen tres opciones:

1. Perfore los orificios en el hierro angular ahora, pero no perfore los orificios de las placas hasta que el molde se haya ensamblado (éste es el método que se describe en este manual).
2. Perfore orificios piloto (de menos de 11 mm) en cada pieza (en los hierros angulares y las placas) mientras va avanzando, pero no termine de perforar los orificios completamente (es decir, hasta los 11 mm (7/16") que corresponden) hasta ensamblar el molde.

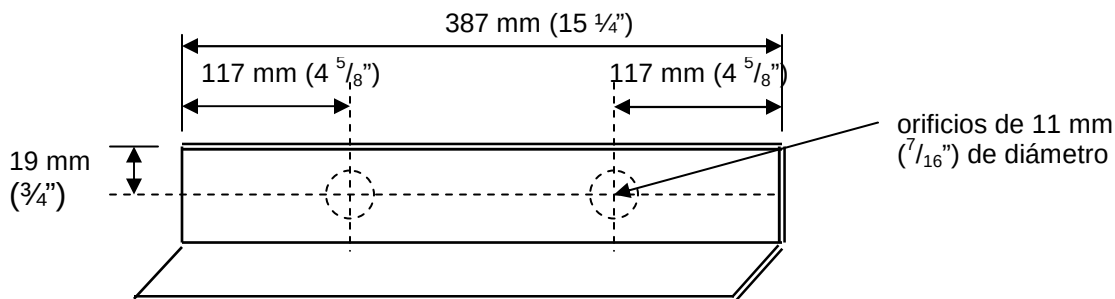
Paso 4 - Continuación

3. Marque el lugar donde hará los orificios ahora, pero no los perforé hasta que el molde se haya fijado con una abrazadera en una etapa posterior (si se usa este método, debe utilizarse una herramienta manual, no un taladro).

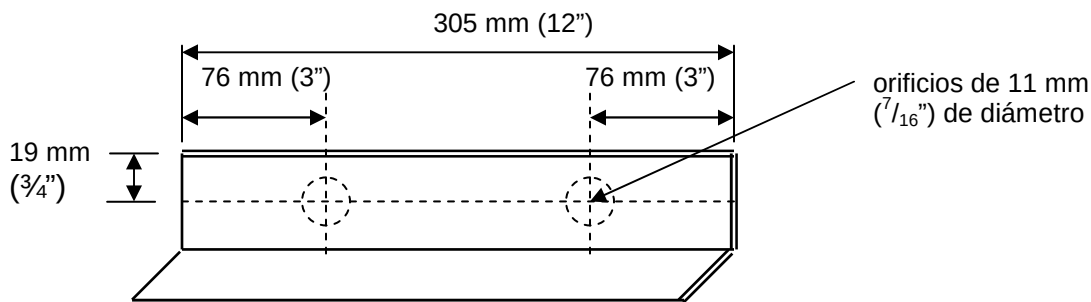
Dos piezas largas de hierro angular de 940 mm (37"), con cinco orificios de 11 mm ($\frac{7}{16}$ " de diámetro).



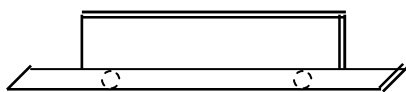
Dos piezas largas de hierro angular de 387 mm (15 1/4") con dos orificios de 11 mm ($\frac{7}{16}$ " de diámetro).



Dos piezas largas de hierro angular de 305 mm (12"), con dos orificios de 11 mm ($\frac{7}{16}$ " de diámetro).

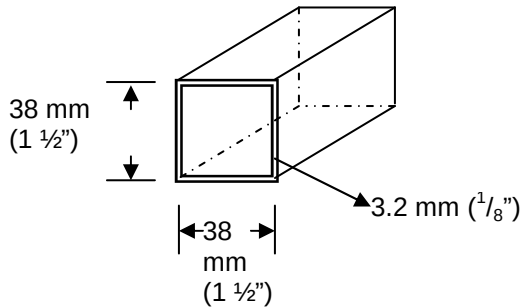


Sólo para una pieza de hierro angular de 305 mm (12"), corte 38 mm (1 1/2") de cada extremo del hierro angular, pero sólo en el lado que no tiene orificios, como se muestra en la figura de abajo.

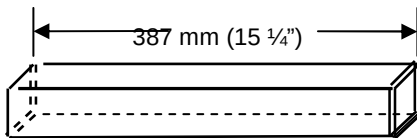


Paso 5: Corte piezas de tubería cuadrada de 38 mm x 38 mm (1 ½" x 1 ½")

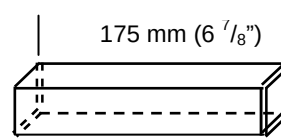
Total de tubería cuadrada necesaria: 1435 mm (56 ½")



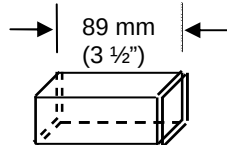
Una (1) pieza larga de 387 mm (15 ¼")



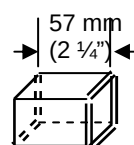
Dos (2) piezas largas de 175 mm (6 7/8")



Cinco (5) piezas largas de 89 mm (3 ½")

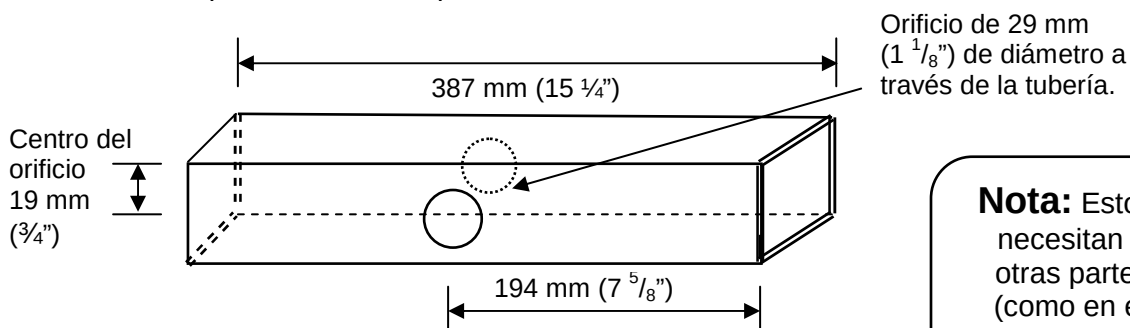


Cuatro (4) piezas largas de 57 mm (2 ¼")



Paso 6: Marque y perforo los orificios en la tubería cuadrada

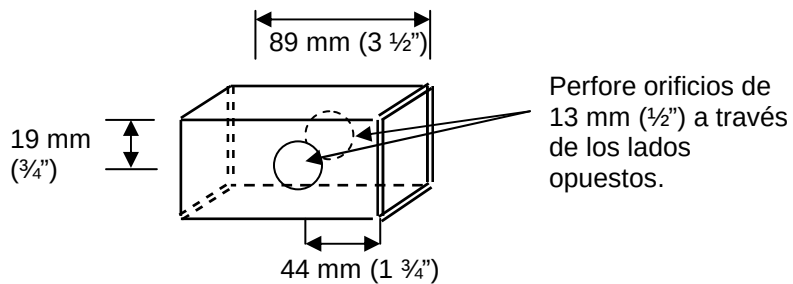
Una (1) pieza larga de tubería cuadrada de 387 mm (15 ¼"), con 29 orificios a través de las piezas laterales opuestas.



Nota: Estos orificios no necesitan encajar con otras partes del molde (como en el Paso 4), y pueden ser perforados ahora.

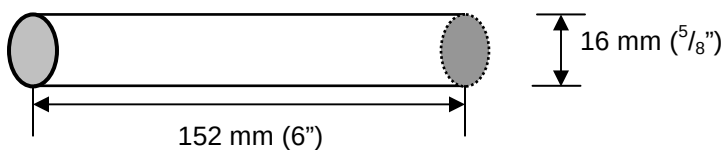
Paso 6: Marque y perfore los orificios en la tubería cuadrada – continuación

Una (1) pieza larga de tubería cuadrada de 89 mm ($3\frac{1}{2}$ "), con dos (2) orificios de 13 mm ($\frac{1}{2}$ ") a través de los lados opuestos (esta pieza se utilizará en el Paso 10).



Paso 7: Corte varillas de acero de 16 mm ($\frac{5}{8}$ ") de diámetro

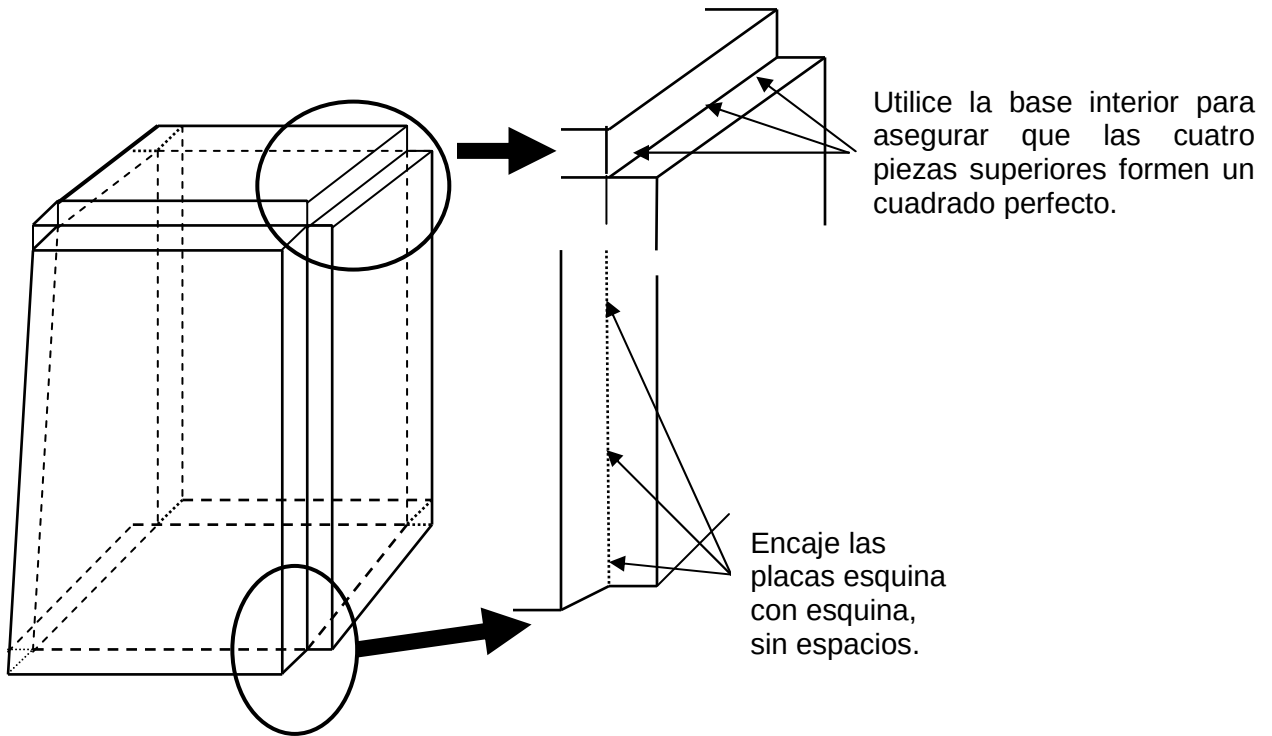
Corte cuatro (4) varillas largas de 152 mm (6"), tal como se muestra abajo.



Parte B: Soldadura

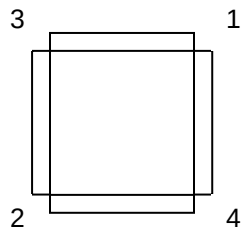
Paso 8: Caja interior del molde

1. Soldar la hoja de metal de 3.2 mm ($\frac{1}{8}$ "): Pare las cuatro 4 piezas interiores superiores con los extremos angostos hacia arriba.



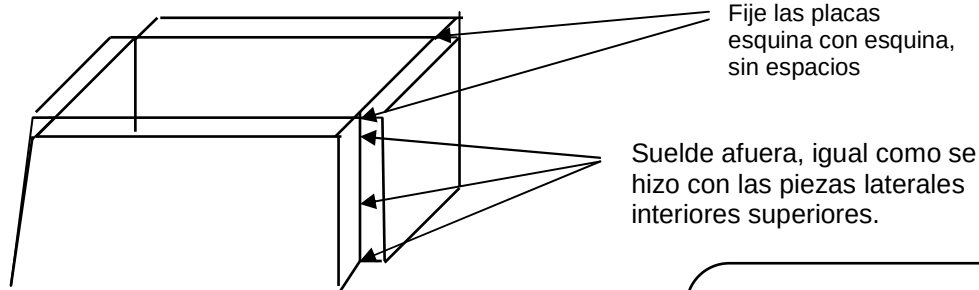
Paso 8: Caja interior del molde - continuación

2. Una las placas interiores superiores con tachuelas.
3. Verifique que la caja todavía esté cuadrada. Si no lo está, arrégla.
4. Una con tachuelas los cuatro lados de la base interior con la parte superior de los lados de las placas interiores superiores (es decir, del cuadrado ya formado).
5. Verifique que la caja todavía esté cuadrada. Si no lo está, arrégla.
6. Suelde toda la longitud de los cuatro lados de la placa interior superior, en el siguiente orden:



7. Verifique que la caja todavía esté cuadrada. Si no lo está, arrégla.
8. Suelde los bordes de la placa superior en los bordes de los cuatro lados en todo el rededor.
9. Suelde las piezas laterales interiores de la base de acero de 6.4 mm ($\frac{1}{4}$ "): pare las 4 piezas interiores de la base, con los extremos más angostos hacia arriba.

Nota: Los siguientes pasos constituyen la parte más importante del proceso de soldadura del molde. Esta parte de la caja interior del molde debe ser perfectamente cuadrada de tal manera que el espesor de las paredes de concreto del filtro sea consistente. Tómese su tiempo para asegurarse que estas piezas estén soldadas formando un cuadrado perfecto, y que encajen muy bien en el resto del molde interior.

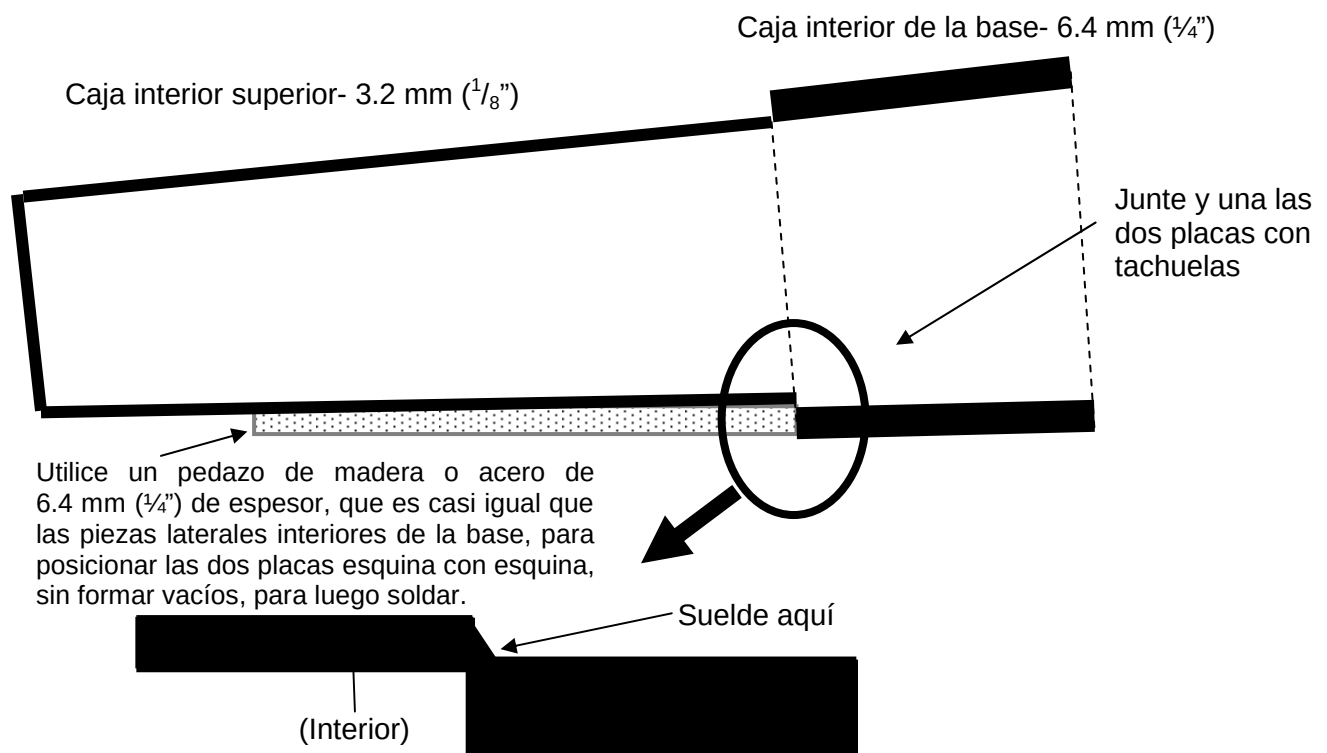


10. Una las placas interiores de la base con tachuelas.
11. Verifique que la caja todavía esté cuadrada. Si no lo está, arrégla.

Nota: Lije los filos soldados hasta lograr una esquina redondeada suave a lo largo de los lados. Los filos formarán la esquina interior del filtro cuando se llene con concreto.

Paso 8: Caja interior del molde - continuación

12. Suelde todos los lados, uniendo las 4 placas laterales interiores de la base, en el orden que se muestra en el paso 5 (anterior).
13. Verifique que la caja todavía esté cuadrada. Si no lo está, arréguela.
14. Coloque la caja interior superior (que se construyó en los pasos 1 al 8) dentro de la caja interior de la base (instrucciones 9-12) tal como se muestra abajo.

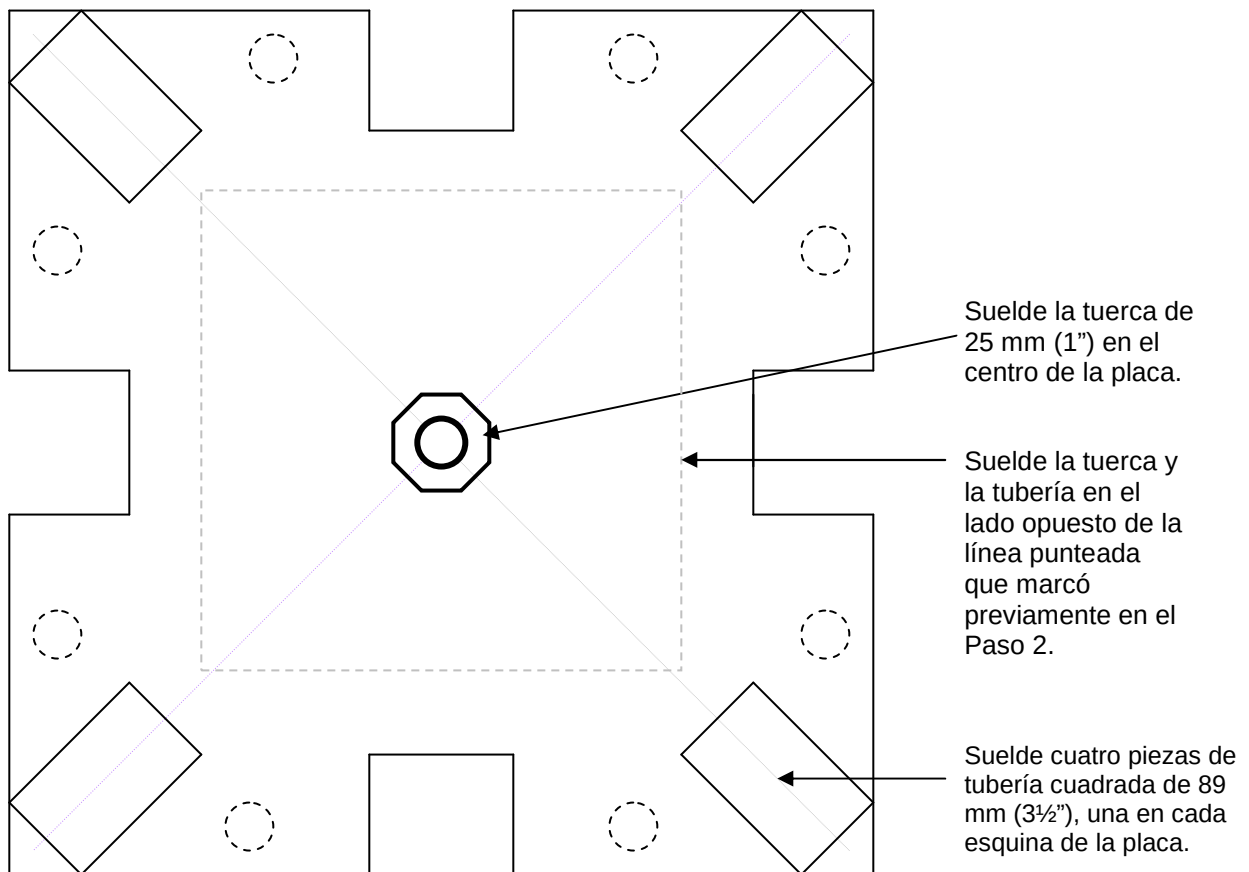


15. Una con tachuelas los 4 lados de la caja interior superior a la caja interior de la base por dentro.
16. Termine de unir las dos cajas, soldándolas en todo el rededor por dentro.

Nota: Esta soldadura debe hacerse desde adentro de la caja, para asegurar que se deje una solapa en la parte exterior de la caja. Esta solapa o labio formará un borde en el concreto que servirá para apoyar la placa difusora.

Paso 9: Base del molde interior

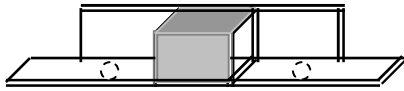
Suelde cuatro piezas de tubería cuadrada de 89 mm (3 ½") y una tuerca de 25 mm (1") en la placa de la base. (Deje la tubería cuadrada de 89 mm (3 ½") con un orificio atravesado para proceder con el paso 10).



No perforo los orificios de la placa en este momento. Los orificios se perforan una vez que se ha construido la caja exterior. Ver Paso 12.

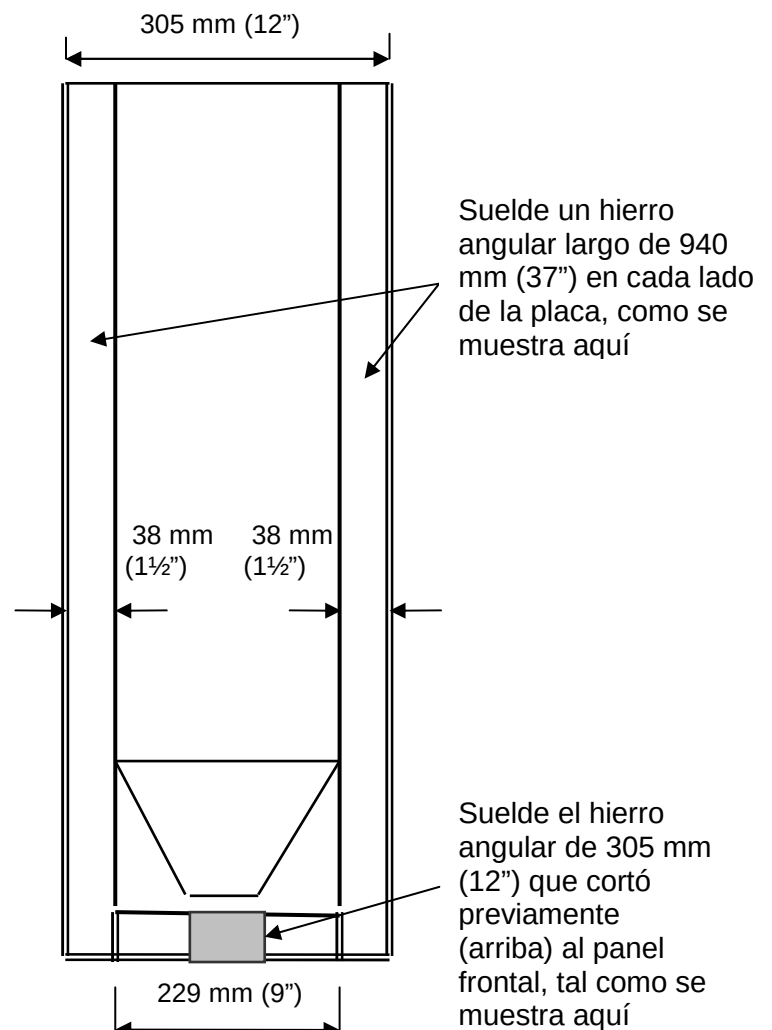
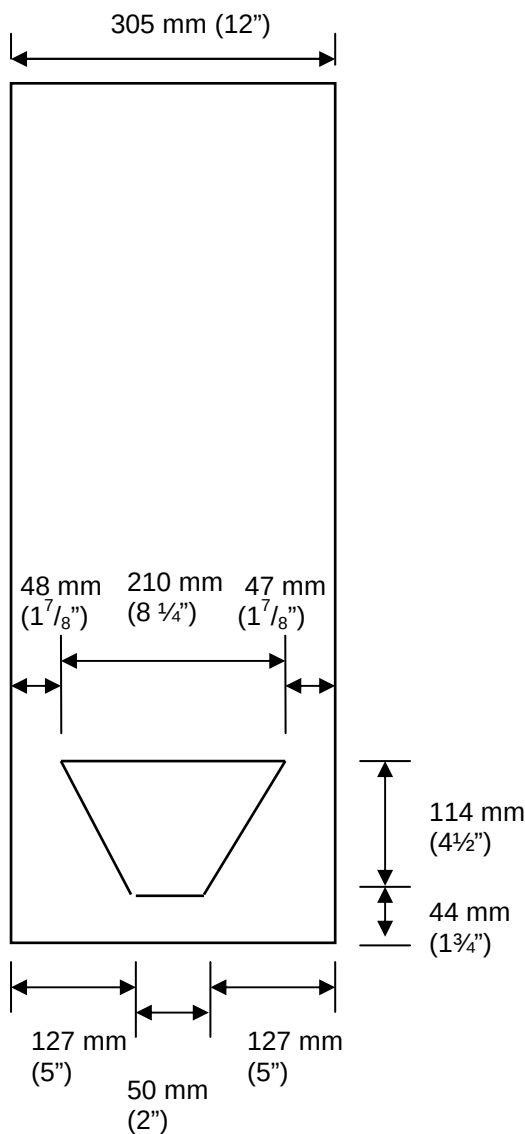
Paso 10: Molde exterior – panel frontal

Tome el hierro angular de 305 mm (12") que tiene los extremos cortados. Suelde una tubería cuadrada de 57 mm (2¼") en el centro del hierro angular. Deje el otro hierro angular de 305 mm (12") para el Paso 11.



Haga y corte un orificio para la "nariz" en uno de los paneles exteriores de 305 mm x 940 mm (12" x 37"), tal como se muestra aquí:

Luego, suelde el hierro angular en 3 lados del panel, como se muestra aquí:

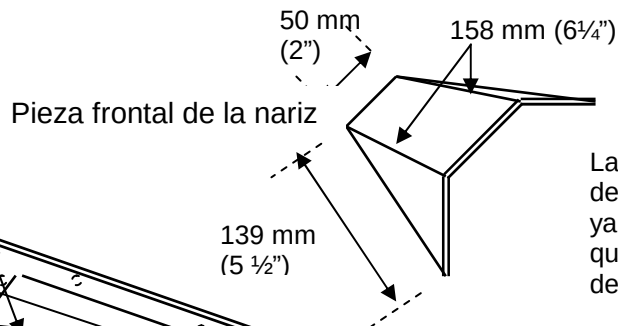


Nota: Las uniones entre las piezas de la nariz y el panel frontal **NO** forman ángulos rectos.

Paso 10: Molde exterior – panel frontal – continuación

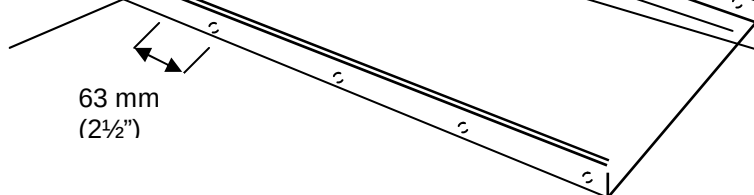
Suelde la tuerca de 13 mm a uno de los orificios de la pieza larga de tubería cuadrada de 89 mm que queda. Esta tuerca es para el perno que mantendrá la cubierta de la nariz en su lugar.

Suelde la pieza frontal de la nariz a las dos piezas laterales de la nariz, lados de 158 mm (6¼") y al panel frontal (extremo de 50 mm). Todo el trabajo de soldadura deberá hacerse desde adentro.



Las soldaduras interiores deben ser continuas y suaves, ya que formarán las esquinas que se mostrarán en el frente del filtro.

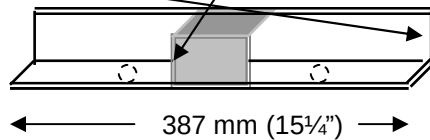
Suelde la tuerca de 13 mm (½") sobre uno de los orificios de la pieza larga de tubería cuadrada de 89 mm (3½") que queda. Esta tuerca es para el perno que mantendrá la cubierta de la nariz en su lugar. La tuerca de 13 mm (½") debe estar mirando hacia la nariz.



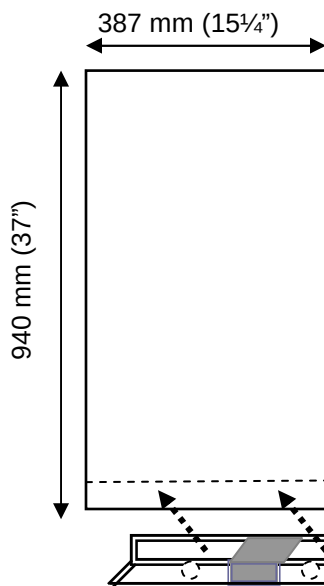
Suelde la tubería cuadrada de 89 mm (3½") (con la tuerca soldada sobre un orificio) al panel frontal, centrado horizontalmente, 63 mm (1¾") desde la base de la abertura de la nariz. La tuerca de 13 mm (½") debe estar mirando hacia la nariz.

Paso 11: Molde exterior – paneles laterales y posterior

Suelde una pieza de tubería cuadrada de 57 mm ($2\frac{1}{4}$ ") al centro de uno de los hierros angulares de 387 mm ($15\frac{1}{4}$ ").



Suelde el hierro angular a uno de los paneles laterales exteriores de 387 x 940 mm ($15\frac{1}{4}$ " x 37").

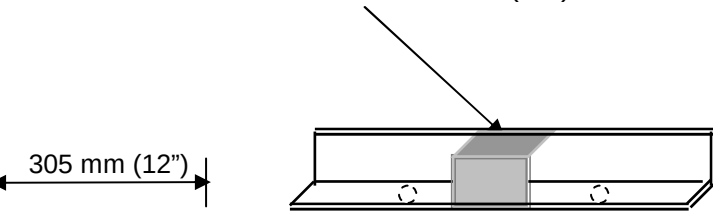


Suelde el hierro angular a lo largo del extremo del panel de 387 mm ($15\frac{1}{4}$ ")

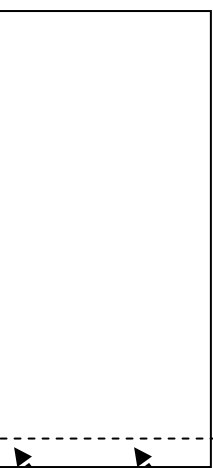
Repita todo el proceso para los otros hierros angulares de 387 mm ($15\frac{1}{4}$ ") y los otros paneles laterales exteriores de 387 X 914 mm ($15\frac{1}{4}$ " x 37")

Paso 11 Molde exterior – paneles laterales y posterior – continuación

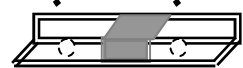
Suelde una pieza de tubería cuadrada de 57 mm ($2\frac{1}{4}$ ") en el centro del hierro angular restante de 305 mm (12").



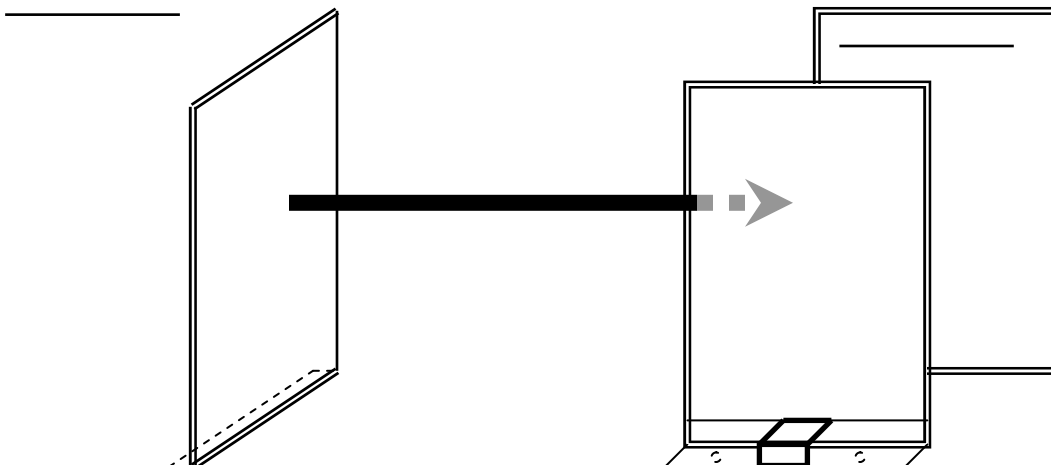
Suelde ese hierro angular al panel exterior restante de 305 x 914 mm, tal como se muestra aquí.



Suelde el hierro angular a lo largo del extremo del panel de 305 mm (12").



Levante y pare el panel posterior y los paneles laterales, tal como se muestra aquí.

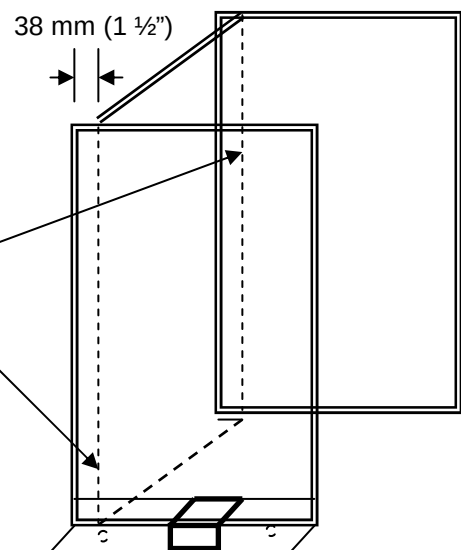


Coloque el panel posterior exterior a 38 mm ($1\frac{1}{2}$ ") del borde de los paneles laterales exteriores. Asegúrese que los paneles formen un cuadrado, es decir, que todas las esquinas formen un ángulo de 90°.

Paso 11: Molde exterior – paneles laterales y posterior – continuación

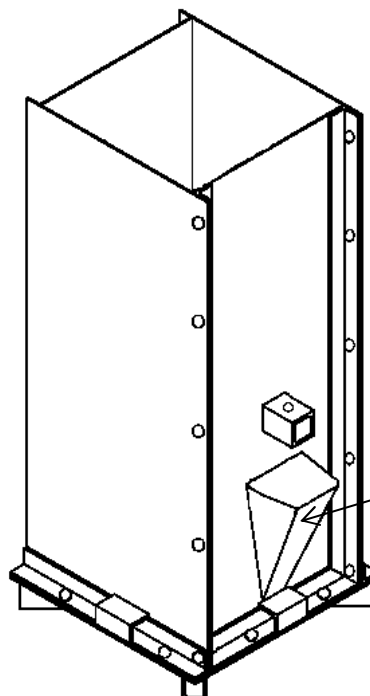
Una los paneles con tachuelas y verifique que estén formando un cuadrado perfecto. Una vez que el cuadrado esté bien formado, cosa los paneles desde afuera.

Nota: No es necesario soldar las uniones en toda su longitud. Será suficiente coser las uniones a lo largo, con costuras de soldadura intermitente 25 mm (1") de largo a intervalos de 150 mm (6") (de centro a centro).



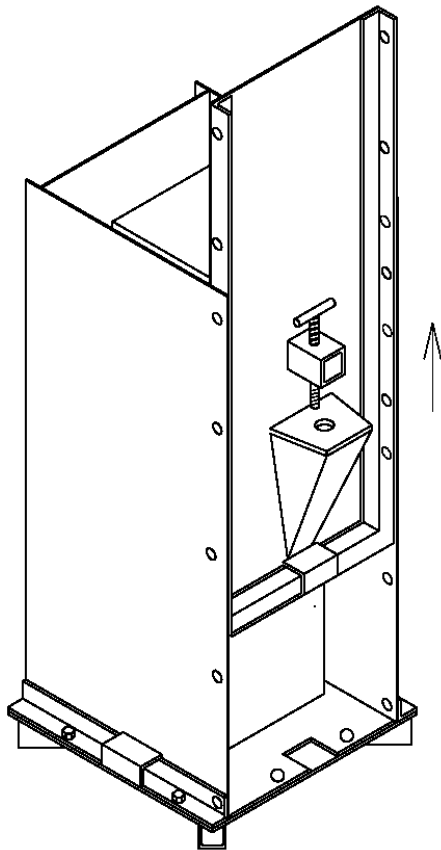
Paso 12: Termine la construcción del molde

Coloque los paneles exteriores del molde sobre la placa de la base tal como se muestra en la figura de abajo. Una los componentes con abrazaderas de tal manera que no se muevan. Termine de perforar los orificios para los pernos: cada vez que encuentre un hierro angular con un orificio, perforo a través del mismo, atravesando la placa correspondiente.



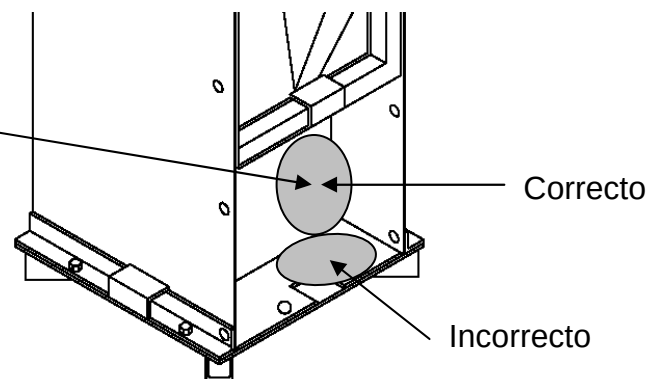
La forma de la nariz es ligeramente diferente a la que se muestra en esta figura.

Paso 12: Termine la construcción del molde - continuación



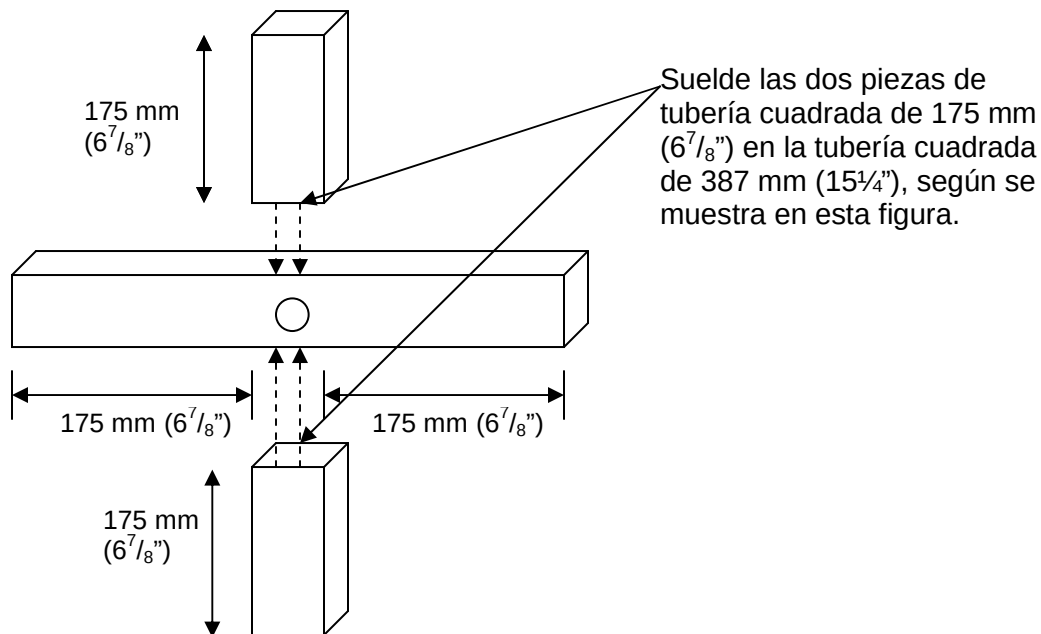
1. Una con pernos el panel exterior de tres lados con la placa de la base.
2. Coloque la caja interior del molde sobre la placa de la base.
3. Levante el panel frontal alineando los orificios y únalo a los paneles laterales con pernos.
4. Asegúrese que la caja interior del molde esté centrada, es decir, que tenga la misma distancia en cada lado del molde exterior, con un mínimo de 22 mm.
5. Coloque la caja interior del molde en su lugar y suéldela.
6. Saque los pernos y retire todos los paneles exteriores del molde.
7. Suelde la caja del molde interior a la placa de la base en todo el rededor.
8. En una superficie en que no se manibre mucho, marque el molde interior para indicar cuál es el lado frontal (el que da la cara a la placa de la nariz).

Nota: Lije las soldaduras del molde interior con una rueda de esmeril en esta dirección. **No** esmerile o lije dentro del molde interno, ya que podría formar una cavidad en donde se podría alojar el concreto, lo cual dificultaría sacar el filtro del molde.

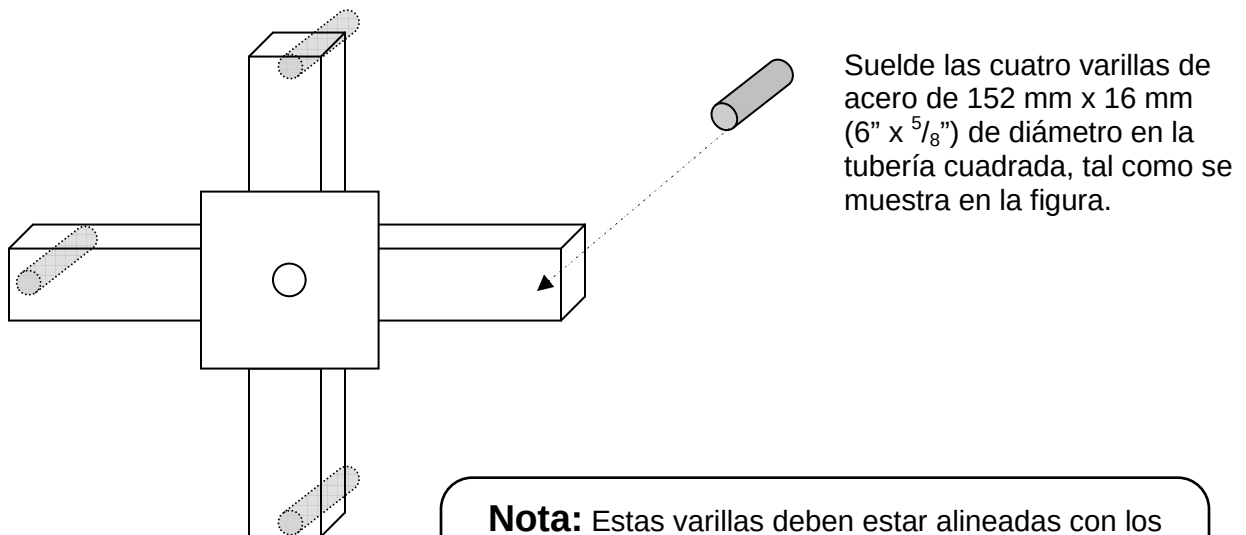


Paso 13: Extractor

Tome una tubería cuadrada de 387 mm (15¼") y dos piezas largas de tubería cuadrada de 175 mm.



Alineando los orificios, suelde la pieza de apoyo del extractor en la tubería cuadrada. Suelde las varillas de acero de 152 mm x 16 mm (6" x 5/8") de diámetro al lado opuesto.



Nota: Estas varillas deben estar alineadas con los agujeros cuadrados que están en cada lado de la placa de la base. **Pruebe y asegúrese de que las varillas estén alineadas antes de soldar.**

Paso 13: Extractor - continuación

Suelde un pedazo de varilla de aproximadamente 50 mm (2") de largo en el extremo de la varilla roscada de 25 mm (1") de diámetro, para formar el perno del extractor.



Varilla enroscada de 25 mm (1")

Suelde un pedazo de varilla de aproximadamente 63 mm (2½") de largo al extremo de una varilla roscada de 13 mm (½") de diámetro para formar el perno que mantendrá la cubierta de la nariz en su lugar.



Varilla enroscada de 13 mm (5/8")

Paso 14: Acabado

- Todas las soldaduras de las superficies que van a hacer contacto con el concreto deben estar lijadas o suavizadas para lograr un acabado liso y suave.
- La "cascara de laminación" de la superficie de la hoja de metal es el acabado más suave que hay, por lo que se puede dejar tal cual está en las superficies que harán contacto con el concreto, a no ser que haya material soldado que deba lijarse primero.
- **NO PINTE EL INTERIOR DEL MOLDE** – (especialmente las superficies que harán contacto con el concreto) ya que esto causará problemas al momento de sacar el filtro endurecido del molde.
- **PINTE EL EXTERIOR DEL MOLDE** – utilice pintura antioxidante para asegurarse que el molde le dure por un buen tiempo.
- Las piezas del molde están hechas a la medida para que encajen una con la otra. Le recomendamos que marque cada pieza del molde con una marca especial que las identifique (por ejemplo, haga un pequeño agujero en una superficie de la pieza que no afecte su funcionamiento), para distinguirlas de otros moldes.

El molde debe aceitarse (con aceite de cocina, como aceite vegetal) antes de guardarlo para que no se oxide. No olvide que no debe guardarlo a la intemperie sino en un lugar cerrado

Manual para el Filtro de Bioarena

Anexo 2: Cómo Construir un Juego de Tamices

Manual para el Filtro de Bioarena

Herramientas:

- ☐ Martillo
- ☐ Sierra
- ☐ Cinta métrica

Materiales:

- ☐ Clavos
- ☐ Grapas de 1.3 cm ($\frac{1}{2}$ ") (si estuvieran disponibles)
- ☐ Cintas de madera de 2.5 cm x 2.5 cm (1" x 1")
- ☐ Madera de 2.5 cm x 10 cm (1" x 4")
- ☐ Tela metálica de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ", calibre 2)
- ☐ Tela metálica de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ", calibre 4)
- ☐ Tela metálica de 1 mm (0.04")
- ☐ Tela metálica de 0.7 mm (malla #24)

Nota: El # de malla indica el número de aberturas por pulgada lineal (2.5 cm). Por lo tanto, la pantalla de calibre 4 tendrá 4 aberturas por pulgada y 16 orificios por pulgada cuadrada (6.25 cm²)

La tela metálica debe ser de alambre de metal, ya que este material es más durable y durará más que un tamiz de nylon o de fibra de vidrio. Estos dos últimos materiales son más débiles y se rasgan fácilmente.

Pasos:

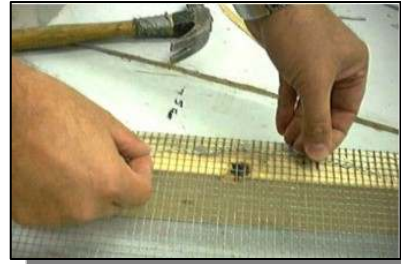
1. Construya un marco cuadrado para el tamiz.

Consejo: ¡Construya el tamiz para encajar la tela metálica!

- El tamaño sugerido del tamiz es de aproximadamente 40 cm x 56 cm (16" x 22"). Un tamiz de estas dimensiones puede ser sostenido por dos personas. Se puede construir un tamiz más pequeño, pero sólo si es una persona la que va a sostenerlo. Se puede construir tamices de otros tamaños, dependiendo del material disponible y la preferencia de los usuarios.
- Una organización en Brasil colgó los tamices en cuerdas, de tal manera que ahora ya no tienen que sostener el peso de la arena; lo único que tienen que hacer es agitar el tamiz.
- Los dos lados más largos pueden ser mayores a 61 cm (24") para formar manijas.
- No construya un tamiz demasiado grande, pues al final será muy pesado cuando se llene con arena o el peso de la arena en sí podría deformar la tela metálica.



2. Corte un pedazo de tela metálica que sea más grande que el marco, de tal manera que haya 2.5 cm (1") adicionales en cada uno de los lados.
3. Centre la tela metálica en el marco o armazón.



Consejo: Para la tela metálica de la malla 0.7 mm (#24), es necesario añadir un pedazo de tela metálica de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") para tener un mejor soporte. Primero coloque una malla de 0.7 mm (#24) en el armazón, y luego coloque un pedazo de tela metálica de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") del mismo tamaño, de tal manera que cuando voltee la malla para utilizarla, la tela metálica de 12 mm ($\frac{1}{2}$ ") quedará debajo de la tela metálica de la malla de 0.7 mm (#24), sosteniéndola.

4. Clave las grapas a través de la tela metálica en el armazón, a lo largo de los cuatro lados del tamiz. Si no tuviera grapas disponibles, coloque un clavo hasta la mitad y luego dóblelo formando una L invertida y martíllelo hacia el armazón.
5. Doble el exceso de tela metálica hacia la misma tela, de tal manera que los bordes doblados se alineen con la parte exterior del armazón, y que el exceso se superponga al resto de la tela. Al hacer esto, se evita tener bordes filudos que podrían cortar sus manos cuando está tamizando.
6. Corte la cinta de madera de 2.5 cm x 2.5 cm (1" x 1") del mismo largo del armazón para formar un armazón cobertor.
7. Clave el armazón cobertor encima de donde ha clavado la tela metálica al armazón.
8. Repita el proceso hasta que tenga tres tamices, cada uno con telas metálicas de diferentes tamaños: de 12 mm ($\frac{1}{2}$ "), de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") y de 0.7 mm (0.03").



NOTA:

- Un tamiz bien construido le durará bastante tiempo. Por lo tanto, vale la pena tomarse su tiempo para construirlos bien y hacerlos cómodos y fáciles de usar.
- Nunca utilice un tamiz que tiene aunque sea UN orificio (o más) en la tela metálica, o un tamiz en donde la tela metálica se está separando del armazón.
- Cuando las telas metálicas se gasten, simplemente retire las cintas de madera, jale la tela metálica vieja y coloque una nueva pieza de tela metálica en el mismo armazón.



Anexo 3: Análisis de Tamizado de Arena

Manual para el Filtro de Bioarena

Propósito

El filtro de bioarena necesita un rango de arena de diferentes tamaños para que pueda tratar el agua de consumo humano de manera efectiva. Realizar un análisis de tamizado de arena ayudará a obtener una buena distribución de los diferentes tamaños de la arena en una muestra. La información que se presenta en este anexo se puede utilizar para:

1. Determinar si la arena preparada (es decir, tamizada y lavada) está dentro de los rangos del Tamaño Efectivo (ES por sus siglas en inglés) y Coeficiente de Uniformidad (UC por sus siglas en inglés) que se recomiendan para la arena de filtración en el filtro de bioarena. Este procedimiento se describe en el Método e **Instrucciones para Analizar la Arena Preparada** que se detalla más abajo.
2. Determinar qué arena utilizable se puede producir a partir de una fuente de arena (por ejemplo, una cantera) y cuánta arena será rechazada por ser muy fina o muy gruesa. Los granos de arena que sean más grandes que el tamiz de mayor abertura (con un tamaño de abertura de 0.7 mm) es muy gruesa para que funcione como arena de filtración y necesita retirarse de la muestra (no obstante, este tamaño de arena puede utilizarse como agregado para construir el filtro de concreto). Si el porcentaje de arena gruesa es muy alto, entonces la arena puede tamizarse directamente en la cantera, para remover así el material grueso antes de transportar la arena al lugar de producción. Este procedimiento se describe con mayor detalle en las **Instrucciones para Determinar el Porcentaje de Arena Rechazada**.

Los granos de arena que sean más pequeños que el tamiz más fino (con un tamaño de abertura de 0.1 mm) que se recolecta en la bandeja de captación del fondo, es demasiado fina para que funcione como arena para filtración. Para retirar esta arena muy fina (también conocida como “harina de roca”) se necesitará lavar con agua la arena.

3. Estimar si la fuente de arena puede ser un buen lugar de abastecimiento para producir arena de filtración (una vez que la arena se ha preparado, es decir, después de tamizarla y lavarla). Para hacer esta estimación, debe determinarse el Tamaño Efectivo y el Coeficiente de Uniformidad de la parte de la muestra de arena que puede ser utilizable, para lo cual deberá aplicarse el método de análisis que se describe a continuación. Sólo se deberá utilizar la parte de la arena que pasó a través del tamiz más grande pero que no pasó a través del tamiz más pequeño. La mayor parte de la arena muy fina que pasa a través del tamiz #150 saldrá cuando se lave la arena, por lo que no deberá incluirse en la muestra de este análisis. Cabe resaltar que los resultados del análisis de esta parte de la arena sólo serán similares a los resultados que se obtienen después de preparar la arena tamizándola y lavándola, debido a que lavar la arena puede sacar más o menos arena muy fina que la que se sacó a través del tamiz #150.

Método

El análisis de tamizado de arena consiste en agitar una muestra de arena a través de una serie de cinco tamices que tendrán una bandeja de captación o recolección de arena en el fondo. Cada tamiz tendrá un tamaño de abertura menor al anterior de arriba, de tal manera que, luego de agitar el juego de tamices por cinco minutos, la arena se quedará en la malla de los tamices o pasará a través de los mismos. Los

tamaños de los tamices que se utilizan en estas instrucciones se han seleccionado específicamente para analizar arena para el filtro de bioarena. Esto significa que la arena ya debe haber sido tamizada y pasada por la malla #24 para sacar la arena gruesa antes de tomar la muestra.

Luego de medir la cantidad de arena que quedó retenida en cada uno de los tamices, se procede a calcular el porcentaje de arena que pasó a través de cada tamiz. Se debe marcar un punto en un gráfico semi-logarítmico por el **porcentaje que pasó a través del tamiz** por cada tamiz de diferente tamaño. Luego, se traza una línea conectando los cinco puntos. Con esta línea, podemos encontrar el tamaño que pasaría el 10% de la arena. Este valor se denomina **d10**, y es el **Tamaño Efectivo (ES)** de la arena. Subiendo por esta misma línea, podemos encontrar el tamaño que pasaría el 60% de la arena. Este valor se denomina **d60**. Si se divide el valor d60 entre el valor d10, podemos determinar el **Coeficiente de Uniformidad (UC=d60/d10)** para esa muestra de arena. Estos dos valores, es decir, el Tamaño Efectivo y el Coeficiente de Uniformidad, se comparan con los rangos recomendados por CAWST para la arena de filtración. Las instrucciones describen este procedimiento con más detalle.

Utilizar mediciones en volumen en vez de peso minimiza el equipo que se necesita para el análisis, conservando aún los resultados adecuados para analizar la arena para los filtros de bioarena. Es necesario recalcar que éste no es un procedimiento estándar aprobado, sino un método de campo trabajable que se utiliza para realizar una evaluación rápida de la muestra.

Es muy importante que la muestra de arena esté totalmente seca antes de colocarla en el juego de tamices. La arena húmeda o mojada tapa las aberturas de los tamices, haciendo difícil el tamizado, produciendo resultados incorrectos. Trate de seleccionar una muestra de arena para el análisis granulométrico que represente la arena que va a utilizar para el filtro.

Materiales requeridos

- ☐ Muestra de arena: por lo menos 100 ml de arena bien seca para el análisis (la muestra de arena debe representar la arena que se va a analizar).
- ☐ Cilindro graduado: tamaño: 100 ml; debe estar marcado cada 1 ml; se recomienda un cilindro de plástico.
- ☐ Juego de tamices:
 - Tamiz #24 (tamaño de abertura = 0.71 mm)
 - Tamiz #40 (tamaño de abertura = 0.38 mm)
 - Tamiz #60 (tamaño de abertura = 0.25 mm)
 - Tamiz #80 (tamaño de abertura = 0.18 mm)
 - Tamiz #150 (tamaño de abertura = 0.10 mm)
 - Bandeja de captación (para recolectar la arena que pasa por el tamiz #150)
 - Tapa del juego de tamices (que se coloca sobre el tamiz #24 para contener la arena mientras se está agitando los tamices)
- ☐ Papel semi-logarítmico (se ofrece en este Anexo)
- ☐ Lápiz (si el papel del gráfico está plastificado, puede utilizar un lapicero de tinta lavable de tal manera que las marcas que se apunten en el gráfico se puedan borrar y el gráfico se pueda volver a utilizar varias veces)
- ☐ Regla
- ☐ Calculadora

Instrucciones para Analizar la Arena Preparada

1. Coloque los tamices de arena uno sobre otro, con el tamiz de aberturas más grandes (#24) arriba, seguido por el tamiz #40, #60, #80, #150 y finalmente la bandeja de captación.
2. Llene el cilindro graduado hasta la marca de 90 ml con la muestra de arena preparada seca. Utilice un pedazo de papel, enrollado o doblado a manera de embudo, para que se le haga más fácil llenar el cilindro graduado.
3. Vacíe toda la muestra de 90 ml del cilindro graduado en el tamiz más grande (#24) y coloque la tapa sobre el tamiz.
4. Agite todo el juego de tamices, incluyendo la bandeja de captación y la tapa de arriba, por al menos 5 minutos. Agite en ambas direcciones y de arriba abajo, para asegurar que la arena caiga a través de los diferentes tamices.
5. Después de 5 minutos, saque la tapa y vacíe la arena retenida en el tamiz #24 en el cilindro graduado. Utilice un pedazo de papel como embudo para vaciar la arena en el cilindro con más facilidad. Lea la cantidad de arena que hay en el cilindro graduado. **No bote la arena del cilindro, déjela ahí.** En la tabla del papel del gráfico semi-logarítmico, escriba el valor en la columna **Arena Acumulada Retenida en el Tamiz** para el tamiz #24. *Nota: Debe haber muy poca o nada de arena en el tamiz #24, ya que la muestra debe haber sido previamente tamizada a través del tamiz #24 para sacar la arena más gruesa.*
6. Saque el siguiente tamiz (#40) y vacíe la arena en el cilindro (sobre la arena que pasó el tamiz #24). Lea la cantidad total de arena que hay en el cilindro. Escriba el valor en la columna **Arena Acumulada Retenida en el Tamiz** para el tamiz #40.
7. Repita el paso 6 para el tamiz #60, luego para el tamiz #80, el tamiz #150 y finalmente la bandeja de captación. Una vez que se haya vaciado el contenido de todas estos tamices y de la bandeja de captación, el total deberá ser de aproximadamente 90 ml. Es posible que al agitar los tamices se haya perdido un poco de arena, por lo que al final no se tendrá completamente los 90 ml iniciales. Trate de evitar la pérdida de arena vaciando los tamices completamente y golpeando muy suavemente el cilindro después de vaciar cada tamiz, para ayudar a que la arena se asiente.
8. Calcule el **porcentaje de arena retenida en el tamiz** y el **porcentaje que pasa el tamiz** por cada tamiz, y escriba los resultados

Ejemplo de un análisis de tamizado de arena

Tamaño del tamiz	Arena acumulada retenida en el tamiz – leída del cilindro graduado (A)	Porcentaje retenido en el tamiz ($C=A/B*100$)	Porcentaje que pasa a través del tamiz ($100-C$)
#24	0 ml	0 %	100 %
#40	17.1 ml	18.0 %	82.0 %
#60	72.9 ml	76.7 %	23.3 %
#80	87.8 ml	92.4 %	7.6 %
#150	94.6 ml	99.6 %	0.4 %
Bandeja cap.	95 ml (B)	100 %	0 %

9. Marque el valor del **porcentaje que pasa a través del tamiz** en el papel del gráfico por cada tamiz de diferente tamaño, y luego dibuje una línea uniendo los 5 puntos, tal y como se muestra en la Hoja de Trabajo de Muestra (la línea empieza en el tamiz #24 y termina en el tamiz #150).

10. Determine el **Tamaño Efectivo**, el cual se define como la abertura que deja pasar sólo el 10% de la arena (valor **d10**). Lea este valor en el gráfico en donde la línea cruza la línea de “pasa a través del tamiz” al 10%.

El rango de ES recomendado es de 0.15 a 20.00 (que son los que se necesitan para lograr una velocidad de flujo de 0.4 litros/minuto en el filtro de bioarena; este rango también se recomienda para filtros de arena lentos).

11. Determine el **Coeficiente de Uniformidad**, el cual se define como una relación y se calcula como la abertura que pasa el 60% de la arena (valor **d60**) dividido por la abertura que pasa el 10% de la muestra de arena (valor **d10**). El coeficiente de uniformidad es una medida que ayuda a determinar cuán buena o mala es la arena.

El rango de UC recomendado es de 1.5 a 2.5 (que son los que se necesitan para lograr una velocidad de flujo de 0.4 litros/minuto en el filtro de bioarena; este rango también se recomienda para filtros de arena lentos).

12. Determinar el **porcentaje que pasa el tamiz #150**. Este porcentaje mide la arena muy fina (también llamada harina de roca) que puede tapar o bloquear la arena de filtración y hacer que salga agua turbia del filtro de bioarena. CAWST recomienda lavar la arena lo suficientemente bien como para que **no más del 4%** de la arena pase a través del tamiz #150.

El valor recomendado para la arena que pasa el tamiz #150 es de <4%.

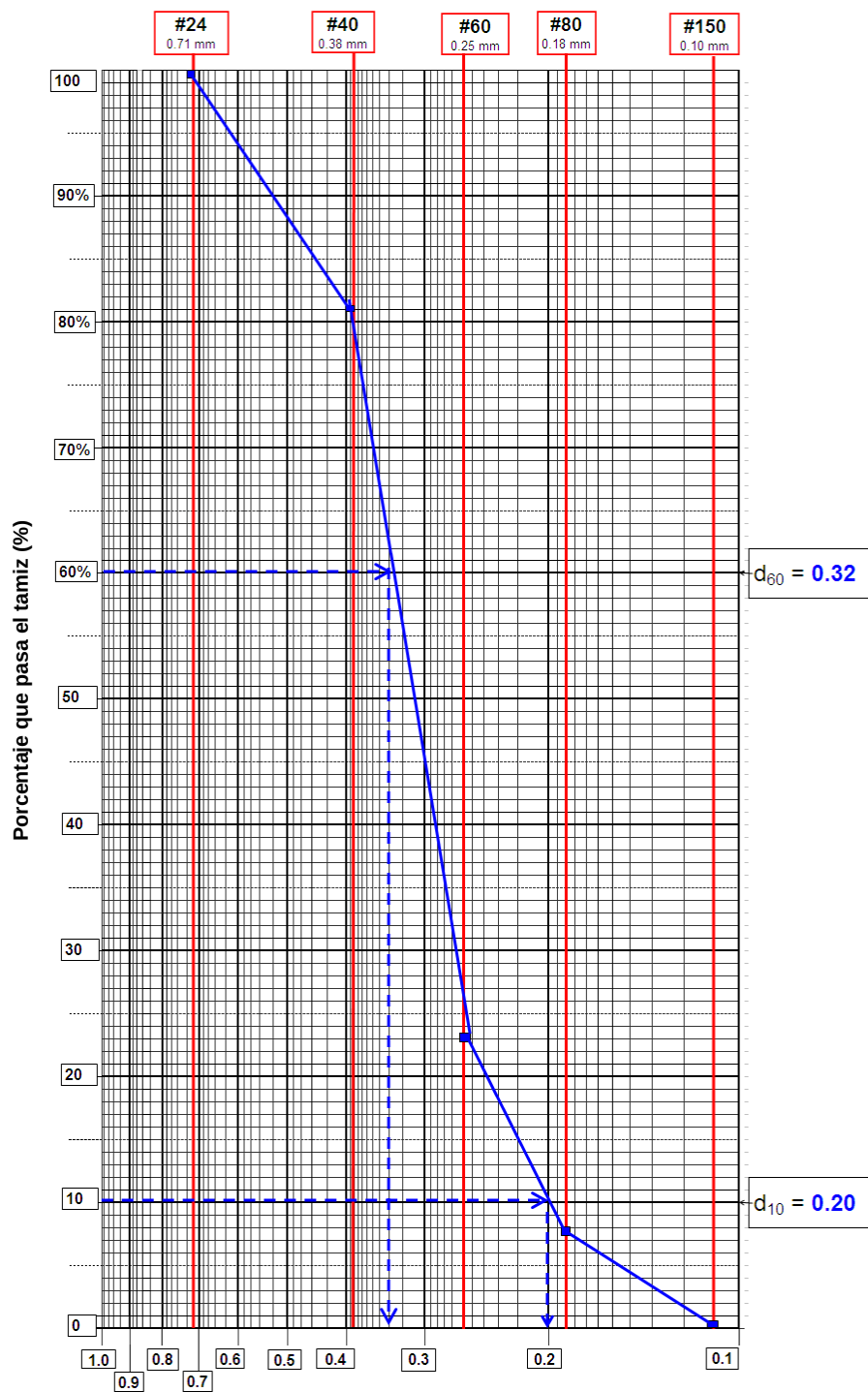
Instrucciones para determinar el porcentaje rechazado

Para determinar qué porcentaje de una fuente de arena es muy grande como para utilizarlo como arena de filtración:

1. Coloque solamente el tamiz #24 sobre la bandeja de captación. Tome una muestra de arena seca.
2. Llene el cilindro graduado con 100 ml de la muestra de arena seca.
3. Vacíe los 100 ml de la muestra del cilindro graduado en el tamiz (#24) y coloque la tapa sobre el mismo.
4. Agite el tamiz #24, incluyendo la bandeja de captación y la tapa, por unos 20 segundos. Agite en ambas direcciones y de arriba abajo, para asegurar que la arena caiga a través del tamiz.
5. Saque la tapa y vacíe la arena del tamiz #24 en el cilindro graduado. Use un pedazo de papel a manera de embudo para que sea más fácil vaciar la arena en el cilindro. Lea la cantidad de arena que hay en el cilindro graduado. Este valor es el **porcentaje rechazado – arena muy gruesa**.
6. Vacíe el cilindro graduado y luego coloque en él la arena de la bandeja de captación. Lea la cantidad de arena que hay en el cilindro graduado. Ésta es la arena que quedará después de tamizarla con la malla #24. Cabe resaltar que es posible que esta arena tenga una buena cantidad de arena muy fina. Para determinar la cantidad de arena muy fina, siga las instrucciones anteriores, pero esta vez utilice los 5 tamices para determinar el porcentaje de arena que pasa a través del tamiz #150, que será aproximadamente el **porcentaje rechazado – arena muy fina** que necesitará sacarse del resto de la arena mediante lavado.

Ejemplo de un análisis de tamizado de arena

Descripción de la muestra: Muestra 11B – arena de Sarcee – Cantera Sur – 14jul09, D. Baker				
Tamaño del tamiz de arena	Arena acumulada retenida en el tamiz, ml (A)	Porcentaje retenido en el tamiz, % (C-A/B*100)	Porcentaje que pasa el tamiz, % (100-C)	Tamaño efectivo (mm)
#24	0.0	0.0%	100.0%	$d_{10} = 0.20$ Recomendado: 0.15 a 0.20 mm
#40	17.1	18.0%	82.0%	Coeficiente de uniformidad $d_{60}/d_{10} = 0.32/0.20$ 1.6 Recomendado: 1.5 a 2.5
#60	72.9	76.7%	23.3%	
#80	87.8	92.4%	7.6%	Porcentaje de arena muy fina % que pasa #150 0.4% Recomendado: menos de 4%
#150	94.6	99.6%	0.4%	
Bandeja	95.0 (B)	100.0%	0.0%	



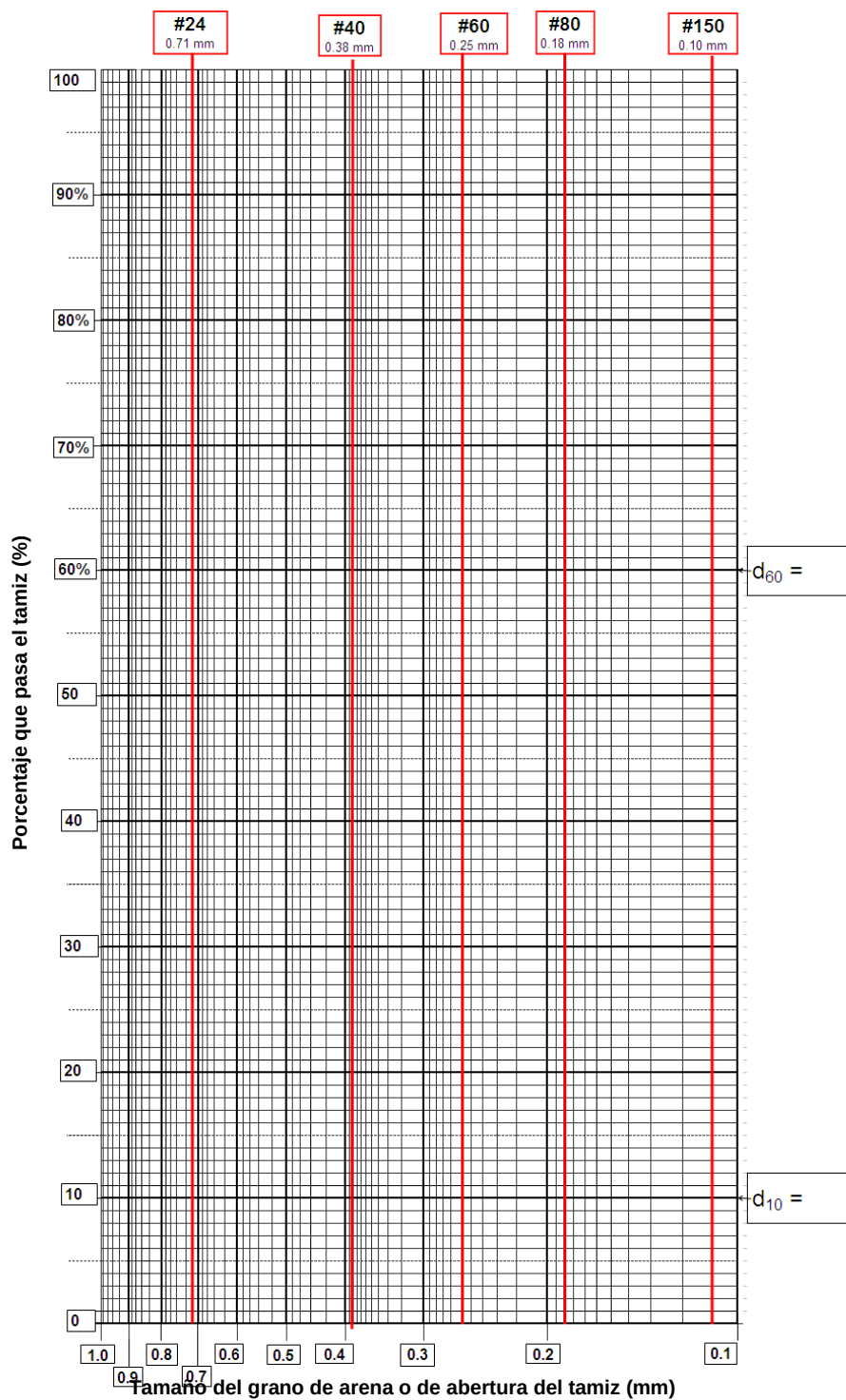
Análisis de tamizado de arena

Descripción de la muestra			
Tamaño del tamiz de arena	Arena acumulada retenida en el tamiz, ml (A)	Porcentaje retenido en el tamiz, % (C-A/B*100)	Porcentaje que pasa el tamiz, % (100-C)
#24			
#40			
#60			
#80			
#150			
Bandeja			

Tamaño efectivo (mm)
 $d_{10} =$ Recomendado: 0.15 a 0.20 mm

Coefficiente de uniformidad
 $d_{60}/d_{10} = 0.32/0.20$ Recomendado: 1.5 a 2.5

Porcentaje de arena muy fina
 % que pasa #150 Recomendado: menos de 4%



Anexo 4: Formularios de Monitoreo de Fabricación e Instalación

Manual para el Filtro de Bioarena

Filtro de Bioarena

Lista de Revisión de la Fabricación

Construcción de la caja del filtro de concreto

- ☐ El molde de acero utilizado estaba en buenas condiciones.
- ☐ El filtro se ha construido con cemento de buena calidad, con un contenido de arena y grava con una proporción de:
1 parte de cemento : 2 partes de arena (1 mm) : 1 parte de grava (6 mm) : 1 parte de grava (12 mm)
- ☐ El cuerpo del filtro se ha llenado con agua y curado por 5 a 7 días.
- ☐ No hay filtraciones ni fisuras en la caja del filtro de concreto.
- ☐ El tubo de salida no está bloqueado.
- ☐ El nivel del agua en el filtro está más abajo que el difusor.
- ☐ El filtro está marcado con un número o código de identificación.

Difusor y tapa

- ☐ El filtro tiene una tapa que cubre la totalidad del reservorio.
- ☐ La placa difusora encaja perfectamente, sin dejar vacíos en los bordes por donde podría pasar el agua.
- ☐ Los orificios de la placa difusora son iguales o menores a 3 mm (1/8").

Control de calidad de la arena de filtración

- ☐ Los tamices de arena están en buenas condiciones, sin orificios o rasgaduras en la malla.
- ☐ La arena preparada está limpia (no contiene ningún material orgánico visible).
- ☐ La arena preparada está almacenada adecuadamente para evitar su contaminación.

Mantenimiento de registros

- ☐ Se tiene registrada la fecha de construcción, los materiales utilizados y los detalles respecto a las unidades producidas.
- ☐ Se tiene registros de filtros fracturados, rotos o inservibles.

Notas/Comentarios:

Filtro de Bioarena

Lista de Revisión de la Fabricación – Guía de Referencia

Calidad de la construcción

1. El molde debe estar limpio y sin defectos. Si se encontrara algún defecto, el molde deberá repararse.
2. Las proporciones de mezcla de concreto deben ser las mismas para todos los filtros. La mezcla es por volumen, no por peso.
3. Todos los filtros deben llenarse con agua después de haberse desmoldado, y luego deberán dejarse secar por un mínimo de 5 a 7 días antes de revisarlos y distribuirlos.
4. Con el filtro lleno de agua, verifique que no haya ninguna filtración. Si encontrara alguna, deberá repararla. Si las fisuras son demasiado grandes, el filtro no deberá ser aceptado.
5. Llene los filtros con agua hasta arriba (sin colocar arena en el filtro) y mida el índice de flujo. Debe tomar menos de un minuto llenar un contenedor de 1 litro de agua. Si llenar el contenedor tomar más de un minuto, es posible que el tubo esté bloqueado con concreto u otro desperdicio y, de ser el caso, deberá limpiarlo antes de instalar el filtro.
6. Espere a que el agua deje de salir del tubo de salida. En ese momento, el nivel del agua dentro del filtro debe estar por debajo de la repisa de concreto en donde se coloca el difusor. Si el agua está sobre este nivel, es posible que el tubo de salida esté bloqueado o que sea demasiado corto.
7. Este número o código permitirá hacer un rastreo del filtro desde su construcción hasta su instalación y uso en la casa designada.

Difusor y tapa

8. Una tapa bien ajustada evita que el agua se contamine o que ingresen bichos indeseables.
9. Se necesita el difusor para evitar revolver la arena y proteger así la capa biológica cuando se vacíe el agua en el filtro.
10. Los orificios de la placa difusora deben ser iguales o menores a 3 mm (1/8") para evitar mover la arena y proteger así la capa biológica.

Control de calidad de la arena de filtración

La arena que se utiliza dentro del filtro es de vital importancia porque es el material que limpia el agua. Si la arena que se utiliza no es la adecuada, se necesitará buscar una nueva fuente de este material.

11. Los tamices que se utilizan para preparar la arena deben tener orificios de 0.7 mm o menos. Si la malla tiene demasiados orificios o si los alambres de la malla se están separando (dejando orificios mayores a 0.7 mm), el tamiz deberá reemplazarse.
12. La arena que contiene material orgánico (como pedacitos de hojas, raíces o troncos) no debe utilizarse ya que funcionará como fuente de alimento para los microorganismos que crecerán en el filtro. Es mejor utilizar roca triturada, ya que usualmente no contiene ningún tipo de material orgánico. Se puede utilizar arena de río, pero primero deberá limpiarse muy bien para sacar todos los materiales orgánicos que podrían existir en el material.
13. Una vez que la arena está limpia, deberá almacenarse de tal manera de que se conserve limpia. La arena puede cubrirse con una lona para evitar que entren hojas o excrementos de aves que puedan contaminarla. Del mismo modo, debe evitarse que los animales se acerquen a la arena limpia.

Mantenimiento de registros

14. Esta información es importante para asegurar que el fabricante está prestando atención al control de calidad en el proceso de construcción del filtro. También ayuda a que el gerente de proyecto entienda qué materiales se necesitan para cada filtro, para asegurarse de contar con los materiales que se necesiten en su momento.
15. Esta información permite que el gerente de proyecto identifique el porcentaje de filtros que no se aceptan y saber si es que hay algún problema de fabricación.

Filtro de Bioarena

Formulario de Monitoreo de la Fabricación

Fecha _____ Molde No. _____

Su nombre _____ Filtro No. _____

Construcción del cuerpo de concreto

1. El molde utilizado estaba en buenas condiciones..... Verdad ☐ Falso ☐
2. El filtro se ha construido con cemento de buena calidad, con un contenido de arena y grava con una proporción de
1 cemento : 2 arena : 1 grava (6 mm) : 1 grava (12 mm) Verdad ☐ Falso ☐
3. El cuerpo se ha llenado con agua y curado por 5 a 7 días Verdad ☐ Falso ☐
4. No hay filtraciones ni fisuras en el cuerpo del filtro de concreto..... Verdad ☐ Falso ☐
5. El tubo de salida no está bloqueado con desperdicios Verdad ☐ Falso ☐
6. El nivel de agua del filtro está por debajo de la placa difusora..... Verdad ☐ Falso ☐
7. El filtro está marcado con un número o código de identificación.... Verdad ☐ Falso ☐

Difusor y tapa

8. Hay una tapa que cubre toda la abertura del filtro Verdad ☐ Falso ☐
9. La placa difusora encaja perfectamente, sin dejar vacíos en los bordes por donde pueda pasar el agua..... Verdad ☐ Falso ☐
10. Los orificios de la placa difusora son iguales o menores a 3 mm (1/8") Verdad ☐ Falso ☐

Control de la calidad de la arena de filtración

11. Los tamices de arena están en buenas condiciones y tienen orificios menores a 1 mm..... Verdad ☐ Falso ☐
12. La arena preparada está limpia (no contiene ningún material orgánico visible) Verdad ☐ Falso ☐
13. La arena preparada está almacenada adecuadamente para evitar su contaminación..... Verdad ☐ Falso ☐

Mantenimiento de registros

14. Se tiene registrada la fecha de construcción, los materiales utilizados y los detalles respecto a las unidades producidas Verdad ☐ Falso ☐
15. Se tiene registros de filtros fracturados, rotos o inservibles Verdad ☐ Falso ☐

TODOS LOS PUNTOS EN LOS QUE SE HAYA MARCADO "FALSO" DEBERÁN RECTIFICARSE.

Notas/Comentarios:

Filtro de Bioarena

Formulario de Monitoreo de la Fabricación – Guía de Referencia

Calidad de la construcción

1. El molde debe estar limpio y sin defectos. Si se encontrara algún defecto, el molde deberá repararse.
2. Las proporciones de mezcla de concreto deben ser las mismas para todos los filtros. La mezcla es por volumen, no por peso.
3. Todos los filtros deben llenarse con agua después de haberse desmoldado, y luego deberán dejarse secar por un mínimo de 5 a 7 días antes de revisarlos y distribuirlos.
4. Con el filtro lleno de agua, verifique que no haya ninguna filtración. Si encontrara alguna, deberá repararla. Si las fisuras son demasiado grandes, el filtro no deberá ser aceptado.
5. Llene los filtros con agua hasta arriba (sin colocar arena en el filtro) y mida el índice de flujo. Debe tomar menos de un minuto llenar un contenedor de 1 litro de agua. Si llenar el contenedor tomar más de un minuto, es posible que el tubo esté bloqueado con concreto u otro desperdicio y, de ser el caso, deberá limpiarlo antes de instalar el filtro.
6. Espere a que el agua deje de salir del tubo de salida. En ese momento, el nivel del agua dentro del filtro debe estar por debajo de la repisa de concreto en donde se coloca el difusor. Si el agua está sobre este nivel, es posible que el tubo de salida esté bloqueado o que sea demasiado corto.
7. Este número o código permitirá hacer un rastreo del filtro desde su construcción hasta su instalación y uso en la casa designada.

Placa difusora y tapa

8. Una tapa bien ajustada evita que el agua se contamine o que ingresen plagas indeseables.
9. Se necesita el difusor para evitar revolver la arena y proteger así la capa biológica cuando se vacíe el agua en el filtro.
10. Los orificios de la placa difusora deben ser iguales o menores a 3 mm (1/8") para evitar mover la arena y proteger así la capa biológica.

Control de calidad del ambiente de arena

La arena que se utiliza dentro del filtro es de vital importancia porque es el material que limpia el agua. Si la arena que se utiliza no es la adecuada, se necesitará buscar una nueva fuente de este material.

11. Los tamices que se utilizan para preparar la arena deben tener orificios de 0.7 mm o menos. Si la malla tiene demasiados orificios o si los alambres de la malla se están separando (dejando orificios mayores a 0.7 mm), el tamiz deberá reemplazarse.
12. La arena que contiene material orgánico (como pedacitos de hojas, raíces o troncos) no debe utilizarse ya que funcionará como fuente de alimento para los microorganismos que crecerán en el filtro. Es mejor utilizar roca triturada, ya que usualmente no contiene ningún tipo de material orgánico. Se puede utilizar arena de río, pero primero deberá limpiarse muy bien para sacar todos los materiales orgánicos que podrían existir en el material.
13. Una vez que la arena está limpia, deberá almacenarse de tal manera de que se conserve limpia. La arena puede cubrirse con una lona para evitar que entren hojas o excrementos de aves que puedan contaminarla. Del mismo modo, debe evitarse que los animales se acerquen a la arena limpia.

Mantenimiento de registros

14. Esta información es importante para asegurar que el fabricante está prestando atención al control de calidad en el proceso de construcción del filtro. También ayuda a que el gerente de proyecto entienda qué materiales se necesitan para cada filtro, para asegurarse de contar con los materiales que se necesiten en su momento.
15. Esta información permite que el gerente de proyecto identifique el porcentaje de filtros que no se aceptan y saber si es que hay algún problema de fabricación.

[illegible]

Filtro de Bioarena

Lista de revisión de la instalación

Calidad de la construcción

- ☐ El cuerpo del filtro de concreto no tiene fisuras.
- ☐ La tapa no está dañada y cubre la totalidad de la abertura del filtro.
- ☐ La placa difusora no está dañada y encaja perfectamente en el filtro, sin dejar espacios en los bordes que podrían dejar pasar el agua.

Instalación adecuada

- ☐ El filtro está nivelado.
- ☐ El filtro está ubicado en un lugar adecuado, alejado de la intemperie y de los animales.
- ☐ La arena y la grava se colocaron añadiéndolas al agua del filtro.
- ☐ La superficie de la arena del filtro está plana y nivelada.
- ☐ La profundidad del agua arriba de la arena es de 5 cm.
- ☐ La velocidad de flujo del filtro es menor a 0.4 litros/minuto.
- ☐ El usuario ha recibido un contenedor para guardar el agua de manera segura.

Capacitación y entrenamiento al usuario

- ☐ Se le explicó al usuario cómo utilizar y mantener el filtro.
- ☐ Se le demostró al usuario cómo funciona el proceso de mantenimiento de “revolver y botar”.
- ☐ El usuario ha recibido un póster/panfleto/calcomanía de instrucciones.

Recepción del pago

- ☐ Se ha recibido el pago del usuario y se le ha entregado el recibo correspondiente.

Mantenimiento de registros

- ☐ Se tiene registrados los nombres de las personas que recibieron el filtro, así como la fecha de entrega.
- ☐ Se tiene registrado los pagos realizados por los usuarios.

Notas/comentarios:

Filtro de Bioarena

Lista de revisión de la instalación – Guía de Referencia

Calidad de la construcción

1. Si el filtro tiene alguna filtración, notifique al fabricante para que lo pueda reparar.
2. Si la tapa está dañada o no encaja bien, utilice otra tapa y notifique al fabricante.
3. Si el difusor está dañado o no encaja bien, utilice otro difusor y notifique al fabricante.

Instalación adecuada

4. Si el filtro no está nivelado, hágalo nivelar antes de seguir avanzando con el proceso.
5. El filtro debe estar dentro de la casa o al menos bajo techo. Si necesita mover el filtro, el fabricante tendrá que volver a instalarlo.
6. Si se coloca la arena antes de colocar el agua, se formarán burbujas de aire en el filtro. Si esto sucediera, el filtro deberá volver a instalarse.
7. Es de vital importancia que la superficie de la arena está nivelada después de la instalación. Si la arena no está plana y nivelada, la capa biológica no podrá crecer de manera pareja.
8. La profundidad del agua debe ser de 5 cm sobre la arena. Si la profundidad es mayor a 5 cm, añada más arena. Si la profundidad es menor a 3 cm, saque un poco de arena.
9. Con el filtro completamente lleno de agua, el índice de flujo debe ser menor a 0.6 L/minuto (lo cual significa que debe tomar 100 segundos en llenar una botella de 1 litro).

NOTA: Éste es un máximo absoluto; el índice de flujo objetivo es de 0.4 L/minuto (lo cual significa que debe tomar 150 segundos en llenar una botella de 1 litro).

- Si la velocidad de flujo es más rápida, significa que el filtro no está funcionando adecuadamente. Si este fuera el caso, el filtro deberá volver a instalarse, para lo que deberá notificar al fabricante.
- Si la velocidad de flujo es más lenta, significa que el filtro todavía está funcionando bien. No obstante, si piensa que la velocidad de flujo es demasiado lenta y ya resulta inconveniente, deberá proceder a aplicar el mantenimiento del tipo "revolver y botar". El filtro deberá volver a instalarse, por lo que deberá notificar al fabricante.

10. Cada usuario debe recibir un contenedor de almacenamiento seguro para asegurarse que el agua filtrada no se vuelva a contaminar. Se debe evitar que el contenedor de almacenamiento haga contacto con las manos de las personas, tazas o pañales. El contenedor debe ser fácil de limpiar.

Capacitación y entrenamiento al usuario

11. El usuario debe recibir una explicación completa acerca de cómo utilizar y mantener el filtro, debiendo al final tener la capacidad de repetir esta información a la persona que está instalando el filtro.
12. El procedimiento deberá ser demostrado al usuario y, cuando sea posible, puesto en práctica por el mismo.
13. Toda información impresa que se tenga disponible deberá dejarse en manos del usuario para que le ayude a recordar las partes más importantes de la capacitación referentes al uso y mantenimiento del filtro.

Recepción del pago

14. El usuario deberá recibir un recibo por el pago del filtro. De esta manera, se evita la pérdida de dinero y futuras discusiones.

Mantenimiento de registros

15. Permite rastrear cada filtro y puede ayudar a resolver cualquier problema que pudiera presentarse con el filtro en el futuro.
16. Permite rastrear el dinero recibido, evitando su pérdida.

Filtro de Bioarena

Formulario de monitoreo de la instalación

Fecha _____ Lugar _____

Su nombre _____ Nombre del hogar _____

Calidad de la construcción

1. El cuerpo del filtro de concreto no tiene fisuras Verdad ☐ Falso ☐
2. La tapa no está dañada y cubre la totalidad de la abertura del filtro..... Verdad ☐ Falso ☐
3. La placa difusora no está dañada y encaja perfectamente en el filtro, sin dejar espacios en los bordes que podrían dejar pasar el agua..... Verdad ☐ Falso ☐

Instalación adecuada

4. El filtro está nivelado..... Verdad ☐ Falso ☐
5. El filtro está ubicado en un lugar adecuado, alejado de la intemperie y de los animales... Verdad ☐ Falso ☐
6. La arena y la grava se colocaron añadiéndolas al agua del filtro Verdad ☐ Falso ☐
7. La superficie de la arena del filtro está plana y nivelada Verdad ☐ Falso ☐
8. La profundidad del agua arriba de la arena es de 5 cm Verdad ☐ Falso ☐
9. La velocidad de flujo del filtro es menor a 0.4 litros/minuto Verdad ☐ Falso ☐
10. El usuario ha recibido un contenedor para guardar el agua de manera segura..... Verdad ☐ Falso ☐

Capacitación y entrenamiento al usuario

11. Se le explicó al usuario cómo utilizar y mantener el filtro Verdad ☐ Falso ☐
12. Se le demostró al usuario cómo funciona el proceso de mantenimiento de “revolver y botar”..... Verdad ☐ Falso ☐
13. El usuario ha recibido un póster/panfleto/calcomanía de instrucciones..... Verdad ☐ Falso ☐

Recepción del pago

14. Se ha recibido el pago del usuario y se le ha entregado el recibo correspondiente..... Verdad ☐ Falso ☐

Mantenimiento de registros

15. Se tienen registrados los nombres de las personas que recibieron el filtro, así como la fecha de entrega Verdad ☐ Falso ☐
16. Se tienen registrados los pagos realizados por los usuarios..... Verdad ☐ Falso ☐

TODOS LOS PUNTOS DEBEN ESTAR MARCADOS CON “VERDAD” ANTES DE TERMINAR LA INSTALACIÓN.

Notas/Comentarios:

Filtro de Bioarena

Formulario de monitoreo de la instalación – Guía de referencia

Calidad de la construcción

1. Si el filtro tiene alguna filtración, notifique al fabricante para que lo pueda reparar.
2. Si la tapa está dañada o no encaja bien, utilice otra tapa y notifique al fabricante.
3. Si el difusor está dañado o no encaja bien, utilice otro difusor y notifique al fabricante.

Instalación adecuada

4. Si el filtro no está nivelado, hágalo nivelar antes de seguir avanzando con el proceso.
5. El filtro debe estar dentro de la casa o al menos bajo techo. Si necesita mover el filtro, el fabricante tendrá que volver a instalarlo.
6. Si se coloca la arena antes de colocar el agua, se formarán burbujas de aire en el filtro. Si esto sucediera, el filtro deberá volver a instalarse.
7. Es de vital importancia que la superficie de la arena está nivelada después de la instalación. Si la arena no está plana y nivelada, la capa biológica no podrá crecer de manera pareja.
8. La profundidad del agua debe ser de 5 cm sobre la arena. Si la profundidad es mayor a 5 cm, añada más arena. Si la profundidad es menor a 3 cm, saque un poco de arena.
9. Con el filtro completamente lleno de agua, el índice de flujo debe ser menor a 0.4 litros/minuto. Si la velocidad de flujo es más rápida, significa que el filtro no está funcionando adecuadamente. Si este fuera el caso, el filtro deberá volver a instalarse, para lo que deberá notificar al fabricante. Si la velocidad de flujo es más lenta, significa que el filtro todavía está funcionando bien. No obstante, si piensa que la velocidad de flujo es demasiado lenta y ya resulta inconveniente, deberá proceder a aplicar el mantenimiento del tipo “revolver y botar”. El filtro deberá volver a instalarse, por lo que deberá notificar al fabricante.
10. Cada usuario debe recibir un contenedor de almacenamiento seguro para asegurarse que el agua filtrada no se vuelva a contaminar. Se debe evitar que el contenedor de almacenamiento haga contacto con las manos de las personas, tazas o pañales. El contenedor debe ser fácil de limpiar.

Capacitación y entrenamiento al usuario

11. El usuario debe recibir una explicación completa acerca de cómo utilizar y mantener el filtro, debiendo al final tener la capacidad de repetir esta información a la persona que está instalando el filtro.
12. El procedimiento deberá ser demostrado al usuario y, cuando sea posible, puesto en práctica por el mismo.
13. Toda información impresa que se tenga disponible deberá dejarse en manos del usuario para que le ayude a recordar las partes más importantes de la capacitación referentes al uso y mantenimiento del filtro.

Recepción del pago

14. El usuario deberá recibir un recibo por el pago del filtro. De esta manera, se evita la pérdida de dinero y futuras discusiones.

Mantenimiento de registros

15. Permite rastrear cada filtro y puede ayudar a resolver cualquier problema que pudiera presentarse con el filtro en el futuro.
16. Permite rastrear el dinero recibido, evitando su pérdida.

[illegible]

Manual para el Filtro de Bioarena

Anexo 5: Formularios de Monitoreo de Visitas de Seguimiento

Manual para el Filtro de Bioarena

Filtro de Bioarena

Lista de Revisión para la Visita de Seguimiento

Calidad de la construcción

- ☐ El cuerpo del filtro de concreto no tiene filtraciones.
- ☐ Hay una tapa que cubre toda la abertura del filtro.
- ☐ Hay una placa difusora original sin fisuras o daños.

Instalación adecuada

- ☐ El filtro está ubicado en un lugar adecuado, alejado de la intemperie y los animales.
- ☐ La superficie de la arena está plana y nivelada.
- ☐ La profundidad del agua sobre la arena es de 4 a 6 cm.
- ☐ La velocidad de flujo del filtro es menor a 0.4 litros/minuto.
- ☐ El agua no tiene mal olor o mal sabor.

Uso adecuado

- ☐ No hay ninguna válvula o tubo colocado en la salida del filtro.
- ☐ El pico de la salida del filtro está limpio.
- ☐ El filtro se está utilizando cada uno o dos días.

Buen almacenamiento del agua

- ☐ El contenedor de almacenamiento de agua tratada tiene su propia tapa.
- ☐ El contenedor de almacenamiento tiene una abertura/caño o grifo angosto para sacar agua.
- ☐ El contenedor de almacenamiento se ve limpio (sin suciedad o musgo)
- ☐ El usuario tiene diferentes contenedores para recolectar y almacenar agua.

Mantenimiento de registros

- ☐ Se tiene registrado el nombre de la casa visitada, así como problemas encontrados y comentarios realizados.
- ☐ Los problemas que se encontraron y que necesitan tomar acciones futuras se ingresaron en el libro de problemas.

Filtro de Bioarena

Lista de Revisión para la Visita de Seguimiento

Guía de Referencia

Calidad de la construcción

1. Si el filtro tiene alguna filtración, notifique al fabricante para que lo pueda reparar.
2. Si el filtro no tiene tapa o si está dañada, el usuario o el fabricante pueden reemplazarla.
3. Si el difusor está dañado, notifique al fabricante para que pueda reemplazarlo.

Instalación adecuada

4. El filtro tiene que estar dentro de la casa o al menos bajo techo. Si se hace necesario mover el filtro, el fabricante tendrá que volverlo a instalar.
5. Si la arena no está nivelada ni plana, es posible que la placa del difusor no esté funcionando. Si pareciera que la arena se hubiera alejado de las paredes de concreto, es posible que el agua esté corriendo alrededor de los bordes de la placa difusora y, de ser el caso, la placa difusora deberá reemplazarse.
6. El agua debe tener una profundidad de 5 cm sobre la arena. Si la profundidad es menor de 4 cm o mayor de 6 cm, notifique al fabricante para que pueda repararla.
7. Con el filtro completamente lleno de agua, la velocidad de flujo debe ser menor a 0.4 litros/minuto. Si la velocidad de flujo es mayor, significa que el filtro no está funcionando adecuadamente. Si éste es el caso, notifique al fabricante para que pueda reparar el filtro. Si la velocidad del filtro es menor 0.4 litros/minuto, el filtro todavía está funcionando bien. Sin embargo, si el usuario piensa que la velocidad de flujo es demasiado lenta y le resulta inconveniente, se puede hacer el mantenimiento de revolver y botar para aumentar la velocidad del flujo. Este tipo de mantenimiento lo puede hacer el mismo usuario. Si el usuario no se acuerda cómo hacerlo, notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios para que les recuerde este proceso de mantenimiento.
8. Si el agua tratada tiene mal olor o mal sabor, es posible que el filtro no esté funcionando bien. Si éste fuera el caso, notifique al fabricante.

Uso adecuado

9. Toda válvula o tubo que se encuentre en el tubo de salida debe sacarse, sino el filtro no funcionará adecuadamente.
10. El tubo de salida no debe tener nada de suciedad o musgo acumulado, y debe limpiarse con regularidad. Si el tubo de salida estuviera sucio, adviértale al usuario que el filtro necesita limpiarse con regularidad.
11. Para que funcione adecuadamente, el filtro debe utilizarse cada uno o dos días. Si notara que el filtro no se está utilizando con regularidad, dígame al usuario que necesita utilizar el filtro cada día o dos, y notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios para que pueda realizar una visita de seguimiento.

Buen almacenamiento del agua

12. El contenedor de almacenamiento debe estar cerrado para evitar que haya contacto entre el agua y las manos, tazas o pañales. Si se está utilizando un contenedor de almacenamiento inadecuado (como por ejemplo un balde sin tapa), notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios.
13. Debe haberse implementado una manera fácil de sacar el agua del contenedor sin derramarla. Si se está utilizando un contenedor de almacenamiento inadecuado (como por ejemplo un balde sin tapa), notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios.
14. El contenedor de almacenamiento no debe estar sucio ni tener musgo formado en él. Si notara que el contenedor de almacenamiento no está limpio, deberá indicarle al usuario que necesita mantener el contenedor limpio.
15. El usuario debe utilizar diferentes contenedores para recolectar y almacenar agua, de tal manera que no contaminen el agua tratada. Si los usuarios no están utilizando diferentes contenedores, indíqueles que deben utilizar contenedores diferentes y notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios.

Mantenimiento de registros

16. Esos registros servirán para dar información valiosa para visitas que se hagan en el futuro, así como para ayudar a resolver cualquier problema que se pudiera haber encontrado.
17. El libro de problemas ayudará a que el gerente de proyecto se asegure de que todos los problemas se han resuelto.

Filtro de Bioarena

Formulario de monitoreo para la visita de seguimiento

Fecha _____ Lugar _____
Su nombre _____ Nombre de la casa _____

Calidad de la construcción

1. El cuerpo del filtro de concreto no tiene filtraciones
2. Hay una tapa que cubre toda la abertura del filtro
3. Hay una placa difusora original sin fisuras o daños

Instalación adecuada

4. El filtro está ubicado en un lugar adecuado, alejado de la intemperie y los animales.
5. La superficie de la arena está plana y nivelada
6. La profundidad del agua sobre la arena es de 4 a 6 cm
7. La velocidad de flujo del filtro es menor a 0.4 litros/minuto
8. El agua no tiene mal olor o mal sabor

Uso adecuado

10. No hay ninguna válvula o tubo colocado en la salida del filtro
11. El pico de la salida del filtro está limpio
12. El filtro se está utilizando cada uno o dos días

Buen almacenamiento del agua

13. El contenedor de almacenamiento de agua tratada tiene su propia tapa
14. El contenedor de almacenamiento tiene una abertura/caño o grifo angosto para sacar agua
15. El contenedor de almacenamiento se ve limpio (sin suciedad o musgo)
16. El usuario tiene diferentes contenedores para recolectar y almacenar agua

Mantenimiento de registros

17. Se tiene registrado el nombre de la casa visitada, así como problemas encontrados y comentarios realizados
18. Los problemas que se encontraron y que necesitan tomar acciones futuras se ingresaron en el libro de problemas

Notas/Comentarios

Filtro de Bioarena

Formulario de Monitoreo de la Visita de Seguimiento

Guía de Referencia

Calidad de la construcción

1. Si el filtro tiene alguna filtración, notifique al fabricante para que lo pueda reparar.
2. Si el filtro no tiene tapa o si está dañada, el usuario o el fabricante pueden reemplazarla.
3. Si el difusor está dañado, notifique al fabricante para que pueda reemplazarlo.

Instalación adecuada

4. El filtro tiene que estar dentro de la casa o al menos bajo techo. Si se hace necesario mover el filtro, el fabricante tendrá que volverlo a instalar.
5. Si la arena no está nivelada ni plana, es posible que la placa del difusor no esté funcionando. Si pareciera que la arena se hubiera alejado de las paredes de concreto, es posible que el agua esté corriendo alrededor de los bordes de la placa difusora y, de ser el caso, la placa difusora deberá reemplazarse.
6. El agua debe tener una profundidad de 5 cm sobre la arena. Si la profundidad es menor de 4 cm o mayor de 6 cm, notifique al fabricante para que pueda repararla.
7. Con el filtro completamente lleno de agua, la velocidad de flujo debe ser menor a 0.4 litros/minuto. Si la velocidad de flujo es mayor, significa que el filtro no está funcionando adecuadamente. Si éste fuera el caso, el filtro debe ser reinstalado, para lo que se deberá notificar al fabricante. Si la velocidad del filtro es menor 0.4 litros/minuto, el filtro todavía está funcionando bien. Sin embargo, si usted piensa que la velocidad de flujo es muy lenta y le resulta inconveniente, deberá proceder a realizar un mantenimiento de revolver y botar.
8. Si el agua tratada tiene mal olor o mal sabor, es posible que el filtro no esté funcionando bien. Si éste fuera el caso, notifique al fabricante.

Uso adecuado

9. Toda válvula o tubo que se encuentre en el tubo de salida debe sacarse, sino el filtro no funcionará adecuadamente.
10. El tubo de salida no debe tener nada de suciedad o musgo acumulado, y debe limpiarse con regularidad. Si el tubo de salida estuviera sucio, adviértale al usuario que el filtro necesita limpiarse con regularidad.
11. Para que funcione adecuadamente, el filtro debe utilizarse cada uno o dos días. Si notara que el filtro no se está utilizando con regularidad, dígame al usuario que necesita utilizar el filtro cada día o dos, y notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios para que pueda realizar una visita de seguimiento.

Buen almacenamiento del agua

12. El contenedor de almacenamiento debe estar cerrado para evitar que haya contacto entre el agua y las manos, tazas o pañales. Si se está utilizando un contenedor de almacenamiento inadecuado (como por ejemplo un balde sin tapa), notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios.
13. Debe haberse implementado una manera fácil de sacar el agua del contenedor sin derramarla. Si se está utilizando un contenedor de almacenamiento inadecuado (como por ejemplo un balde sin tapa), notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios.
14. El contenedor de almacenamiento no debe estar sucio ni tener musgo formado en él. Si notara que el contenedor de almacenamiento no está limpio, deberá indicarle al usuario que necesita mantener el contenedor limpio.
15. El usuario debe utilizar diferentes contenedores para recolectar y almacenar agua, de tal manera que no contaminen el agua tratada. Si los usuarios no están utilizando diferentes contenedores, indíqueles que deben utilizar contenedores diferentes y notifique a la persona responsable de capacitar a los usuarios.

Mantenimiento de registros

16. Esos registros servirán para dar información valiosa para visitas que se hagan en el futuro, así como para ayudar a resolver cualquier problema que se pudiera haber encontrado.
17. El libro de problemas ayudará a que el gerente de proyecto se asegure de que todos los problemas se han resuelto.

[illegible]

Manual para el Filtro de Bioarena

Anexo 6: Formularios de Costos y Precios

Manual para el Filtro de Bioarena

FORMULARIO DE COSTOS Y PRECIOS DEL FILTRO DE BIOARENA <i>Sólo para uso interno</i>				
Descripción del material	Cantidad utilizada	Precio unitario	Costo de cantidad utilizada	
Tiempo de viaje para recoger los materiales				
Materiales directos utilizados – Costo Total			→	
Costos de Labor Directa	Horas	Costo por hora	Subtotal	
Fabricación del filtro				
Instalación del filtro				
Labor directa – Costo Total			→	
Total de Costos Directos				
Gastos indirectos (%)				
Total de Costos Indirectos				
Margen de ganancia (%)				
PRECIO DEL PRODUCTO antes del envío				
Entrega en el domicilio del consumidor				
PRECIO DEL PRODUCTO FINAL INSTALADO Y ENTREGADO				

Manual para el Filtro de Bioarena

FORMULARIO DE COSTOS Y PRECIOS DEL FILTRO DE BIOARENA

Materiales utilizados	Cantidad comprada	Costo de compras	Cantidad utilizada	Costo por filtro
Total de costos de materiales utilizados:				

Costos de Labor	Costo por filtro
Total de Costos de Labor:	

Costos de Transporte	Costo por filtro
Total de Costos de Transporte	

TOTALES	
Costos directos totales (materiales, labor, transporte)	
Margen de ganancia (% de costos directos):	
Costos indirectos (% de costos directos):	

PRECIO DEL FILTRO	
--------------------------	--

Manual para el Filtro de Bioarena