



1. ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA

Elaborada por Ing. Henry Hernández

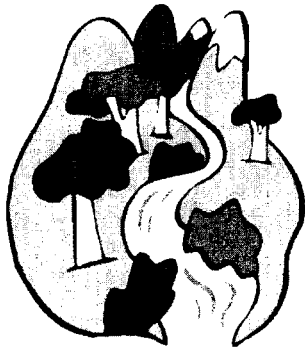
El agua



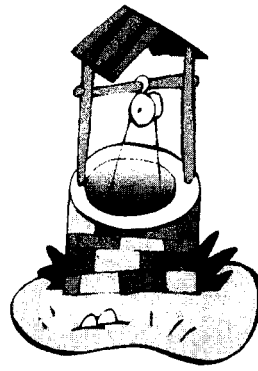
FUENTES DE ABASTECIMIENTO



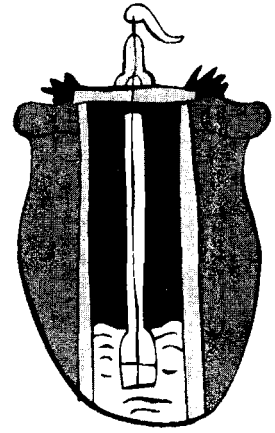
Lluvia



Manantiales



Aljibes



Pozos

agua es un elemento básico para la vida. En la naturaleza se encuentra en tres estados:

Sólido → glaciales, nieve.

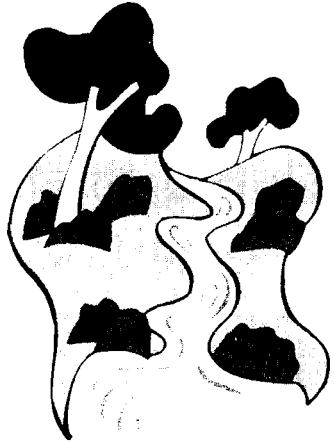
Líquido → quebradas, ríos, lagos, lagunas, pozos, etc.

Gaseoso → vapor de agua.

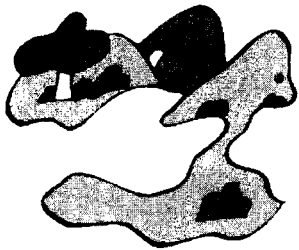
El agua para el consumo debe reunir algunas condiciones de pureza para que no cause problemas en la salud del hombre y de los animales, y para que no afecte el medio ambiente y la calidad de vida en general.

Origen del agua

Al caer el agua de lluvia, las primeras gotas arrastran partículas de polvo y gases presentes en la atmósfera, contaminando esta agua. Normalmente, después de unos minutos el agua lluvia se encuentra libre de impurezas y puede ser utilizada para las necesidades básicas. Sin embargo, en áreas donde la contaminación atmosférica (generalmente muy industrializada) presenta cierto grado de contaminación grave, el uso del agua es inconveniente.



Ríos



Lagos y lagunas



Potabilización del agua:

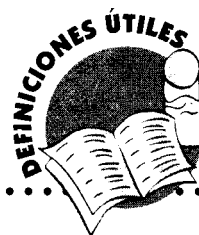
Tratamiento que se realiza al agua para eliminar sustancias inadecuadas (causantes de enfermedades), presentes en ella, garantizando agua apta para consumo.

Parte de las aguas lluvias forman los arroyos que irán a los ríos, lagos y lagunas, constituyendo las aguas superficiales.

El agua que logra infiltrarse en la tierra forma las aguas subterráneas, como los pozos y manantiales.

Al evaporarse parte de las aguas superficiales, es decir, al convertirse el agua líquida en vapor de agua por efecto de la temperatura, se forman las nubes que son enfriadas por el viento produciendo la lluvia y permitiendo así mantener continuamente las aguas naturales. Todo este proceso que ocurre en la naturaleza recibe el nombre de "ciclo hidrológico".

Las fuentes de abastecimiento de agua se pueden contaminar cuando están en contacto con basuras, excrementos humanos y de animales, plaguicidas e insecticidas y aguas negras, ocasionando enfermedades por la presencia de microorganismos patógenos u otras sustancias tóxicas.



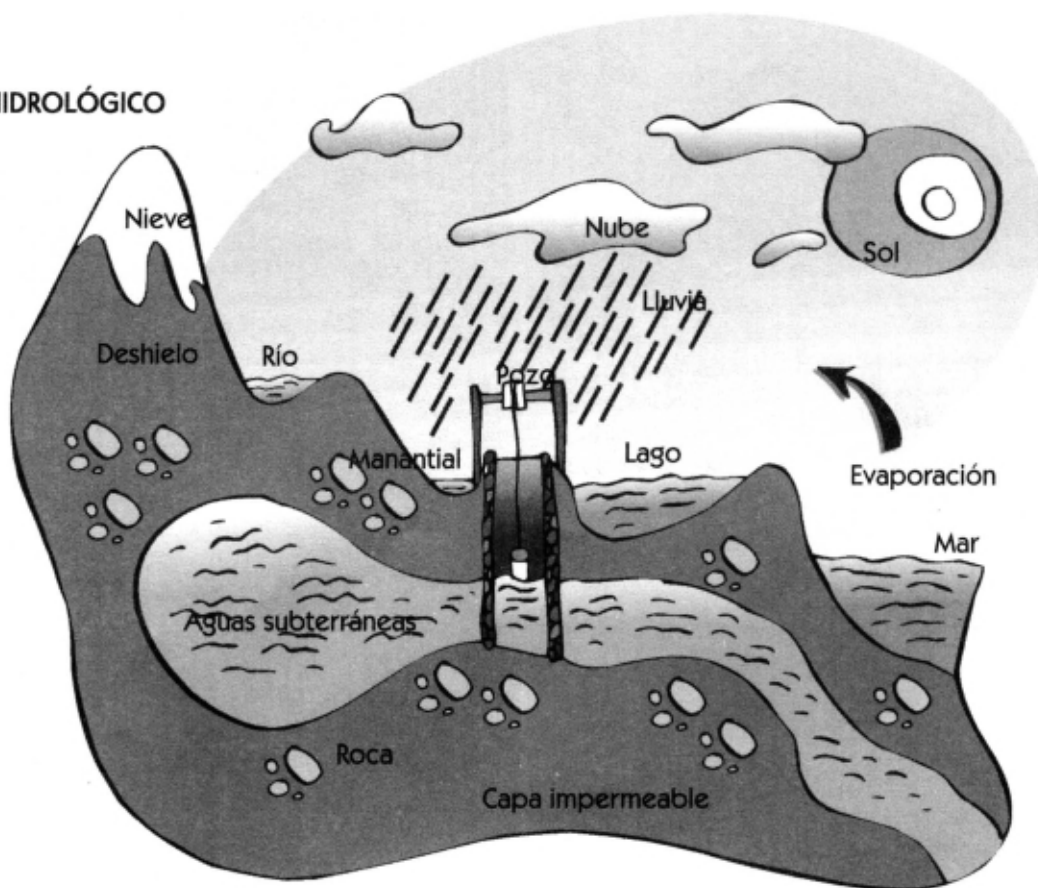
Aguas negras:

Son las aguas residuales domésticas e industriales que contienen residuos de la actividad del hombre.

Patógeno:

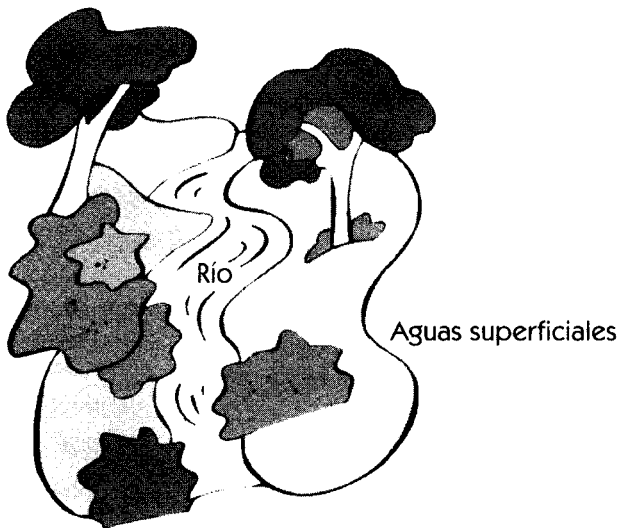
Se refiere a aquello que produce enfermedad.

CICLO HIDROLÓGICO

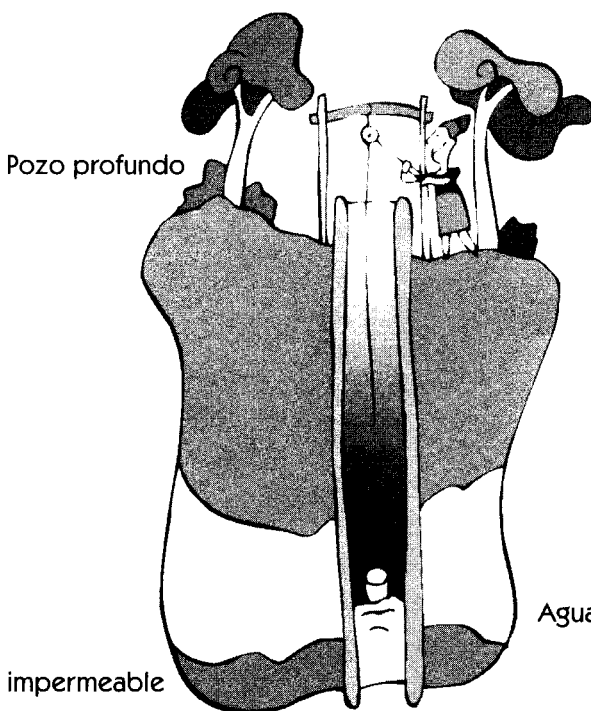




Aguas lluvias



Aguas superficiales



Aguas subterráneas

Capa impermeable

FUENTES DE AGUA DISPONIBLES EN LA NATURALEZA

1. Aguas lluvias
2. Aguas superficiales
3. Aguas subterráneas

Aguas lluvias:

Ya que estas aguas no constituyen fuente de abastecimiento constante, se recomienda recolectarlas en los techos de las viviendas y conducir las por medio de canaletas a tanques de almacenamiento.

Como medida de precaución, las primeras aguas lluvias deben ser eliminadas ya que han lavado la atmósfera y los techos de las casas, arrastrando polvo, tierra, excrementos de pájaros y otras impurezas que no las hacen seguras para el consumo humano.

Aguas superficiales:

Están sujetas a contaminación por parte del hombre y sus actividades diarias. Estas aguas se deben proteger para evitar que sean un medio de transporte de agentes causantes de enfermedades.

Para su utilización será necesario tratarlas.

Aguas subterráneas:

Son las aguas que se filtran en el terreno. Generalmente su calidad es mejor que la de las superficiales, ya que el agua al ir pasando por las diferentes capas de la tierra se va filtrando, haciéndose más pura y libre de materia orgánica y bacterias.

Agua para consumo humano



El agua para bebida debe estar libre de organismos patógenos, concentraciones químicas, impurezas y de cualquier tipo de contaminación que cause problemas para la salud humana. Por esta razón es indispensable asegurarse de la buena calidad del agua, factor determinante del estado de salud de una comunidad.

Cuando el agua se encuentra contaminada, se recomienda realizar algún tipo de tratamiento mediante un proceso que la transforme en agua segura para bebida y otros usos.

Características del agua

La calidad del agua se mide en términos de sus características físicas, químicas y biológicas.

Características físicas: Hacen referencia al olor, sabor, color y turbiedad.

Características químicas: Hacen relación al contenido de minerales como el hierro y el manganeso, y a otras sustancias que son fácilmente identificables por su efecto sobre la ropa, ya que generalmente la mancha impide la disolución del jabón, como en el caso de alta presencia de carbonatos de calcio.

Características biológicas: El término biológico hace referencia a la presencia de organismos patógenos, como huevos, quistes, bacterias y virus, que se encuentran presentes en las excretas humanas, en las basuras, en las aguas estancadas y en suelos contaminados con excrementos del hombre y los animales.



Aunque el agua se vea limpia, es necesario realizar un tratamiento que elimine los organismos patógenos, que no se ven a simple vista y que pueden causar enfermedades a las personas que consuman agua sin tratar.

Enfermedades de origen hídrico

Las enfermedades que se pueden transmitir a través del agua se clasifican en cuatro grupos:

Grupo 1

Enfermedades propagadas por el agua:

- El agua actúa como medio de transporte de organismos patógenos provenientes de las materias fecales que producen enfermedades como tifoidea, amibiasis, hepatitis, diarreas virales y otras.

Grupo 2

Enfermedades basadas en el agua:

- Algunos organismos patógenos desarrollan un ciclo de su vida en animales acuáticos. Dichos organismos producen enfermedades como la esquistosomiasis.

Grupo 3

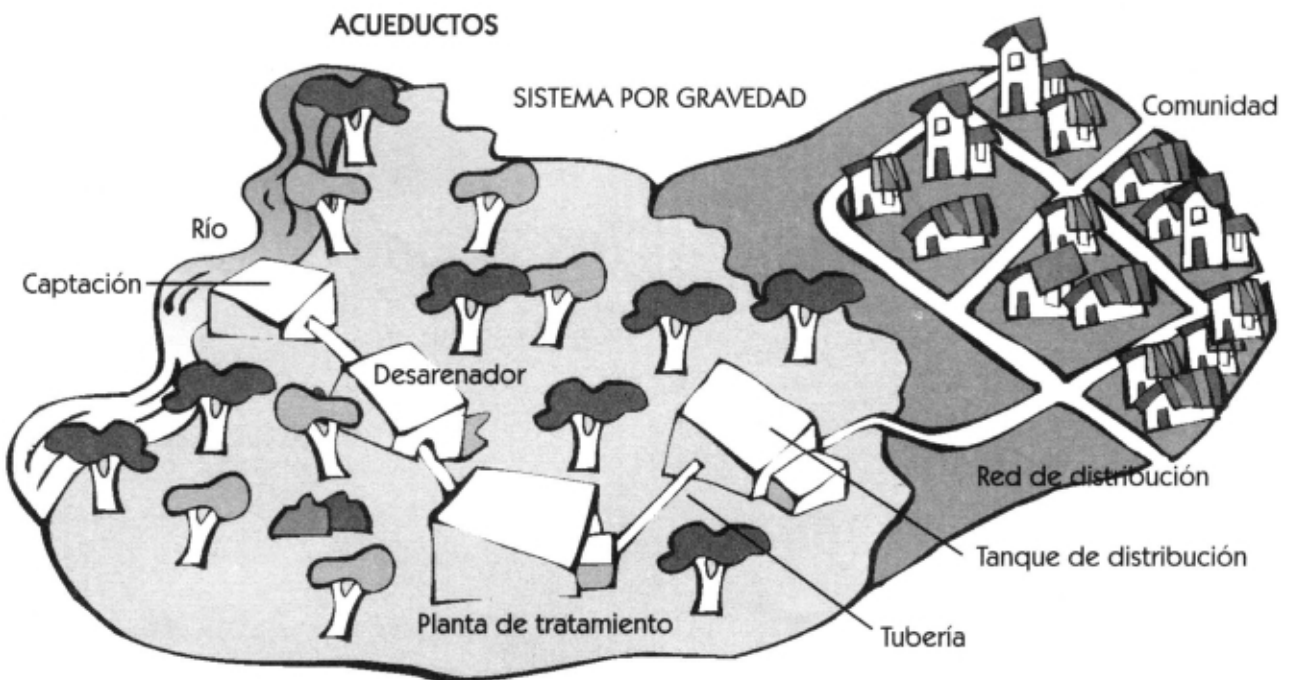
Enfermedades por escasez de agua:

- La falta de agua y de higiene personal producen enfermedades como la sarna, la parasitosis intestinal y la pediculosis, entre otras.

Grupo 4

Vehículos de contagio relacionados con el agua:

- Enfermedades transmitidas por insectos que se reproducen en el agua: fiebre amarilla, dengue, dengue hemorrágico y otras.



En las grandes ciudades y en algunas localidades del país existen acueductos que se encargan de potabilizar el agua a través de diferentes procesos que se realizan en una planta de tratamiento convencional, evitando de esta forma la presencia de enfermedades relacionadas con el agua.

En la planta de tratamiento se realizan los procesos de sedimentación, filtración y desinfección química del agua para posteriormente almacenar en un tanque el agua de buena calidad y distribuirla a la población.

Cuando no existen estos sistemas convencionales de tratamiento del agua, o cuando la calidad del agua es momentánea, se pueden emplear métodos de tratamiento a nivel domiciliario, que comprenden clarificación, filtración lenta en arena y desinfección química y física.

Métodos
domésticos
de clarificación
de aguas
resacas



Existen métodos caseros, sencillos y prácticos para mejorar las condiciones físicas del agua, que reducen o eliminan su turbiedad cuando no se ha realizado ningún tipo de tratamiento.

Por lo general, las aguas superficiales se encuentran contaminadas. Por tal razón se recomienda realizar un tratamiento al agua, comenzando por clarificarla si ésta se encuentra turbia; luego, filtrarla y/o desinfectarla para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, obteniendo de esta forma agua apta para consumo.



- Al adicionar sustancias químicas o naturales al agua turbia se logra que algunas partículas suspendidas se precipiten al fondo del recipiente dejando una capa de agua más clara arriba y una capa de sedimentos (lodo) en el fondo. Estos sedimentos deberán desecharse.
- El agua clarificada debe filtrarse y/o desinfectarse, ya que un agua clara no garantiza que no se encuentre contaminada, como en el caso de algunos ríos, lagunas, etc.

Clarificación del agua con compuestos químicos

Alumbre o sulfato de aluminio

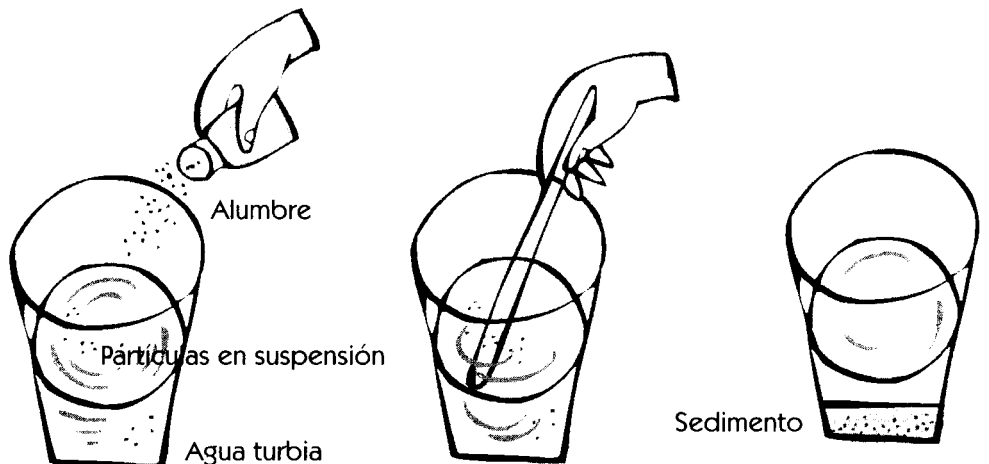
El alumbre es un compuesto químico muy práctico de utilizar y económico. Su presentación es en forma de cristales de color blanco. Dependiendo de la turbiedad del agua, permite utilizar una dosis adecuada en polvo sin afectar la salud de las personas y sedimentando las partículas suspendidas en el fondo del recipiente.

Este producto se puede conseguir en algunas farmacias o establecimientos que distribuyan productos químicos en general.



- **Clarificación:** Proceso por el cual se remueven partículas suspendidas del agua turbia para hacerla clara.
- **Desinfección:** Destrucción o eliminación de microorganismos presentes en el agua, capaces de producir enfermedades.

Procedimiento



Pasos a seguir

1. Aliste los siguientes materiales:
 - Una caneca o tanque de 55 galones para almacenar el agua a tratar.
 - Una cuchara sopera.
 - Alumbre.
 - Un frasco pequeño para almacenar el alumbre.
2. Rotule el frasco con alumbre y almacénelo en polvo. Para esto, envuelva el alumbre en un pedazo de tela limpia y tritúrelo hasta volverlo polvo.
3. Para una caneca de 55 galones con agua turbia, que presente color amarillo oscuro o café claro, adicione tres cucharadas de alumbre pulverizado y mezcle el alumbre con el agua durante tres minutos.
4. Después de tres horas de reposo, las partículas se encontrarán sedimentadas en el fondo del recipiente.



- 1 galón = 4 litros
- 55 galones = 220 litros
- Si no tiene una caneca de 55 galones, también puede utilizar otros recipientes en diferentes materiales cuya capacidad sea aproximada a los 220 litros.

Observaciones generales

- El agua que se destina para consumo debe ser tomada de la superficie de la caneca, procurando no producir movimientos fuertes de ella.
- En el momento de tomar el agua clara del recipiente, utilice elementos (tazas, pocillos, jarros) limpios, que no vayan a contaminar el agua.
- El agua clarificada no garantiza agua apta para consumo humano. Se requiere de un tratamiento de desinfección física o química para que sea potable.
- El agua también puede ser clarificada con sulfato de aluminio*. Este compuesto tiene el mismo origen del alumbre, variando su presentación: es de color café claro o amarillo suave y viene en polvo.

* De venta en farmacias o establecimientos de productos químicos.

Para clarificar el agua de una caneca de 55 galones (220 litros) se necesitan aproximadamente dos cucharadas de sulfato de aluminio (utilice el mismo procedimiento que con el alumbre).

Lista de materiales para clarificar 55 galones de agua

Descripción	Unidad	Cantidad
Alumbre	gramos	60
Sulfato de aluminio	gramos	40

1 cucharada sopera de alumbre en polvo equivale a aproximadamente 20 gramos.

En caso de no contar con los compuestos químicos mencionados anteriormente, la clarificación puede ser realizada con algunos productos naturales disponibles en el lugar.



- La clarificación del agua con alumbre o sulfato de aluminio únicamente elimina la turbiedad por sedimentación de los sólidos, arrastrando algunas bacterias, pero no destruye todos los microorganismos o agentes patógenos.
 - Las sustancias utilizadas para clarificar el agua tienen la función de ir agrupando las partículas que se encuentran en suspensión, de tal forma que una vez juntas unas con otras adquieran mayor peso y precipiten al fondo del recipiente en un tiempo mucho menor al que gastarían si no se les adicionara estos compuestos.
- Nota: Dependiendo del grado de turbiedad del agua, la dosificación varía; por esta razón es importante hacer algunas pruebas variando la dosificación hasta encontrar la más conveniente para ese tipo de agua.

Clarificación del agua con compuestos naturales

Pepas de durazno y habas

Procedimiento

1. Seque las pepas de durazno y las habas.
2. Muela en forma separada cada uno de los productos, tratando de obtener polvo.
3. Adicione 0.5 gramos de cualquiera de los productos por cada litro de agua a tratar.
4. Remueva durante un minuto con una paleta de agitación en forma circular.
5. Mantenga el agua en reposo durante dos horas para que sedimenten las partículas al fondo del recipiente.
6. Utilice la parte superior del volumen de agua.

Penca de tuna

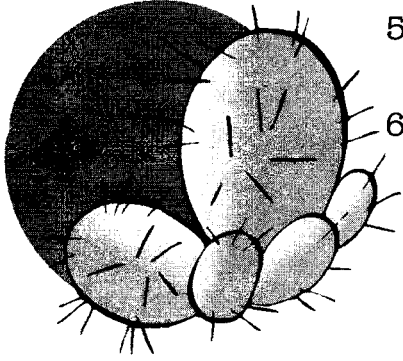
1. Corte en trozos cuadrados de cuatro centímetros de longitud la penca de tuna.



Cantidad de polvo molido de pepas de durazno y habas para clarificar por litro de agua

Volumen de agua (litros)	gramos	cucharadita
10	5	½
20	10	1
30	15	1½
40	20	2
50	25	2½
60	30	3
70	35	3½

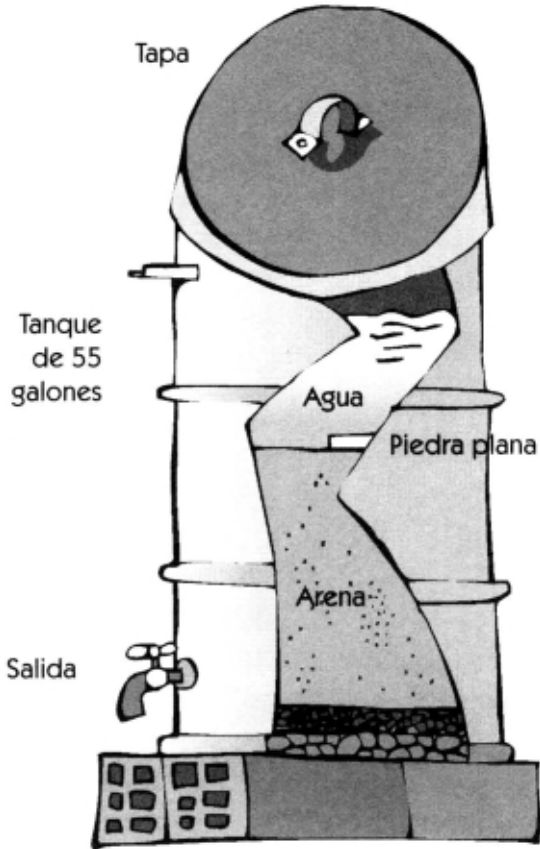
2. Proceda a machacarla sobre piedras planas.
3. Considerando un recipiente de 20 litros, vierta 5 gramos ($\frac{1}{2}$ cucharadita) del producto machacado.
4. Remueva durante un minuto.
5. Deje sedimentar por espacio de dos horas.
6. Utilice la parte superior del volumen de agua.



Métodos de desinfección del agua



Filtro lento de arena a nivel domiciliario



ESQUEMA DEL FILTRO LENTO DE ARENA

Este filtro puede ser utilizado para tratamiento del agua a nivel individual, garantizando la remoción de la mayoría de bacterias presentes en el agua, siempre y cuando la capa de arena esté cubierta por un

flujo constante de agua.

La filtración es un proceso físico de purificación que consiste en pasar el agua a tratar a través de unas capas de material poroso, con el fin de retener bacterias y partículas suspendidas en el líquido.

Ventajas

- Reducción en un 99 a 99.9% de las bacterias patógenas responsables de transmitir enfermedades de origen hídrico.
- Remoción de quistes, huevos de parásitos y larvas de esquistosomas en un 100%.
- Reducción de virus y material orgánico en un 98%.
- Reducción de la turbiedad y el color.
- Facilidad en su operación y mantenimiento.



El material filtrante que se utiliza para la elaboración de los filtros lentos en arena está compuesto por:

- Arena fina lavada de río o de arroyo. Los granos de esta arena tienen entre 0.15 y 0.35 milímetros de diámetro. Su color predominante es gris claro, en algunas regiones, o beige en otras.

- Gravilla, cascajo o piedra china delgada, con un tamaño aproximado de 1 a 1.5 centímetros.

- Grava, cascajo o piedra china gruesa, con un tamaño aproximado de 2 a 3 centímetros.

- La grava y gravilla, cascajo o piedra china delgada o gruesa se extrae de las riberas de los ríos.

Los filtros lentos se pueden construir a base de tambores o tanques metálicos galvanizados de 55 galones o tanques de ferrocemento (a nivel doméstico) o de ladrillo (a nivel comunitario).

Materiales necesarios para construir un filtro lento casero

Materiales	Un	Cant.
Tanque de ferrocemento*	Un.	1
Arena lavada de río	m ³	0.5
Grava ¹	m ³	0.05
Gravilla ²	m ³	0.03
Unión galvanizada 1/2"	Un.	1
Codo PVC 1/2"	Un.	2
Adaptador macho PVC 1/2"	Un.	1
Adaptador hembra PVC 1/2"	Un.	1
Tubo PVC 1/2"	mt.	1.5
Llave terminal 1/2"	Un.	1
Universal PVC 1/2"	Un.	1

* Ver elaboración en "Tanque de almacenamiento de agua", pág. 45.

¹ 0.05 m³ = 15 palas aproximadamente.

² 0.03 m³ = 9 palas aproximadamente.

Construcción del filtro lento de arena

Procedimiento

1. Perfore el tanque de ferrocemento en la parte de abajo para colocar la unión galvanizada de 1/2 pulgada de diámetro.

Para esta operación, utilice un cincel y un martillo, golpeando suavemente en el lugar del orificio.

También puede hacer un orificio de 1/2 pulgada en la formaleta, así se evita romper el tanque para colocarle la unión.

2. Encaje la unión en el orificio y péguela con un poco de mortero (cemento + arena) de tal forma que los alrededores de la unión queden bien sellados para evitar la filtración del agua.





3. Cuando la mezcla haya secado completamente, instale la llave de salida de $\frac{1}{2}$ pulgada.

Nota: Antes de enroscar la llave a la unión, coloque un poco de cinta teflón para evitar el goteo entre la unión y la llave instalada.

4. Seleccione la grava y la gravilla que va a utilizar.

Lave muy bien estos materiales y desinféctelos, utilizando una solución de cloro (hipoclorito de calcio al 65% de concentración).

Cómo preparar la solución de cloro

Materiales:

1. Cloro (hipoclorito de calcio al 65%).
2. Un balde plástico de 20 litros de capacidad.
3. Una cucharita cafetera.

Procedimiento

- Llene el balde con agua y adicione una cucharadita del desinfectante (el cloro) y mezcle durante tres minutos.
- Utilice esta solución para desinfectar la grava y la gravilla, remojándolas en dicha solución durante 20 minutos aproximadamente.

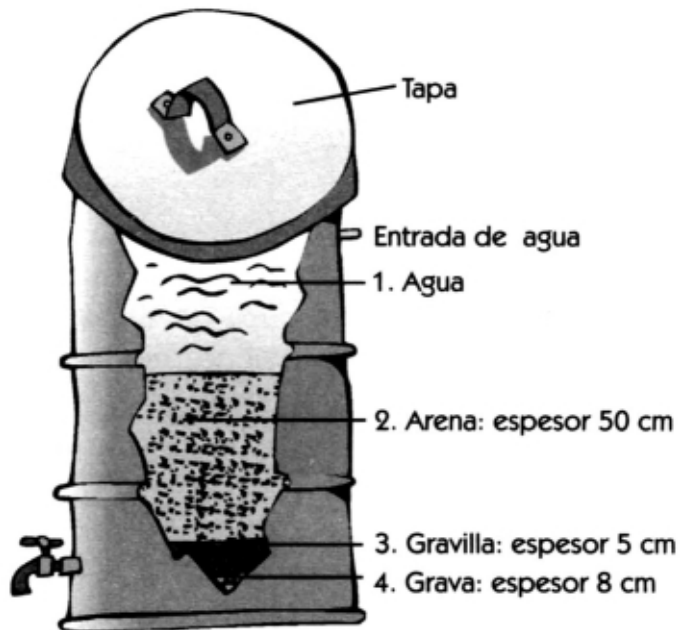
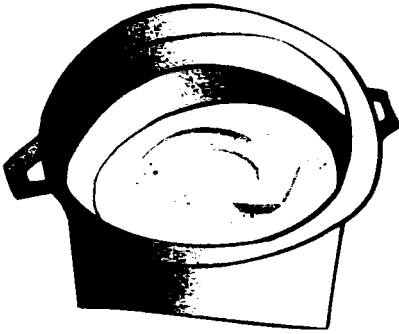
5. Lave la arena lavada de río con agua limpia.

Utilice recipientes plásticos o platonos metálicos removiendo la arena hasta que el agua de lavado salga completamente clara. Es en este momento cuando la arena se encuentra libre de impurezas y puede ser utilizada para elaborar el filtro lento de arena.

Para lavar la arena puede utilizar agua lluvia.



6. Coloque en orden las capas de grava, gravilla y arena lavada de río en el interior del tanque, en las proporciones indicadas en la ilustración:



7. Cuando el agua es suministrada permanentemente a través de tubería o manguera, es necesario instalar un tubo de rebose en la parte superior de la caneca o un registro para controlar la entrada del agua.
8. Coloque una tapa amplia fácilmente removible, que mantenga cubierto el filtro para evitar que entre polvo y/o materiales extraños al filtro.

Operación y mantenimiento del filtro

Los filtros lentos en arena desarrollan una capa biológica sobre la arena, compuesta por millones de microorganismos encargados de producir la limpieza biológica y desinfectar el agua.

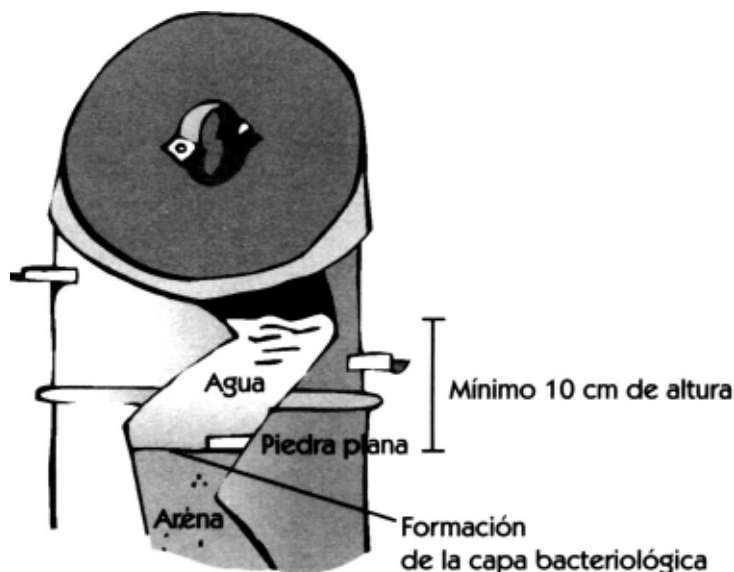
Para que el filtro funcione adecuadamente se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Siempre debe permanecer como mínimo una capa de 10 centímetros por encima de la capa de arena, ya que la capa biológica sin agua se muere y el agua no sale apta para consumo humano.
- Para el llenado del filtro se recomienda colocar una piedra plana para amortiguar la caída del agua sobre la capa de arena y evitar dañar la capa biológica que es bastante frágil.

Recuerde que el agua debe estar clarificada antes de llenar el filtro.

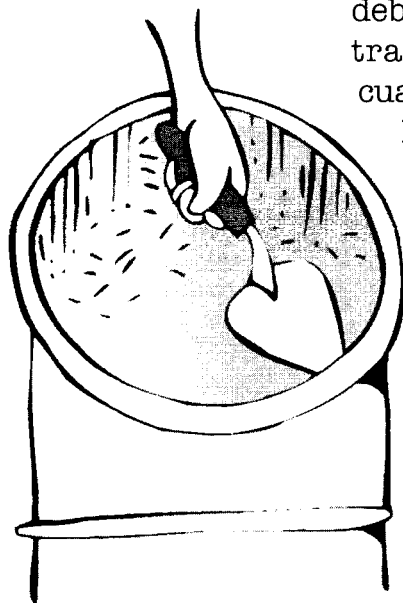
- El filtro debe permanecer en un lugar fresco y con poca luz para evitar el crecimiento de algas que alteran el buen funcionamiento de la capa biológica.

.....
• El filtro debe instalarse •
• sobre una base de •
• ladrillo o cualquier otro •
• material resistente para •
• facilitar la recolección •
• del agua tratada. •
.....



Limpieza del filtro

La limpieza del filtro lento en arena se debe realizar cuando el flujo de agua a través de éste es muy poco, es decir, cuando la cantidad de agua de salida por la llave es mínima.



La limpieza del filtro consiste en remover una capa de arena, desocupándolo previamente.

- Con un palustre raspe por encima la capa de arena fina sin hacer fuerza. Este raspado es de aproximadamente un centímetro de espesor.
- Vuelva a llenar el filtro hasta el nivel original y espere de 5 a 10 días para que se forme nuevamente la capa biológica, que es la que desinfecta el agua.
- Esta limpieza se realiza aproximadamente cada 2 o 3 meses, dependiendo del buen mantenimiento que se le dé al filtro.

Después de 4 o 5 limpiezas, es necesario realizar una mejora completa al filtro. Para esta tarea, abra la llave de salida y desocupe el filtro.

- Saque la arena restante del filtro y enjuáguela con agua limpia. Vuelva a lavar y desinfectar la grava y la gravilla, como se mencionó anteriormente.
- Enjuague el tanque de ferrocemento.
- Recupere la arena que retiró en las primeras limpiezas y lávela adecuadamente.
- Coloque nuevamente las capas de grava, gravilla y arena, como se menciona en el punto 6 del procedimiento.
- Llene el filtro con agua clarificada y espere de 5 a 10 días para consumir el agua.

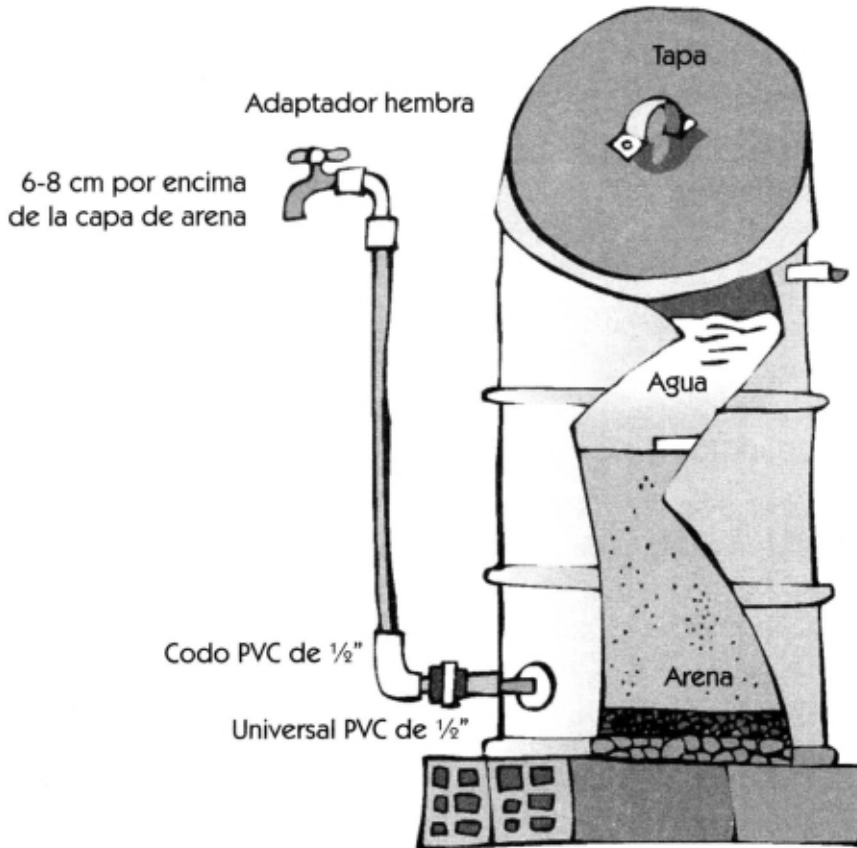
Observaciones generales

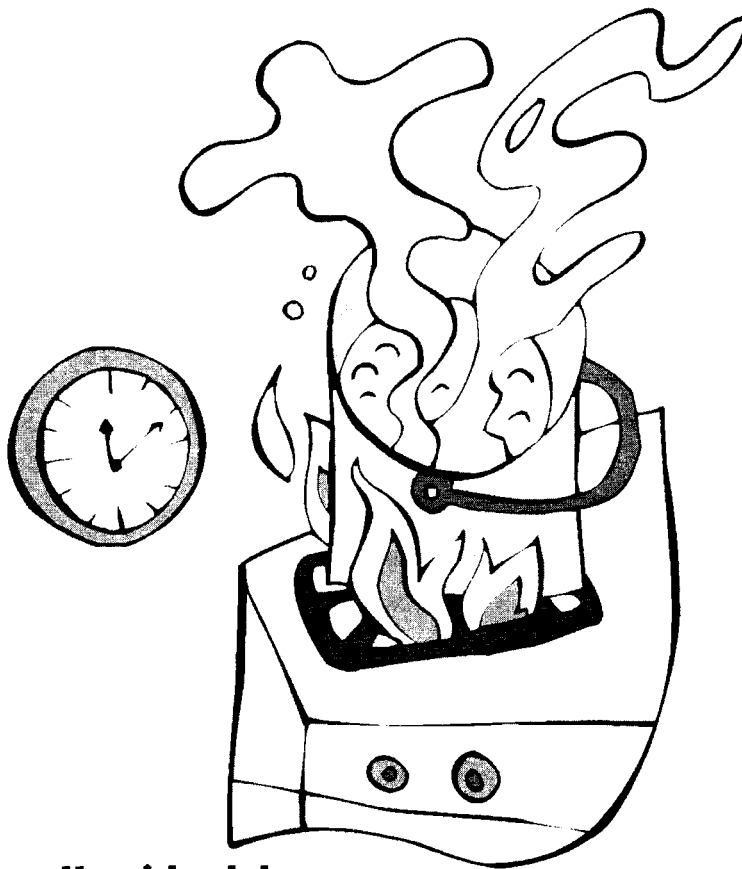
RECUERDE



Si el filtro no se opera adecuadamente, no es efectivo contra la destrucción de organismos patógenos presentes en el agua y causantes de enfermedades.

- Antes de consumir el agua proveniente del filtro lento de arena, es necesario cambiar el agua cada dos días durante 15 a 20 días aproximadamente para permitir la formación de la capa biológica.
- En climas fríos, este proceso tarda aproximadamente 20 días y en climas cálidos entre 10 y 15 días.
- Para garantizar la permanencia de agua sobre la capa de arena y evitar que la capa bacteriológica muera, se recomienda realizar la siguiente instalación de la tubería:





Hervido del agua

Es un método bastante efectivo para desinfectar pequeñas cantidades de agua clara, aun si presenta contenido de materia orgánica.

Procedimiento

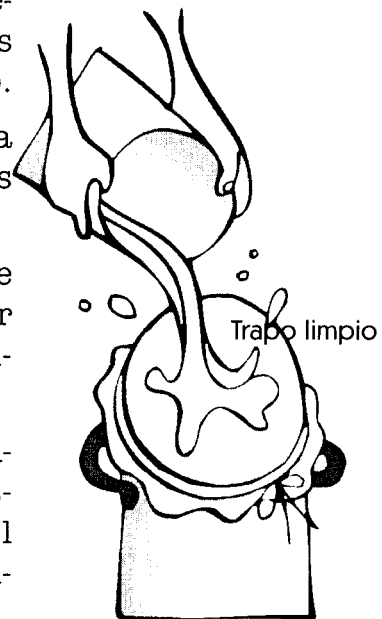
1. Llene un recipiente con el agua a tratar.
2. Hierva y deje el agua en ebullición (presencia de burbujas) unos minutos (aproximadamente de 5 a 10 minutos).
3. Si el agua es un poco turbia, filtrela en un paño o tela tupida y después hiérvala.

Los recipientes deben encontrarse perfectamente limpios antes de verter el agua a almacenar y deberán limpiarse de nuevo al vaciarlos.

4. Almacene el agua hervida en recipientes con tapa y en lo posible con el sistema de llave balde. Evite sacar el agua con otros utensilios como pocillos, vasos u otros.



Materia orgánica:
Sustancia que se descompone y causa contaminación.



Desinfección doméstica del agua a través de la cloración

La cloración es el nombre que se le da al procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o algunos de sus derivados, como los hipocloritos de calcio o de sodio.

Los compuestos que tienen cloro poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua, causando enfermedades.

El cloro se encuentra en varias presentaciones:

- **Hipoclorito de sodio:** Es un líquido transparente de color amarillo ámbar. Se suministra en garrafas plásticas hasta de 55 galones.
- **Hipoclorito de calcio:** Es un producto seco, granulado o en polvo, de color blanco. Se comercializa en tambores metálicos o bolsas plásticas con concentraciones entre el 30 y el 65% de cloro activo. Para su aplicación se prepara una solución.
- **Cloro gaseoso:** Es un gas amarillo verdoso utilizado generalmente en las plantas de tratamiento de los acueductos convencionales.

Para la desinfección doméstica del agua, la presentación más usada es el hipoclorito de calcio, por su fácil aplicación, su costo relativamente bajo, y su efectiva acción contra bacterias y virus presentes en el agua.

El hipoclorito de calcio se puede obtener en algunas farmacias o establecimientos distribuidores de productos químicos.



• Cloro activo:
• Es la cantidad de cloro
• que realmente va a
• desinfectar el agua.

Procedimiento

Materiales

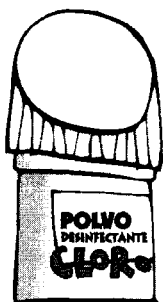
Un recipiente plástico de 20 litros o 5 galones.

Una botella de cerveza de 250 cc con tapón de caucho o corcho.

Un frasco pequeño color oscuro para almacenar el cloro.

Una cuchara sopera.

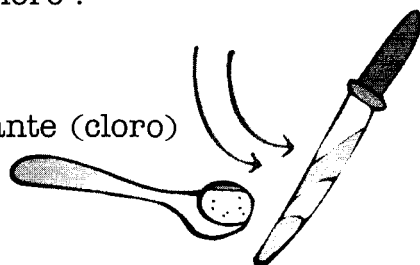
Una cucharita cafetera.



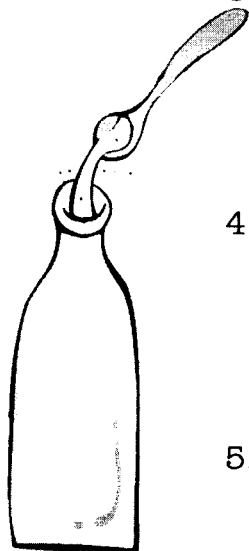
Pasos a seguir

1. Lave muy bien los materiales a utilizar.
2. Rotule el frasco pequeño con la leyenda 'Polvo desinfectante, cloro'.

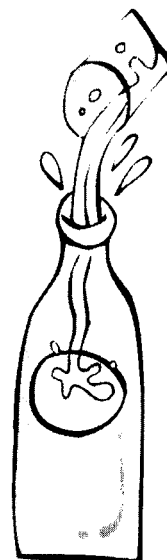
3. Tome del polvo desinfectante (cloro) una cucharadita a ras.



4. Vacie el polvo en la botella de cerveza pequeña.

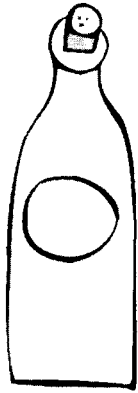


5. Llene la botella de cerveza con agua.



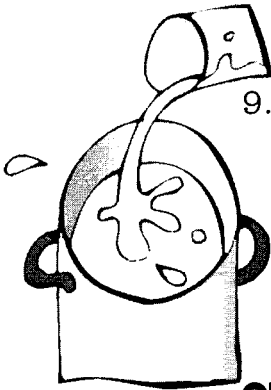
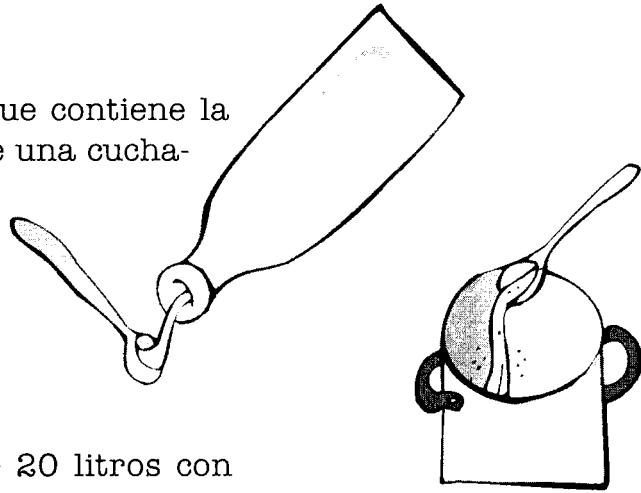
6. Tape la botella y agítela durante tres (3) minutos.





7. Deje reposar el líquido (la solución de cloro) durante una hora.

8. Sin agitar la botella que contiene la solución de cloro, llene una cuchara sopera y vacíela en el recipiente de 20 litros.



9. Llene el recipiente de 20 litros con agua y agítelo durante 3 minutos; deje reposar media hora. El agua ya se encuentra lista para el consumo.

Observaciones generales

- Dependiendo de la concentración en que se encuentre el cloro en el mercado, a continuación se muestra una tabla con las cantidades necesarias que deben emplearse para preparar la solución desinfectante en la botella de cerveza.

% cloro	30	35	40	65
Número de cucharaditas que deben colocarse en la botella de cerveza	2 ½	2	1 ½	1

- La solución de cloro preparada en la botella de cerveza debe ser utilizada antes de siete días. Si sobra solución, elimínela, ya que después de este tiempo ha perdido concentración y no es efectiva para la destrucción de los organismos patógenos.
- Almacene el cloro en lugar fresco y donde no penetre la luz.

Control de la cloración

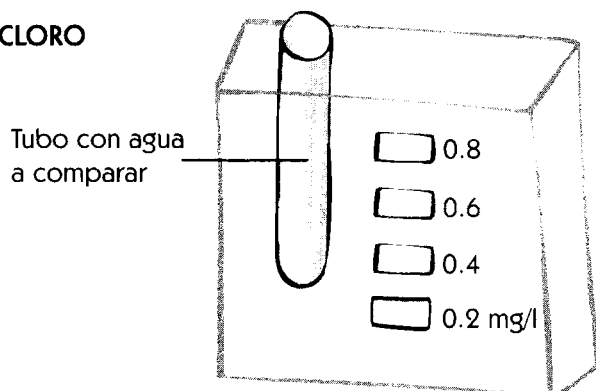
La cloración se aplica después de la filtración del agua y debe permanecer en contacto con ésta por un espacio mínimo de 30 minutos para obtener una adecuada desinfección.

Las dosis seguras de cloro residual oscilan entre 0.2 y 1.0 p.p.m. El empleo de mayores cantidades no es económico y puede ser perjudicial para la salud. En situaciones de emergencia, el cloro residual puede ser mayor.

Para determinar el cloro residual se utilizan comparadores que, como su nombre lo indica, son aparatos sencillos en los cuales se compara el color desarrollado en la muestra de agua por analizar y el existente en los colores del comparador.



COMPARADOR DE CLORO



A nivel comunitario sería conveniente que el promotor de saneamiento usara el comparador de cloro para verificar periódicamente el cloro residual que se está obteniendo en la desinfección doméstica del agua.



Cloro residual:
Cantidad de cloro que está presente en el agua después de haber transcurrido un período de 30 minutos de contacto de la solución desinfectante con el agua a desinfectar.

Determinación de la demanda de cloro

Es un método utilizado para establecer la cantidad necesaria de cloro que se debe aplicar a un determinado volumen de agua a tratar, garantizando una adecuada desinfección.

Procedimiento

1. Prepare una solución de cloro, así: en una botella de un litro de agua adicione un gramo de cloro en polvo.
2. Coloque en hilera 10 botellas transparentes de 250 cc cada una.

3. Llene las botellas con la solución clorada, así: a la N° 1 adicione 10 gotas, a la N° 2 adicione 20 gotas, y así sucesivamente.
Utilice un gotero (los goteros dan 1 ml por cada 20 gotas).
4. Llene las botellas con agua clara, todas hasta el mismo nivel.
5. Agite las botellas suavemente y déjelas reposar $\frac{1}{2}$ hora.
6. Agregue a cada botella una cucharadita de yoduro de potasio en polvo y agítelas hasta diluirlo.
7. Añada cuatro gotas de vinagre y un poco de solución de almidón a cada botella y agite nuevamente.
8. El agua de las botellas toma un tono azul. A mayor cantidad de cloro, mayor es la intensidad del color.

Cuando llegue al último paso, escoja la botella que presente el color azul más tenue y determine la cantidad de cloro para desinfectar un litro de agua, así:

Si se emplearon botellas de 250 cc (250 ml) y se eligió la segunda, en la que se pusieron 20 gotas de la solución de cloro, o sea 1 ml de solución clorada de 1 mg/ml de concentración, entonces para saber la cantidad de solución clorada que se debe aplicar a un litro de agua se hace la siguiente proporción:

$$\begin{array}{r}
 1 \text{ ml de solución} \\
 \text{de cloro para} \quad \blacksquare \rightarrow 250 \text{ ml de agua} \\
 x \quad \blacksquare \rightarrow 1 \text{ litro} = 1000 \text{ ml} \\
 \\
 x = \frac{1 \times 1000}{250} = 4 \text{ ml de solución de cloro}
 \end{array}$$

Es decir:

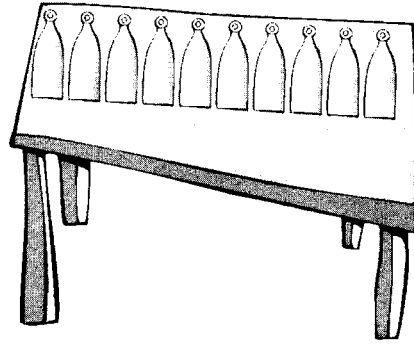
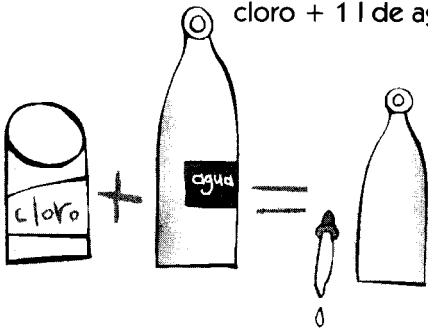
A un litro de agua, agregue 4 ml de la solución de cloro que preparó inicialmente.

Se debe preparar solución máximo para seis días. Al cabo de ese tiempo debe ser remplazada por otra nueva.

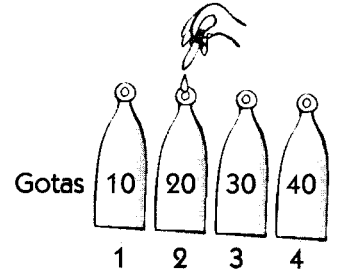
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE CLORO

1. Solución de cloro

Solución clorada 1 g de cloro + 1 l de agua

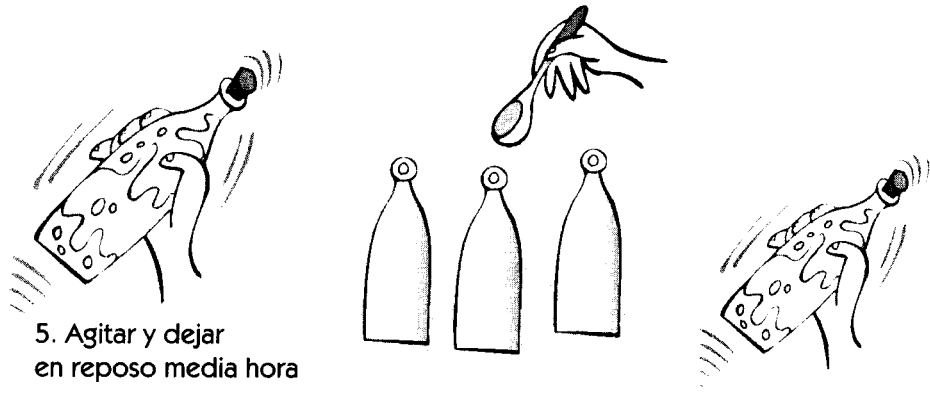
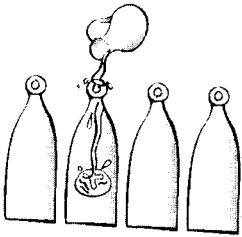


2. 10 botellas iguales, en hilera, bien lavadas y transparentes



3. Añadir solución de cloro

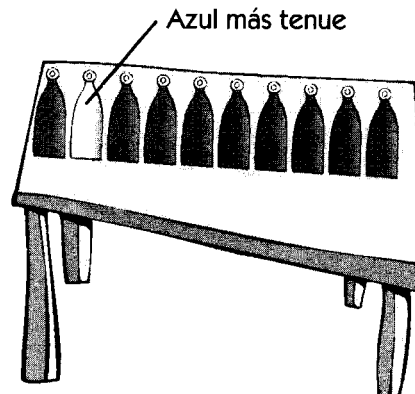
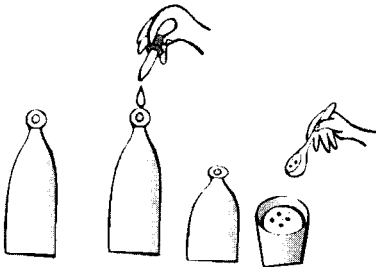
4. Añadir agua clara



5. Agitar y dejar en reposo media hora

6. Añadir yoduro de potasio y agitar hasta disolver completamente

7. Agregar cuatro gotas de vinagre y un poco de solución de almidón

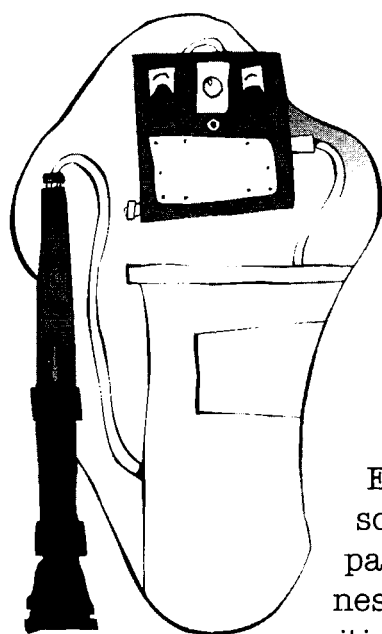


8. Elija la botella que presente el color azul más tenue

En la siguiente tabla se indica el número de mililitros o gotas que se deben adicionar a un litro de agua dependiendo de la botella que presente el color azul más tenue.

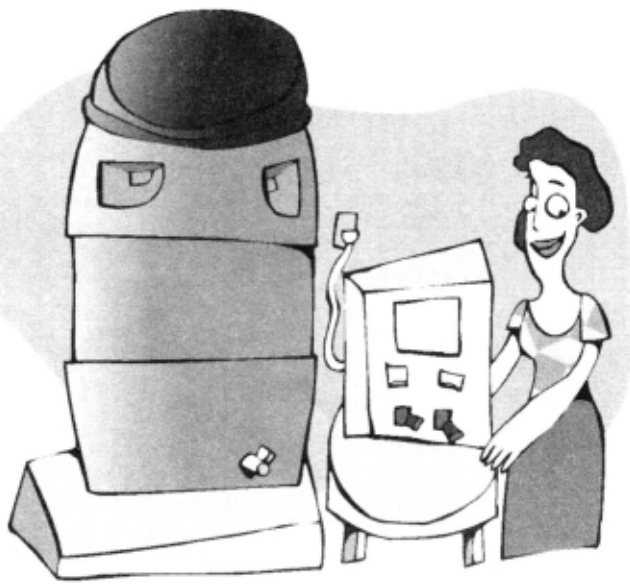
Número de mililitros o gotas para tratar un litro de agua con solución de cloro 1 g/l

Botella con color más tenue	ml de la solución de cloro	Nº gotas de la solución de cloro
1	2	40
2	4	80
3	6	120
4	8	160
5	10	200
6	12	240
7	14	280
8	16	320
9	18	360
10	20	400



Sistema de tratamiento del agua *in situ* Sanilec

El sistema Sanilec es un proceso electrolítico simple y seguro para la generación de “soluciones de hipoclorito de sodio en el sitio” por medio de la descomposición o electrólisis de una solución de salmuera. La solución de salmuera se prepara disolviendo sal en agua en una relación de 30 gramos de sal por cada litro de agua. La celda Sanilec se sumerge en la solución de salmuera y una corriente eléctrica suministrada por un rectificador transformador se aplica a la cel-



da durante determinado tiempo, de acuerdo con el volumen de la solución de salmuera. El transformador/rectificador suministra corriente directa (CD) a la celda, causando la disociación de NaCl (sal) y H₂O (agua), con la consiguiente formación de cloro disponible (contenido en una solución de hipoclorito de sodio), con gas hidrógeno como subproducto.

Especificaciones del sistema

La unidad Sanilec tiene la capacidad de producir cloro disponible en las cantidades que aparecen en la Tabla 1, a una concentración de 5.000 a 7.000 mg/litro de cloro equivalente. La producción y concentración varían de acuerdo con la cantidad de agua y sal utilizada.

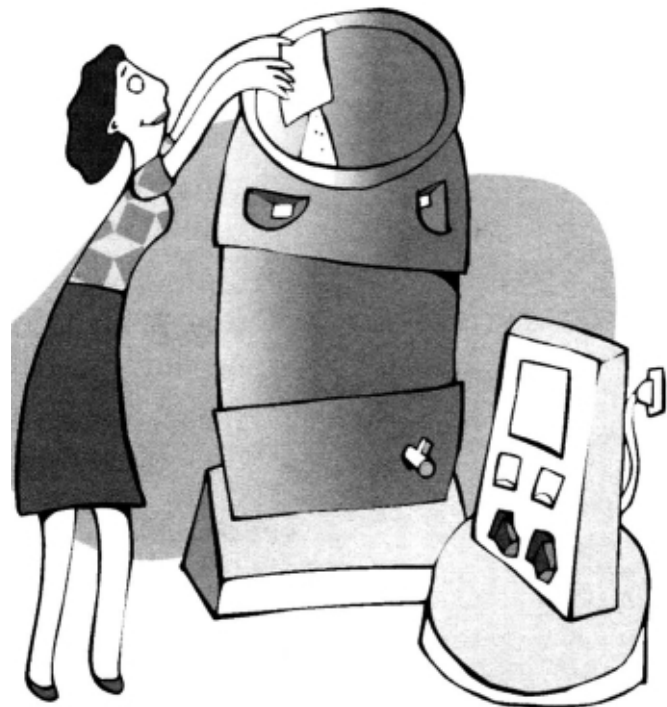


Tabla 1: Parámetros del sistema

	Sanilec 1	Sanilec 2	Sanilec 3
Producción			
Diaria (kg/lb):	0.5/1.1	10/2.2	3.0/6.6
Voltaje de celda (VCD):	13.0	16.0	24.0
Corriente de celda (ACD):	14.0	14.0	22.5

Parámetros recomendados de operación

- Electricidad (CA):
 - 110 voltios 50/60 Hz
 - o 220 voltios 50/60 Hz
- Agua: Limpia y libre de sólidos suspendidos u otros materiales.
- Sal: Debe ser de buena calidad o tan limpia como sea posible. Excesos de impureza en la solución de salmuera pueden ser removidos por filtración simple a través de una malla o tela.

Lista de equipo y componentes

- Celda Sanilec (suministrada por EIC).
- Transformador/rectificador (suministrado por EIC).
- Tapón de limpieza de celda (suministrado por EIC).
- Tanque de preparación de salmuera (suplicado localmente).
- Tanque de electrólisis (suplicado localmente).
- Tanque de almacenamiento de hipoclorito (localmente).
- Vinagre blanco destilado (suplicado localmente).
- Equipo de laboratorio (suministro local). El kit de análisis y determinación de cloro puede ser adquirido de EIC.
- Recipiente de medición de sal (suplicado localmente).

Procedimiento de operación diaria

1. Prepare una solución de salmuera en un recipiente plástico o barril recubierto de pintura o material anticorrosivo. La solución debe ser preparada en una relación de 30 gramos de sal por cada litro de agua. Ver Tabla 2. Mezcle la solución hasta que la sal esté completamente disuelta. Filtre

cualquier material sólido o contaminante contenido en la solución.

2. Sumerja la celda Sanilec dentro del tanque. Las ranuras de circulación en el tubo vertical de salida de la celda deben estar al menos 50 mm (2 pulgadas) por debajo del nivel de agua del tanque.
3. Asegúrese de que el reloj (timer) del rectificador transformador esté en la posición 'off' (apagado). Conecte el rectificador/transformador a la fuente (línea) de corriente eléctrica (CA).
4. Posicione el reloj (timer) de acuerdo con los requisitos de la Tabla 2, pasándose por una hora y regresándolo a la posición deseada. El indicador "Power On" (energizado) se encenderá y los medidores del panel comenzarán a indicar voltaje y corriente. La celda Sanilec comenzará a producir acompañada de un burbujeo vigoroso.
5. La celda Sanilec se apagará automáticamente cuando el ciclo de tiempo seleccionado se haya completado. En este momento, la solución de hipoclorito de sodio tendrá el contenido de cloro disponible mostrado en la Tabla 2.

PRODUCCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO

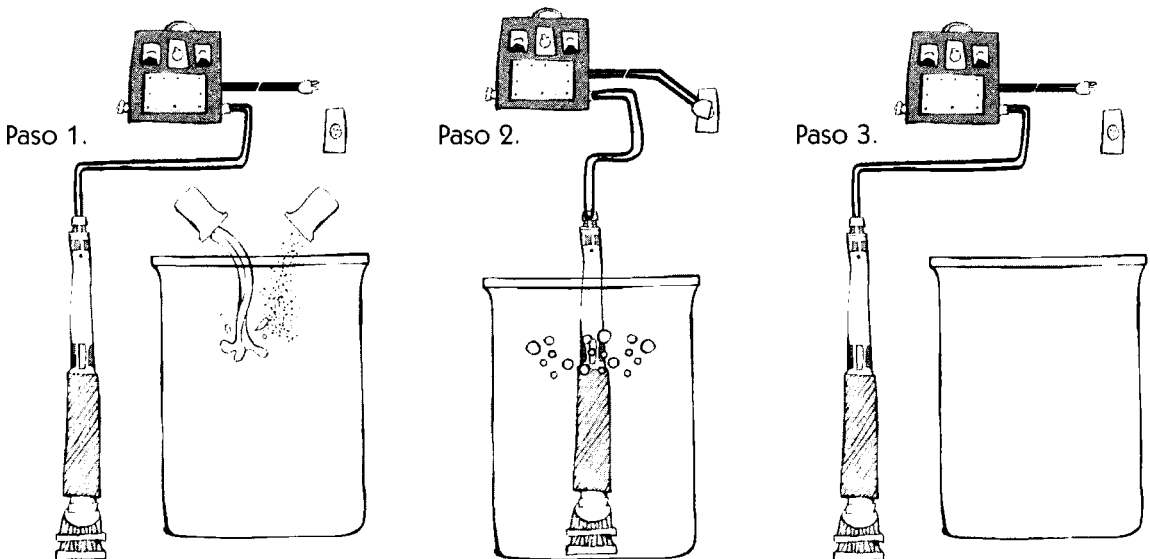


Tabla 2. Parámetros de operación recomendados

		Agua requerida (L/Gal USA)	Sal requerida (kg lb)	Cloro disponible 1 kg
Sanilec 1:				
5	horas	16.7/4.3	0.5/1.1	0.10/0.23
8	horas	27.7 / 7.3	0.8/1.8	0.17/0.37
9	horas	33.3/8.8	1.0/2.2	0.18/0.42
12	horas	50.0/13.2	1.5/3.3	0.25/0.55
Sanilec 2:				
5	horas	33/12	1.0/2.2	0.21/0.47
5	horas	55/15	1.7/3.7	0.33/0.73
9	horas	66/18	2.0/4.3	0.37/0.83
12	horas	100/26	3.0 /6.7	0.50/1.10
Sanilec 3:				
5	horas	100/26	4.0/6.6	0.63/1.4
5	horas	166/44	5.0/11.0	1.0/2.2
9	horas	200/53	6.0/13.0	1.1/2.5
12	horas	300/79	9.0/20.0	1.5/3.3
Nunca opere la unidad si la celda no está completamente sumergida en la solución de salmuera.				

6. Cuando el ciclo de tiempo se haya completado, desconecte el rectificador/transformador de la fuente (línea) de energía eléctrica (CA).

Procedimiento de limpieza de los electrodos

Materiales requeridos

- Tapón de limpieza de electrodos (suministrado originalmente con la unidad).
- Vinagre blanco destilado (del tipo usado para cocinar). Se requieren aproximadamente 1.5 litros de vinagre para una limpieza.

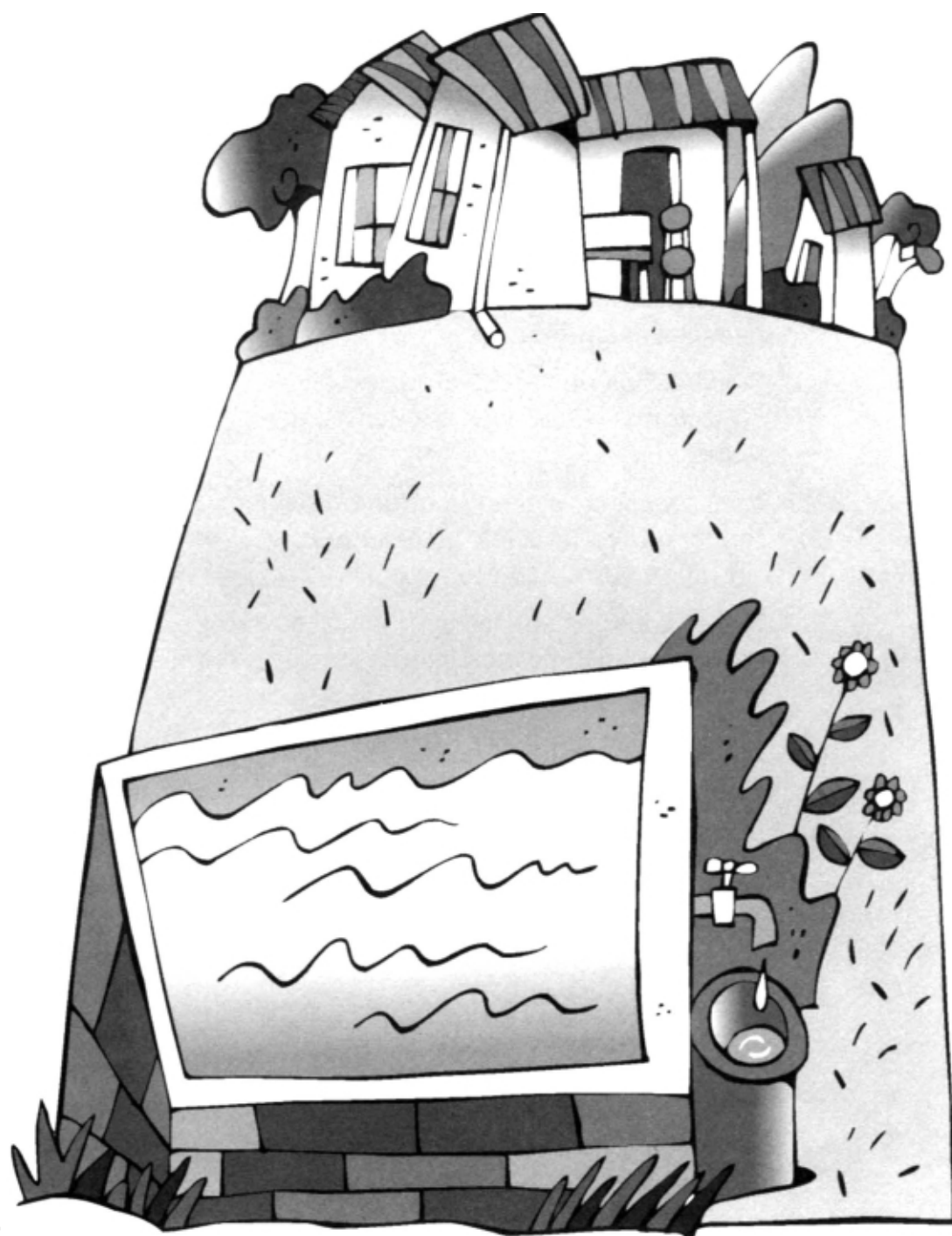
Pasos

1. Verifique que el reloj (timer) del rectificador/transformador esté en la posición "Off".
2. Desconecte el transformador/rectificador de la fuente de corriente CA.

3. Desconecte la celda del transformador/rectificador girando levemente el conector de la celda en dirección contraria a las manecillas del reloj, y dejándolo hacia fuera.
4. Lave la celda con abundante agua limpia.
5. Remueva la base/filtro color negro de la parte inferior de la celda.
6. Enrosque el tapón suministrado para lavado de celda a su parte inferior.
7. Agregue vinagre dentro de la celda a través de las ranuras de recirculación, hasta que la celda se llene (aproximadamente 750 mililitros).
8. Deje la celda en reposo durante 30 minutos con el vinagre dentro de la celda.
9. Vacíe el contenido de la celda y rellénela con más vinagre.
10. Deje la celda en reposo durante otros 30 minutos con el vinagre dentro de la celda.
11. Vacíe la celda, remueva el tapón del fondo y lave la celda internamente con abundante agua limpia.
12. Inspeccione los electrodos. Si aún se conservaran depósitos, repita los pasos 6 a 12.
13. Reinstale la base/filtro color negro de la parte inferior de la celda.

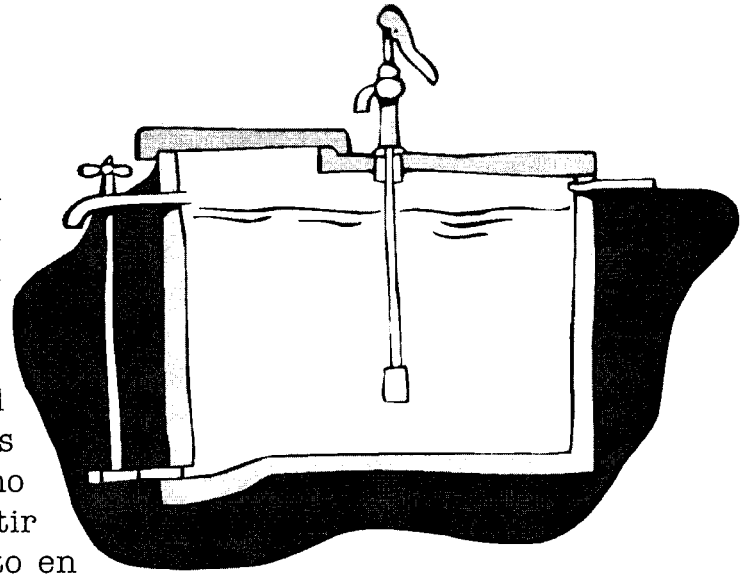
.....
 • **Cuidado**
 • Si se introducen obje-
 • tos extraños
 • (especialmente
 • metálicos) dentro del
 • paquete de electrodos
 • de la celda, se pueden
 • causar daños serios a
 • los electrodos.
 •

Tanques de almacenamiento



TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA SEMIENTERRADO

El objetivo del tanque de almacenamiento es mantener un depósito de agua permanente con disponibilidad para los usuarios en horas de máximo consumo y permitir el almacenamiento en horas de bajo consumo.



Los tanques de almacenamiento pueden ser elevados o superficiales. Los superficiales se localizan a nivel del terreno, semienterrados o completamente enterrados.

Pueden ser elaborados de diferentes materiales, como mampostería, ferrocemento y concreto reforzado entre otros.

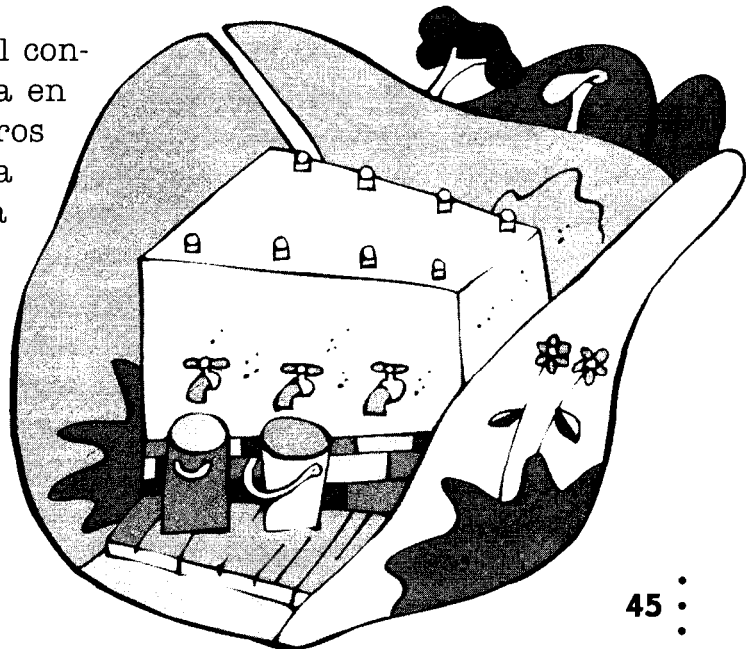
Capacidad del tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento debe tener una capacidad suficiente, de tal forma que dé abasto a las necesidades básicas de los usuarios.

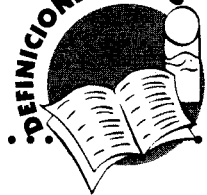
Suponiendo que el consumo por persona en un día es de 15 litros y que una familia esté conformada por seis personas, se tiene un consumo total de 90 litros por día.

Si se tiene el consumo de 90 litros/familia/día y se quiere diseñar

TANQUE
DE ALMACENAMIENTO
DE AGUA SUPERFICIAL



DEFINICIONES ÚTILES



Mampostería:

Elemento o estructura, en este caso el tanque de almacenamiento, elaborado en ladrillo o en bloque.

Ferrocemento:

Mezcla de arena, cemento y malla (ver tanques de ferrocemento).

Concreto reforzado:

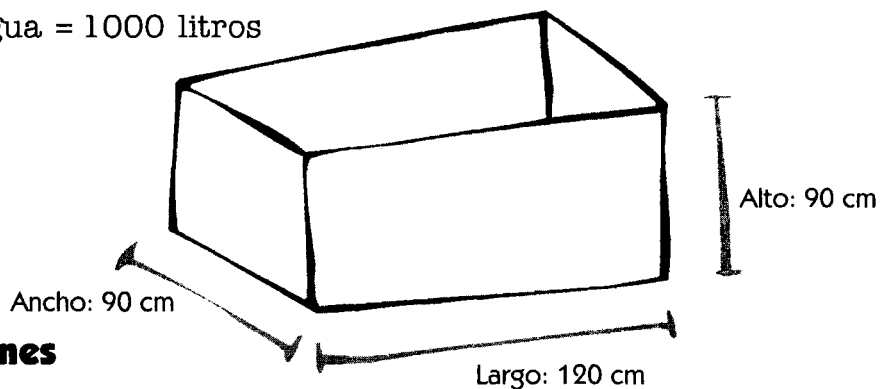
Mezcla de cemento, arena y triturado (grava o gravilla) con varilla de refuerzo.

una cisterna casera o tanque de almacenamiento de agua para garantizar agua por lo menos para 10 días, se tiene en cuenta la siguiente relación:

Días	Consumo en litros
1	90
2	180
3	270
4	360
5	450
6	540
7	630
8	720
9	810
10	900

Quiere decir, que el consumo en 10 días será de 900 litros. Es necesario, entonces, construir un tanque de almacenamiento con una capacidad mínima de 900 litros o de aproximadamente 1 m^3

1 m^3 de agua = 1000 litros



Dimensiones

Para una cisterna de 1 m^3 , las dimensiones pueden ser:

Largo: 1 metro = 100 centímetros

Ancho: 1 metro = 100 centímetros

Alto: 1 metro = 100 centímetros

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto} \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

o también,

Largo: 1,20 metros = 120 centímetros

Ancho: 0,90 metros = 90 centímetros

Alto: 0,90 metros = 90 centímetros

Volumen aproximado = 1 m^3

Piletas públicas



Cuando en una comunidad el suministro de agua es restringido debido a un abastecimiento insuficiente, se puede optar por una solución apropiada para satisfacer esta necesidad a la población mediante la implementación de piletas públicas.

Ventajas

- Oportunidad de recoger más agua, si hay un buen número de piletas distribuidas convenientemente en la localidad.
- Economía de tiempo y comodidad en la recolección del agua.
- Servicio de abastecimiento de agua ubicado en sitios de fácil acceso para sus habitantes.



PILETA PÚBLICA CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO, ELABORADA EN MAMPOSTERÍA

Materiales necesarios para construir una pileta con tanque de almacenamiento Capacidad: 1 m³

Materiales	Un.	Cant.
Bloque de arena de río ⁽¹⁾	Un.	100
Cemento gris	bulto	6
Arena de río gruesa ⁽²⁾	m ³	0.5
Arena de río fina ⁽³⁾	m ³	1
Varilla 3/8" Long 6 m	Un.	3
Llave terminal galvanizada de 1/2"	Un.	2
Unión galvanizada 1/2"	Un.	2
Tubo galvanizado 1 1/2"	mt	1.5
Codo galvanizado 1/2"	Un.	2
Tapa desagüe	Un.	1
Alambre dulce	kg	0.1

(1) Medidas: 20 x 10 x 40 cm

(2) Triturado grueso

(3) Triturado fino

Dimensiones del bloque:

Largo: 40 cm

Alto: 12 cm

Ancho: 10 cm

Si se utilizó ladrillo tolete o común (24 x 10 x 7) se necesitan 160 unidades para una pileta de 1 m³.

Triturado grueso:

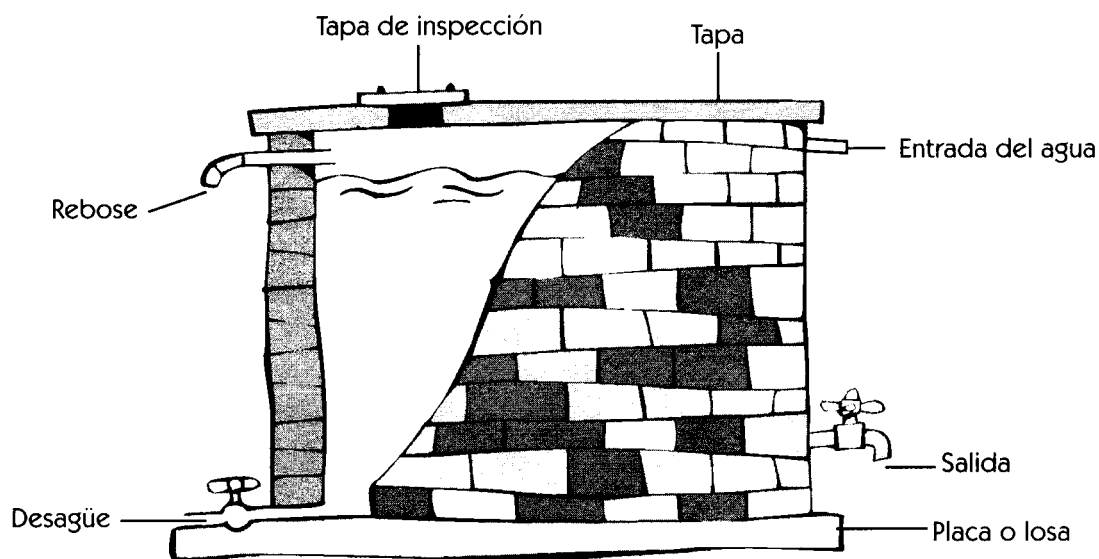
También recibe el nombre de mixto. Es una arena utilizada para fundir la base o placa de la pileta.

Triturado delgado:

La arena fina de río se utiliza en las zonas de la costa para pañetar los tanques.

En el interior, se puede utilizar la arena de peña.

Partes de una pileta

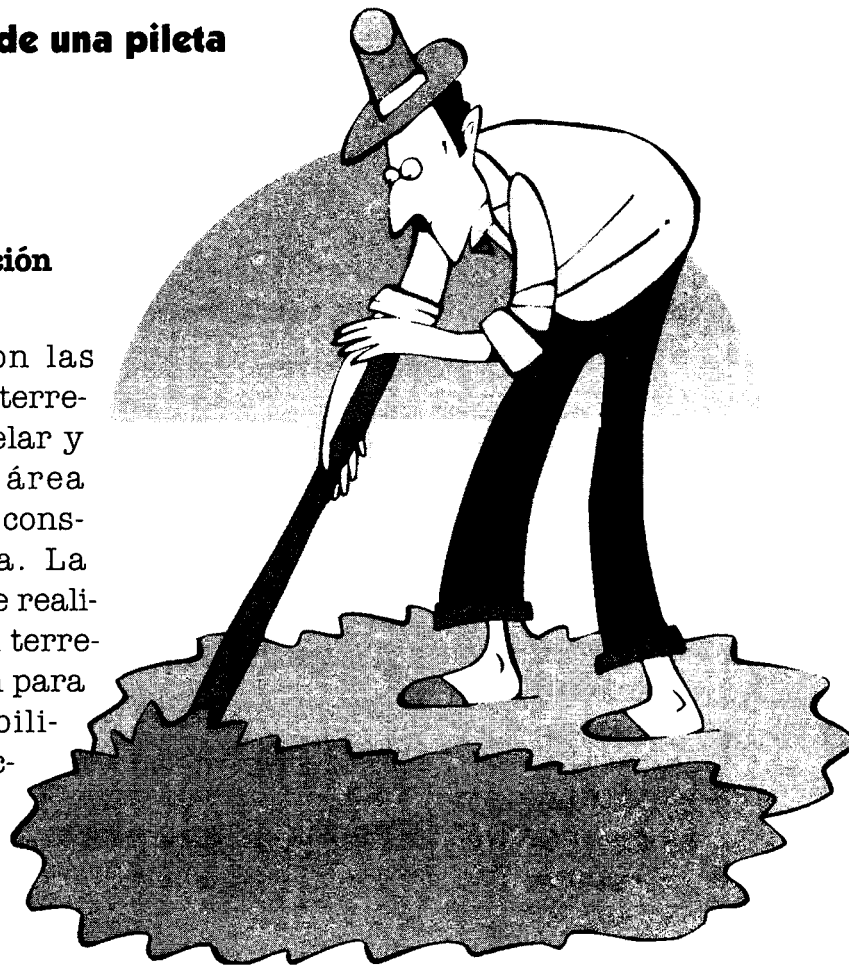


Construcción de una pileta pública

Procedimiento

1. Nivelación y compactación del terreno.

De acuerdo con las condiciones del terreno se debe nivelar y compactar el área donde se va a construir la pileta. La compactación se realiza golpeando el terreno con un pizón para permitir estabilidad en la estructura.



PREPARACIÓN
DEL TERRENO

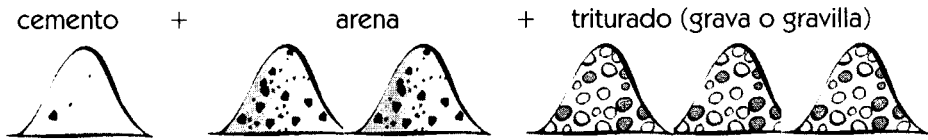
2. Placa de base.

Coloque unas guías de madera o bloque para fundir la placa con un espesor de 10 cm y utilizando una mezcla de concreto 1:2:3.

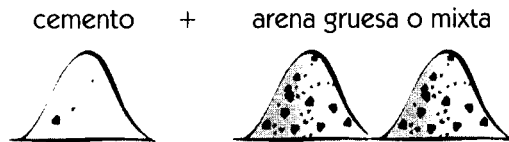


Preparación de la mezcla de concreto 1:2:3

El concreto es una mezcla de tres elementos en las siguientes proporciones:



Si utiliza arena gruesa o mixta, prepare la mezcla en las siguientes proporciones:

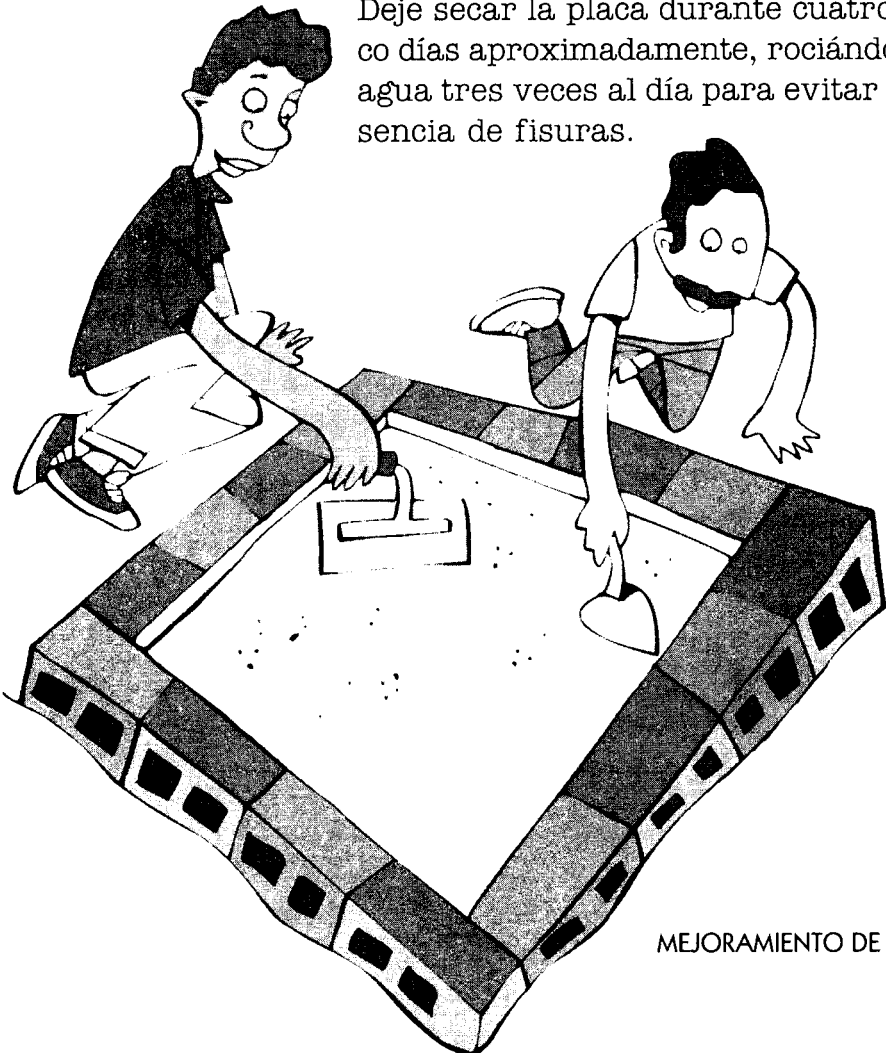


Adicione a la mezcla agua, hasta obtener una consistencia pastosa.

Coloque esta mezcla en el área demarcada para la base de la pileta.

3. Empareje la superficie utilizando una llana metálica o de madera.

Deje secar la placa durante cuatro ó cinco días aproximadamente, rociándola con agua tres veces al día para evitar la presencia de fisuras.



4. Antes de colocar los bloques o ladrillos, instale la tubería de desagüe.

Coloque los ladrillos encima de la placa en hiladas horizontales utilizando una mezcla o mortero de pega 1:3, es decir, una proporción de arena por tres de cemento. Instale las llaves a 20 cm de la base.

5. Aplique una mezcla de cemento y arena al interior y exterior de las paredes para impermeabilizar el tanque.

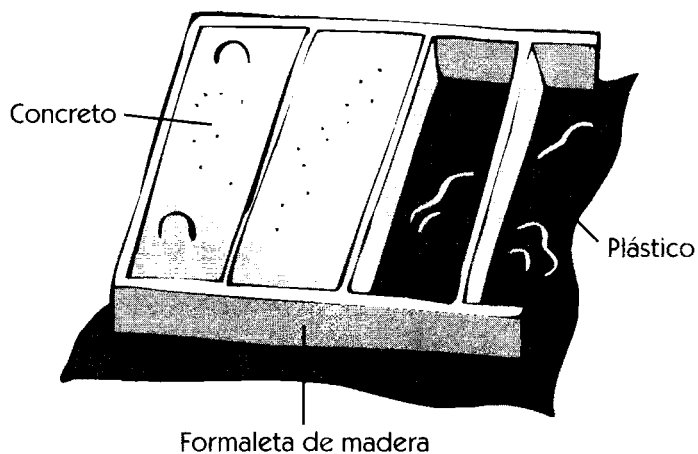
6. Después de colocada la mezcla en las paredes del tanque, rocielas con agua durante tres días, tres veces al día.



PILETA DE LADRILLO
PAÑETE EXTERIOR
DE LA PILETA

Elaboración de la tapa

TAPAS PARA EL TANQUE



Sobre un marco de madera (formaleta) y con las dimensiones de área de la pileta, coloque las varillas en forma de parrilla, espaciadas cada 15 cm.

Prepare una mezcla de mortero 1:3 con cemento y triturado para fundir la placa, con un espesor de 5 cm aproximadamente. Rocíe la tapa con agua durante tres veces al día y quite la formaleta al tercer día. Coloque la tapa sobre el tanque de almacenamiento.

La tapa del tanque también se puede elaborar en secciones, con sus respectivas manijas para su fácil manipulación.



Mantenimiento

- Los tanques deben estar correctamente tapados con una cubierta que encaje con exactitud.
- Se recomienda hacer un chequeo alrededor del área de la pileta o del tanque de almacenamiento para evitar el

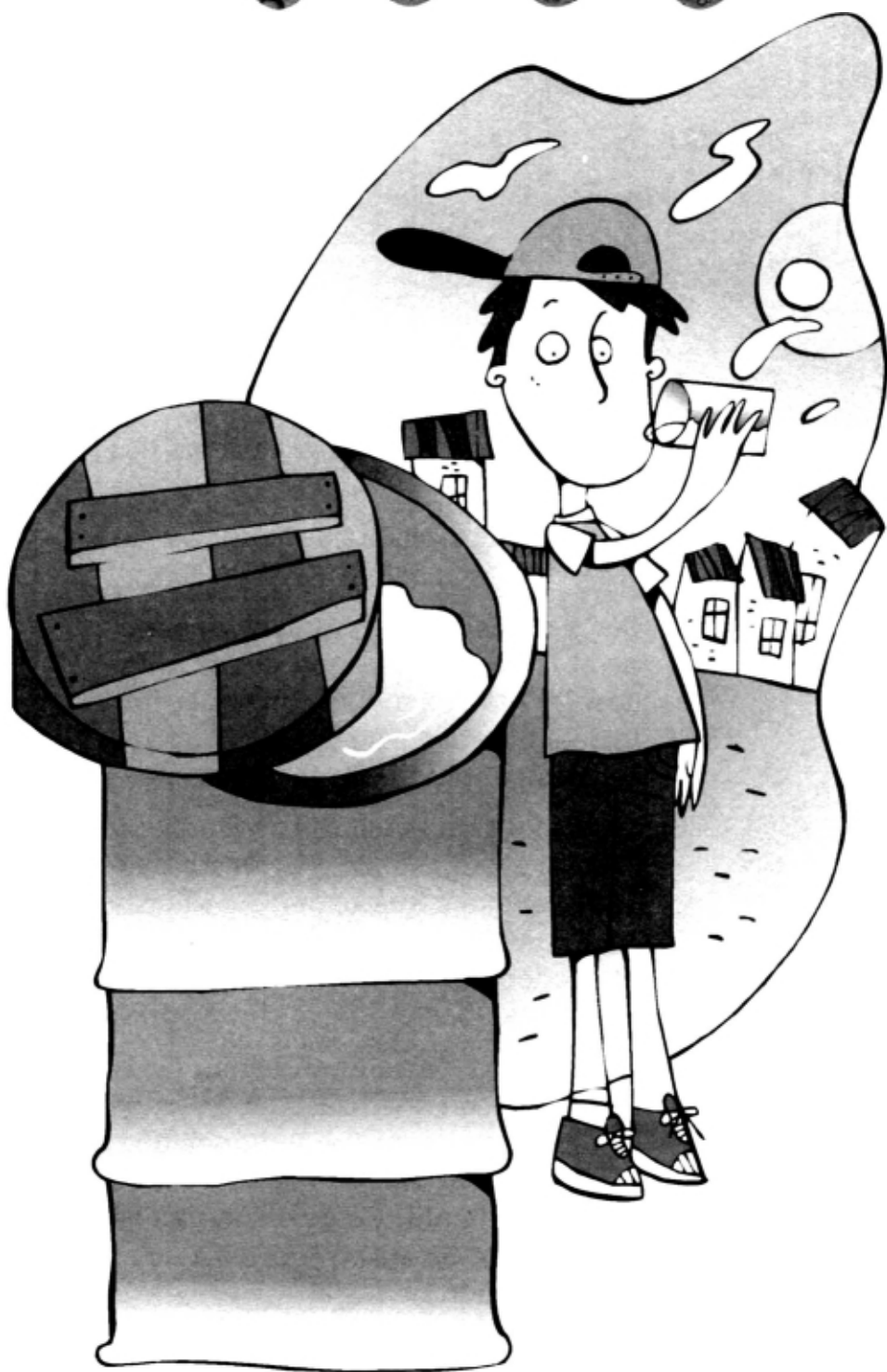
ingreso de agentes contaminantes en el área.

- No deben existir residuos de basuras, ni excrementos, ni animales cerca del área.
- Es recomendable construir una canal para desviar aguas superficiales que se puedan depositar cerca del área.
- En los tubos de rebose y salida del agua se deben instalar mallas en los extremos para evitar la entrada de pequeños animales y mosquitos que puedan contaminar el agua.
- Periódicamente se deben revisar las instalaciones y conexiones. Si se presentan escapes deben ser sellados de inmediato.

Medidas de control

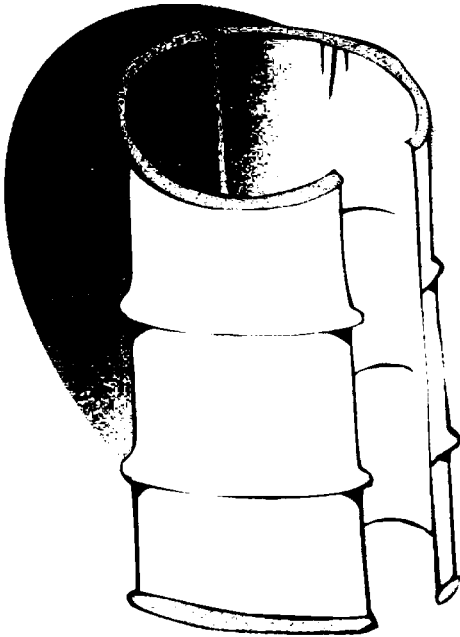
- Para mantener un suministro adecuado de agua en el sector, se debe nombrar a un fontanero y a un delegado en cada pileta, quienes coordinarán el suministro de agua a la comunidad en sus respectivos horarios y turnos.
- Revisar cada una de las piletas durante las horas de distribución para verificar que estén operando correctamente y en caso contrario hacer las reparaciones de rigor.
- La Junta de Acción Comunal o la persona encargada informará a la comunidad sobre la suspensión del servicio por reparaciones o mantenimiento.

Tanque de ferrocemento



Construcción

Formaleta para el tanque de ferrocemento



Materiales necesarios para construir un tanque de ferrocemento

Materiales	un.	cant.
Malla de pollos Alto: 1.50	m	2.50
Cemento gris	bulto	1
Arena lavada de río	m ³	0.075
Caneca o tanque metálico de 55 galones sin tapa	un.	1

0.075 m³ de arena = 20 paladas aproximadamente.

Procedimiento

1. Corte la caneca de 55 galones en dos partes iguales.

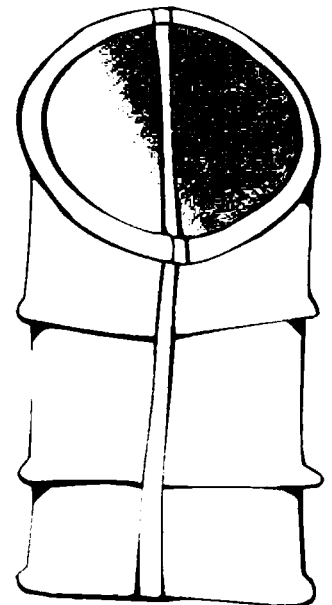
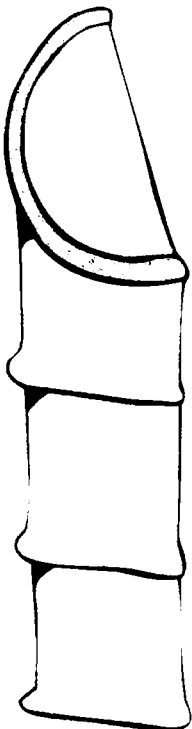
Para esta operación puede utilizar un cincel y una maceta.

2. Con las mismas herramientas, elimine el fondo de cada una de las mitades. De esta forma se obtiene la formaleta que va a servir de molde para elaborar el tanque de ferrocemento.

3. Una las dos mitades utilizando alambre dulce o quemado. Para esto puede hacer unos huecos en cada borde de las láminas o colocar dos listones de madera para después sujetarlos con el alambre.

4. Engrase las paredes internas de la formaleta con una brocha o un trapo con kerosene o aceite de motor quemado para evitar que la mezcla se pegue al tanque. No adicione mucho porque de lo contrario la mezcla no se va a sostener.

Así se tiene el molde terminado, es decir, la formaleta.



5. Corte la malla con las siguientes dimensiones:

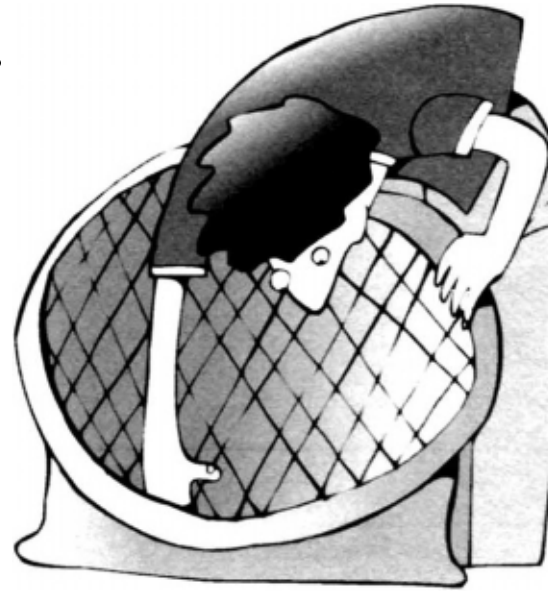
largo: 2 m

alto: 1.40 m

Colóquela en el interior del molde de tal forma que quede tocando las paredes.

6. Corte la malla que queda por fuera del molde en cuatro partes iguales para tejer la base del tanque.

Una vez esté tejida la base, vote el molde para iniciar la colocación de la mezcla.



Para cortar la malla utilice el cortafríos.

Colocación de la malla en el interior de la formaleta

7. Prepare la mezcla utilizando las siguientes proporciones:

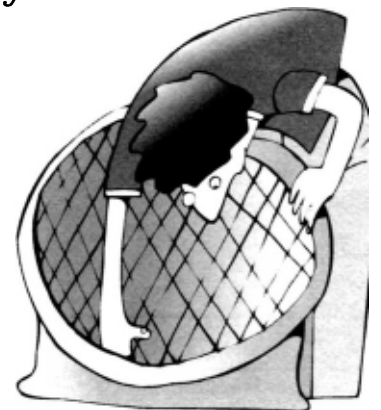
16 paladas de arena + 9 paladas de cemento + agua

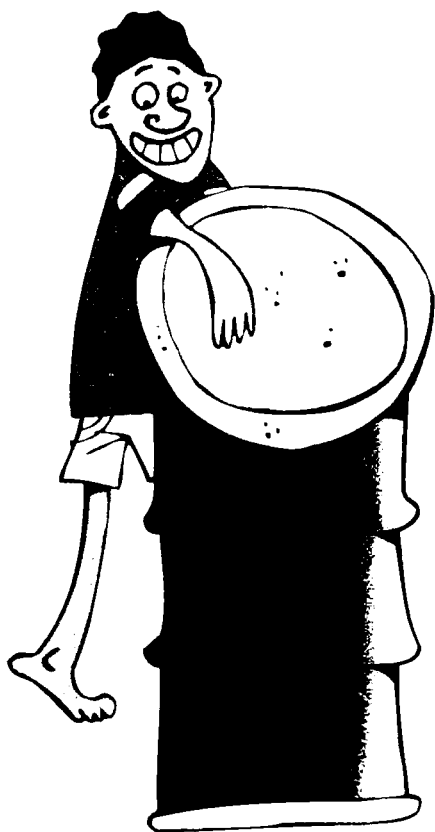
La mezcla debe tener una consistencia dura.

8. Utilizando un guante plástico, empiece a moldear el tanque con la mano, comenzando desde el fondo hacia arriba internamente. Este proceso se hace pegando la mezcla en la malla y paredes de la formaleta.

La base del tanque no debe quedar muy gruesa; con unos tres centímetros de espesor es suficiente.

El espesor de las paredes oscila entre 2 y 3 cm.





Observaciones generales

Proceso de curado

Antes de retirar la formaleta, el tanque debe rociarse con agua tres veces al día para evitar la presencia de grietas y futuras filtraciones de agua.

En clima cálido, retire la formaleta al segundo día.

En clima frío, retírela al tercer día.

Una vez haya retirado la formaleta, continúe rociando con agua el tanque durante cinco días, momento en el cual debe llenarlo con agua para asegurar que no presente filtración a través de las paredes. En caso de presentarse, desocupe el tanque y aplíquele una mezcla de cemento y arena en el lugar de la filtración.

Elabore una tapa para el tanque; puede ser de madera o ferrocemento.

TANQUE TERMINADO



Captación de aguas lluvias



En regiones con largos períodos de sequía entre épocas de lluvia se recomienda construir tanques para almacenar el agua que cae.

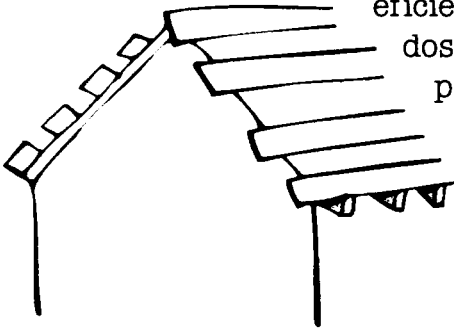
El agua es captada de los techos de las casas y conducida por canaletas laterales que van a depositar el agua a un tanque de almacenamiento o cisterna.

Para que la captación de aguas lluvias sea eficiente, los techos deben ser construidos con materiales apropiados que no permitan obstrucción del recorrido del agua, con suficiente área y adecuada pendiente.

Los techos pueden ser elaborados con tejas galvanizadas de asbestocemento (Eternit), de barro o plástico, entre otros.

TEJADOS PARA CAPTACIÓN DEL AGUA

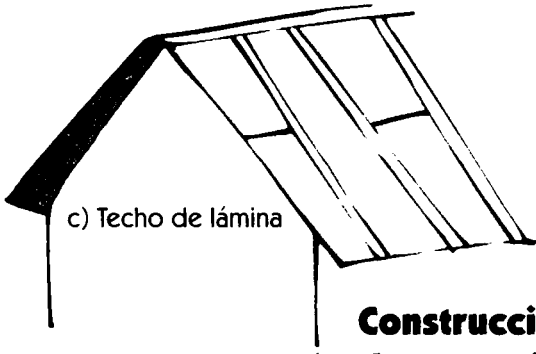
a) Sistema de soporte para el tejado



b) Techo con tejas de barro



c) Techo de lámina



Construcción de un sistema de captación de aguas lluvias

Procedimiento

Es indispensable tener listo el tanque de almacenamiento o cisterna para el sistema de captación de aguas lluvias.

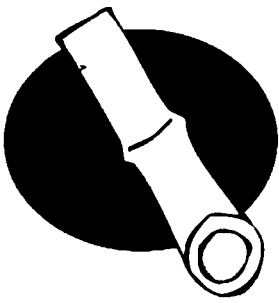
Captación

Para techos existentes, chequéelos para confirmar su resistencia y buen estado. Si la estructura aparece débil, deberá ser reforzada o reparada.

Si va a instalar un nuevo tejado, coloque el material sobre la estructura que va a soportar la teja y empiece desde la parte baja hacia arriba de tal forma que las tejas traslapien una sobre otra y así evitar goteos.



- La cisterna o tanque de almacenamiento debe estar lo más próximo a la vivienda y lo más alejado de las áreas de contaminación, como letrinas o aguas negras.
- Cuando empieza la época de lluvia y se capte el agua que cae sobre el techo, es necesario perder los primeros litros de agua, ya que ésta tendrá mucho polvo del que se acumula en el techo.



Instalación de la canal

Las canales deben ser instaladas para recolectar el agua de la superficie del techo. Pueden ser hechas de bambú, metal, asbesto-cemento o plástico.

Las canales deben ser lo suficientemente profundas para mantener el agua recolectada y prevenir que se rebose.

El procedimiento que se explica a continuación se realiza utilizando bambú.

Las canales de bambú se hacen cortando la caña por la mitad en sentido longitudinal.

Procedimiento

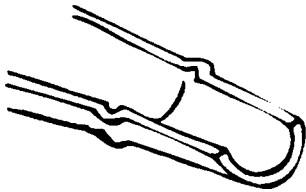
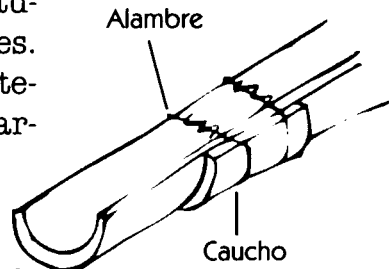
1. Ate piezas de alambre a la estructura del techo para soportar las canales. Los alambres deben ser lo suficientemente largos para después enrollarlos por las canaletas.

De esta manera quedan fijas.

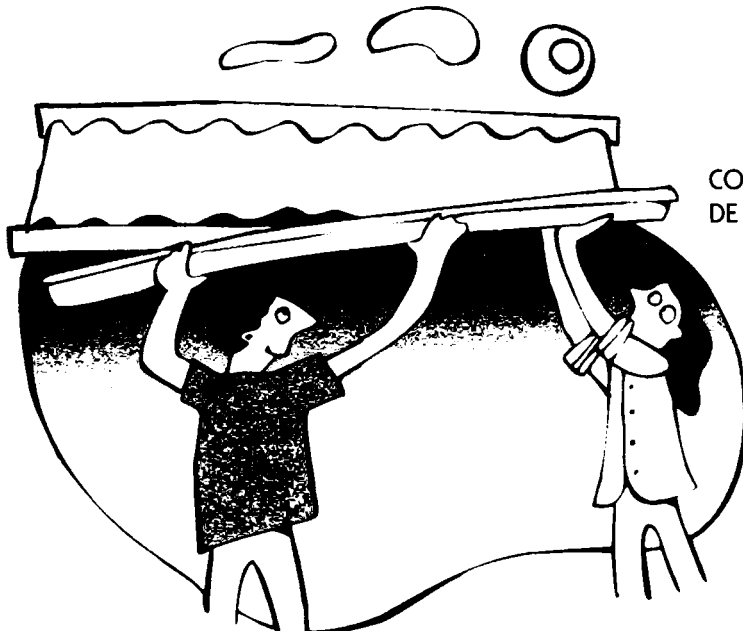
2. Una las secciones de la canal colocando una pieza de caucho en la junta (punto de unión de las canales).

El caucho se fija alrededor de las canales por medio de un alambre fijo.

3. Comience la instalación de las canales en los lados de la casa y conéctelas a las bajantes que se unen al tubo vertical para conducir las aguas lluvias a la cisterna o tanque de almacenamiento.



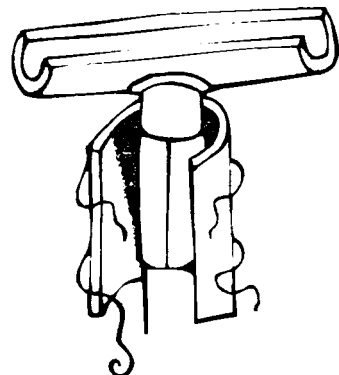
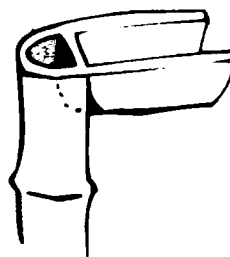
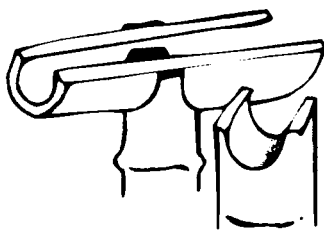
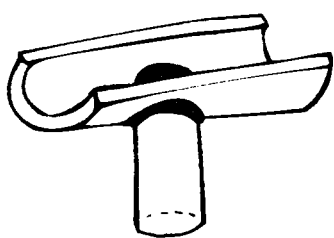
CANAL DE BAMBÚ



COLOCACIÓN DE LA CANAL

**CONEXIÓN ENTRE
LAS CANALES
Y LAS BAJANTES**

Las canales deben estar lo suficientemente inclinadas para permitir que el agua fluya libremente hacia la cisterna. Tampoco debe ser muy pendiente porque se sale el agua.



4. Instale un tubo vertical (bajante) para conducir las aguas lluvias a una cisterna o tanque de almacenamiento.
5. Coloque una pequeña malla de plástico sobre la abertura del tubo vertical para evitar que con el arrastre de agua entren partículas contaminantes a la cisterna.

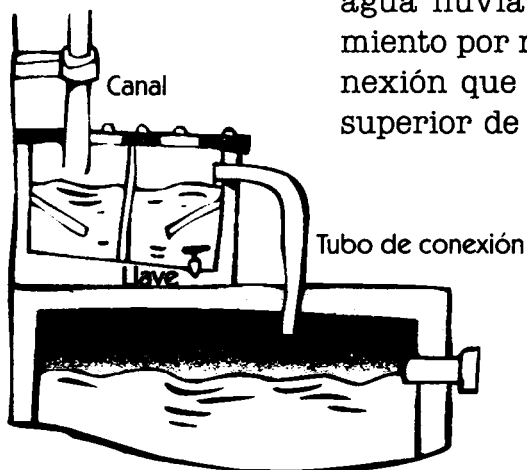
Las uniones se pueden reforzar colocando piezas de caucho para evitar goteo, y amarrar con alambre.

Observaciones generales

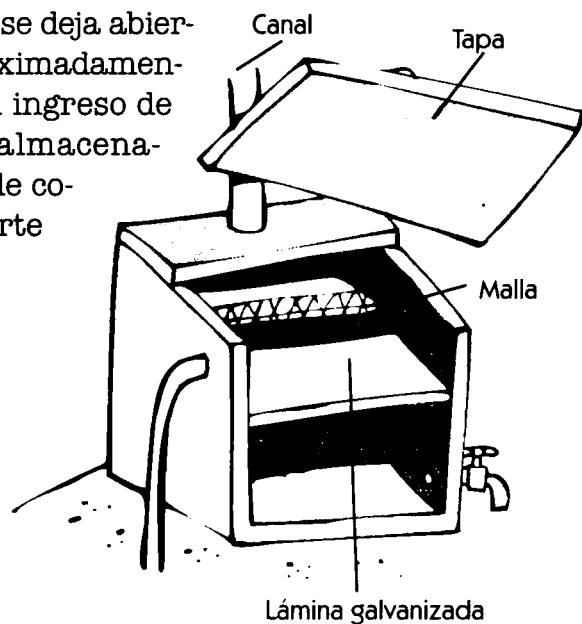
Para evitar la entrada de las primeras aguas lluvias al tanque de almacenamiento se recomienda construir una pequeña caja sobre la tapa del tanque en donde las aguas lluvias se van a depositar directamente.

Esta caja posee una llave de salida. En el momento de iniciar la lluvia se deja abierta. A los cinco minutos aproximadamente, se cierra y se permite el ingreso de agua lluvia al tanque de almacenamiento por medio del tubo de conexión que inicia en la parte superior de la caja.

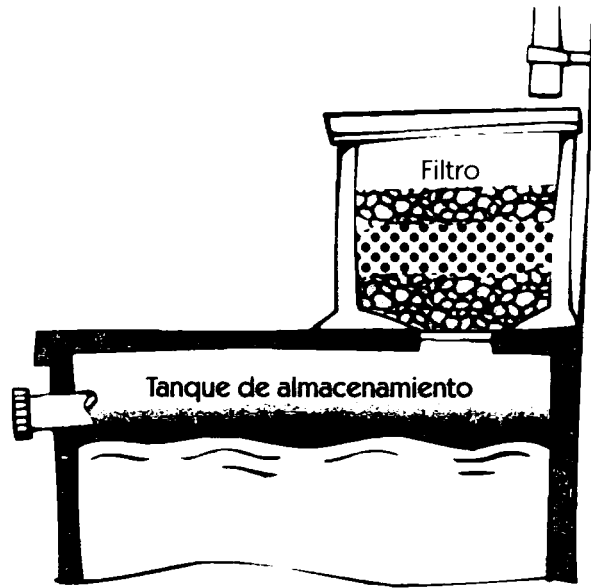
**CAJA
DE RECOLECCIÓN**



**DETALLE DE LA CAJA
DE RECOLECCIÓN**



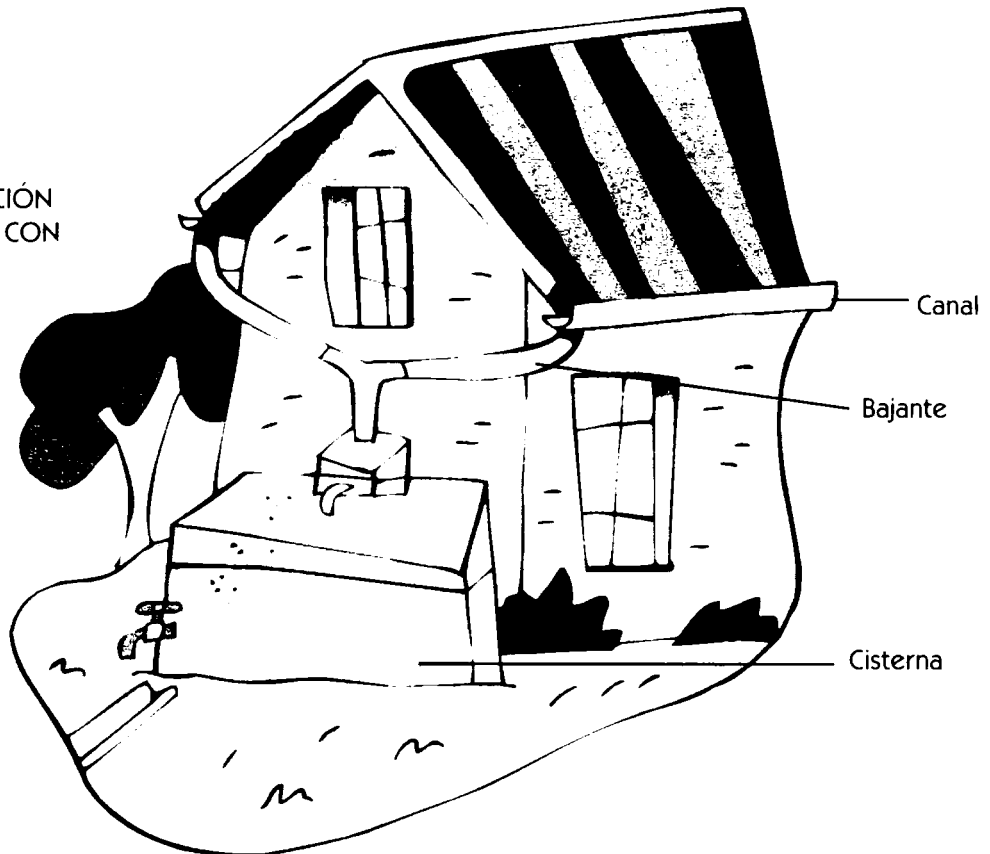
Coloque una malla transversal a lo largo de la abertura de la caja con el fin de retener los sedimentos.



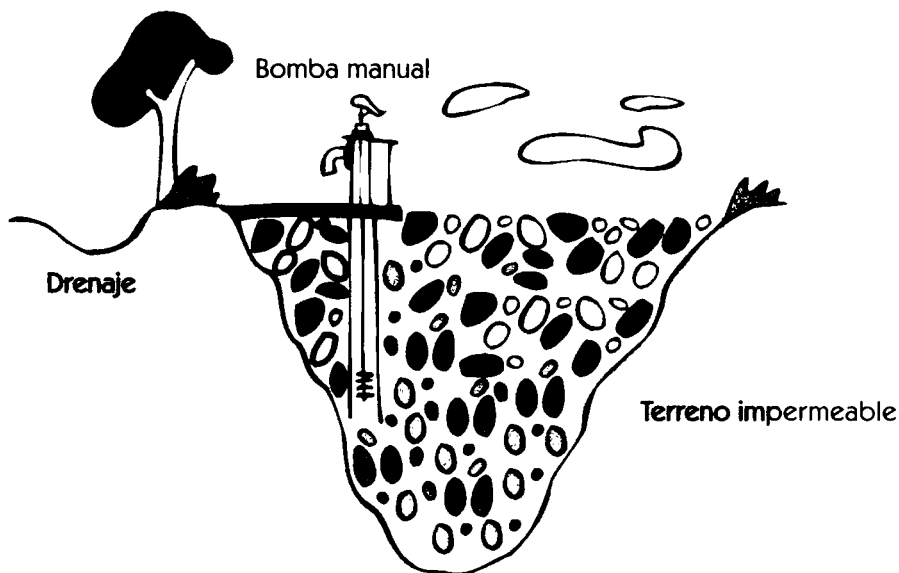
TRATAMIENTO
CON FILTRO
PARA AGUAS LLUVIAS

Para hacer un tratamiento a las aguas lluvias se recomienda construir un filtro lento de arena en la parte superior del tanque. De esta forma se garantiza agua almacenada de buena calidad. Si el agua es para consumo, hiérvala o desinfectela con cloro, como se indica en los métodos de tratamiento del agua.

SISTEMA DE CAPTACIÓN
DE AGUAS LLUVIAS CON
FILTRO



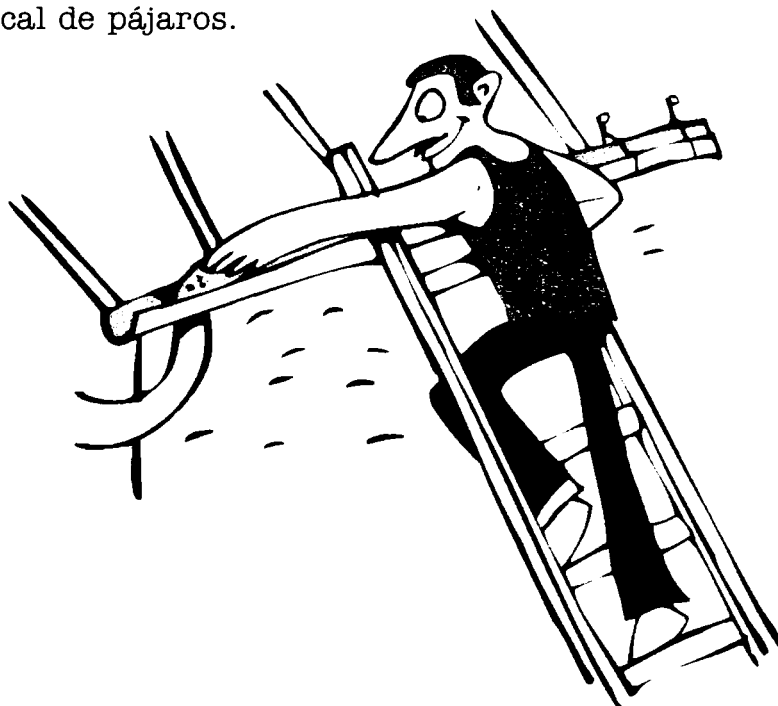
Cuando el terreno es impermeable, se puede construir un reservorio con piedras para almacenar las aguas lluvias e instalar una bomba manual para extraer el agua.



Mantenimiento

Un buen mantenimiento asegura que la máxima cantidad de agua lluvia es recolectada adecuadamente:

- Conserve el tejado en buenas condiciones. Repare cualquier hueco en el tejado y cambie tejas en mal estado para prevenir goteras.
- Limpie el tejado entre lluvias, removiendo partículas extrañas y materia fecal de pájaros.



- Conserve las canales en buenas condiciones. Asegúrese que estén firmemente atadas al tejado y que estén bien unidas para evitar escapes de agua cuando llueva.
- Remueva partículas que puedan obstruir las canales.

Chequéé las mallas que van en las canales y remueva material depositado en ellas que pueda obstruir el paso del agua.

- Si utiliza caja de recolección para recoger las primeras aguas lluvias, límpiela después de cada lluvia para remover los sedimentos, espumas o natas que se puedan encontrar.

Lista de materiales utilizados para elaborar un sistema de captación de aguas lluvias con un tanque de almacenamiento con una capacidad de 1 m³.

Materiales	Un.	Cant.
Bloque de arena de río	un	100
Cemento gris	bulto	6
Arena de río gruesa	m ³	0.5
Arena de río fina	m ³	1
Varilla ³ / ₈ long 6 m	un.	3
Llave terminal galvanizada 1/2"	un.	2
Unión galvanizada 1/2"	un.	2
Tubo galvanizado 1/2"	m	1.5
Codo galvanizado 1/2"	un.	2
Tapa desagüe	un.	1
Alambre dulce	kg	0.1
Canal Eternit N° 20		
l = 3 m	un.	2
Terminal N° 20	un.	1
Bajante N° 20	un.	1
Ganchos canal N° 20	un.	6

El tanque de almacenamiento puede ser más grande dependiendo de las necesidades establecidas.

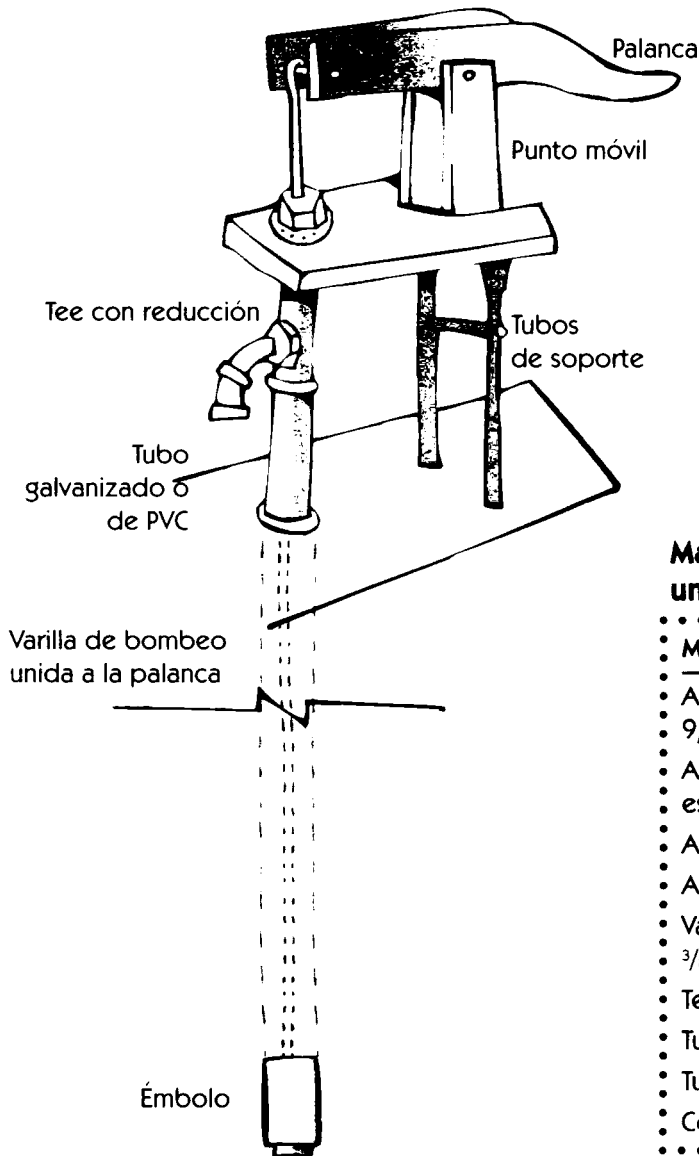
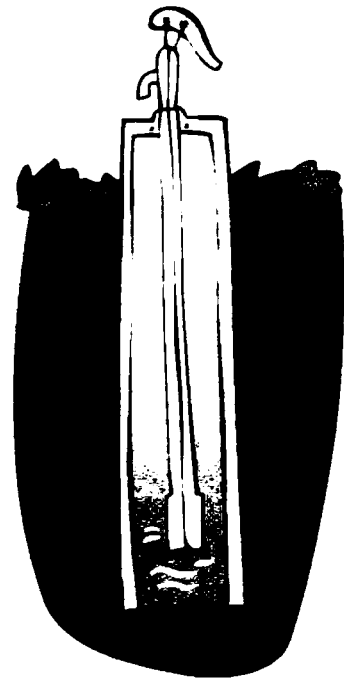
Bombas manuales



Las bombas manuales son muy útiles en aquellos sectores donde utilizan pozos o tanques de almacenamiento como sistemas de abastecimiento para hacer más fácil el acceso del agua y disminuir riesgos de contaminación al introducir objetos sucios en el mismo tanque o pozo.

Partes de una bomba manual

En el interior del tubo galvanizado se introduce un dispositivo llamado émbolo, que va a permitir la entrada del agua accionando la palanca en la parte superior. El émbolo va unido a la palanca con una varilla.



Materiales utilizados para construir una bomba manual

Materiales	Unid.	Cant.
Arandelas de madera 9,6 cm, espesor: 2 cm	un.	3
Arandelas de caucho 10 cm espesor: 0.5 cm	un	2
Arandela de cuero 10	un.	1
Acople galvanizado	un.	1
Varilla galvanizada $\frac{3}{8}$ L = 6 m	un.	2
Tee 4", Reducción 2"	un.	1
Tubo galvanizado 2"	m	1
Tubo galvanizado 4"	m	4
Codo galvanizado 2"	un.	1

Construcción

Descripción de los materiales

Se recomienda que todos los materiales para la construcción de la bomba manual sean de hierro galvanizado o en tubería de PVC para evitar problemas de corrosión.

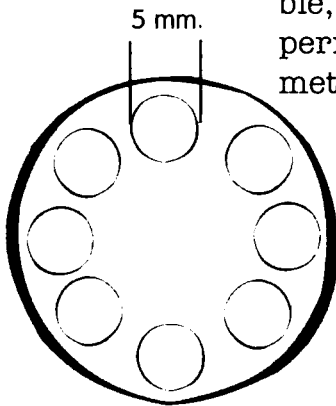
Para la elaboración del émbolo se necesitan los siguientes materiales:

Arandela de madera



Arandela de caucho

- 3 arandelas de madera con un diámetro de 9,6 cm y un espesor de 2 cm.
- 2 arandelas de caucho con un diámetro de 10 cm y un espesor de 5 mm.
- Una arandela de cuero bastante flexible, ya que va a actuar como válvula permitiendo la entrada de agua. Diámetro 9,6 cm.

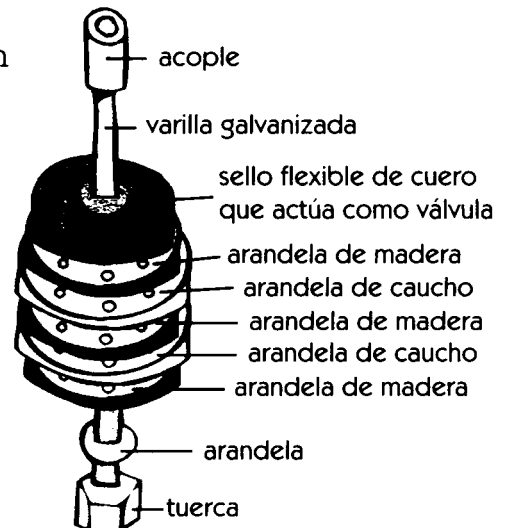


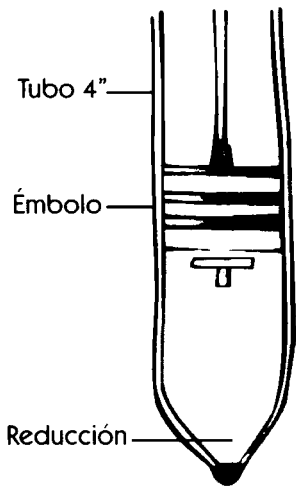
A todas las arandelas, excepto la de cuero, se le deben hacer 8 orificios de 5 milímetros aproximadamente, de tal forma que al colocarlas juntas, los orificios coincidan unos con otros.

Procedimiento

1. En una varilla galvanizada o en un tubo delgado de cobre, coloque cada una de las arandelas en el siguiente orden:
2. Coloque en el extremo de la varilla una arandela y una tuerca para sostener las arandelas, como se indicó anteriormente.

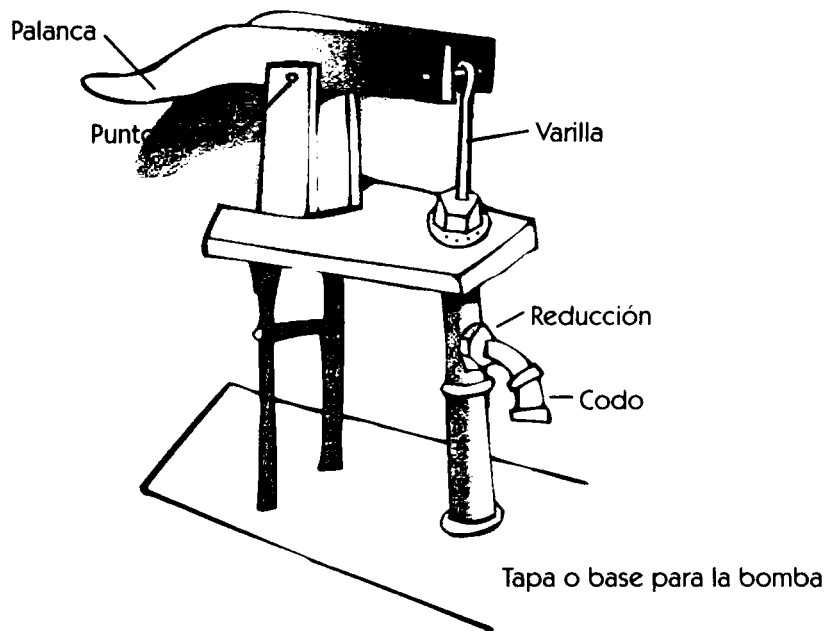
ÉMBOLO





3. En el extremo de la varilla coloque un acople con rosca, de donde partirá la varilla que va a estar unida en el extremo de la palanca.
4. Localice el émbolo en el interior del tubo galvanizado de 4 pulgadas de diámetro; también puede utilizar un tubo de PVC del mismo diámetro.
5. Una el émbolo a la varilla larga e introdúzcalo en el tubo de 4 pulgadas de diámetro (10 cm).
6. En la parte interior del tubo haga una reducción en forma de embudo y coloque en el extremo una pequeña bola de cristal que tape parcialmente, permitiendo la entrada gradual del agua y evitando el ingreso de partículas extrañas al interior del tubo.

Para manipular la bomba manual se puede construir un soporte de la siguiente manera:



7. Después, instale la bomba en el lugar donde se va a extraer el agua, sobre una base firme. Esta base puede ser la tapa del pozo o del tanque de almacenamiento.

Funcionamiento de la bomba manual

Al subir la palanca, el émbolo baja, permitiendo la entrada del agua a través de los orificios. La arandela de cuero flexible se levanta por la presión que ejerce el agua. En el momento de bajar la palanca, la arandela de cuero también se baja sellando el paso del agua y permitiendo de esta forma acumular una columna de agua en el interior del tubo de 4 pulgadas de diámetro.

Al bajar y subir varias veces la palanca, el agua va subiendo poco a poco hasta alcanzar la salida. De esta forma se obtiene agua por bombeo.

Mantenimiento

- Es recomendable aplicar pintura anticorrosiva a cada una de las partes expuestas a la lluvia.
- Los puntos de eje o puntos móviles se deben lubricar semanalmente.
- Las uniones se deben chequear diariamente para evitar posibles fugas.
- El émbolo se debe chequear semanalmente, revisando cada una de sus partes.

En caso de que las arandelas de caucho o de madera se encuentren en mal estado, hay que cambiarlas de inmediato.

- Se recomienda colocar una malla en el tubo de salida para prevenir la entrada de pequeños animales e insectos.

**Limpieza,
desinfección
e inspección
sanitaria de tanques
de almacenamiento**



Las actividades de limpieza, desinfección e inspección sanitaria de los diversos tanques de almacenamiento de agua garantizan almacenar el líquido en buenas condiciones, siempre y cuando se realicen estas actividades periódicamente mediante la utilización de las soluciones en las proporciones y procesos indicados.

Para el proceso de desinfección se utiliza el cloro en sus presentaciones líquida y sólida, en forma de solución para ser aplicada en los tanques de almacenamiento de agua.

El agua para consumo se debe recoger en tanques y recipientes limpios, procurando que el líquido permanezca almacenado el menor tiempo posible.

La limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento de agua comunitarios y a nivel domiciliario deben programarse en días de bajo consumo para evitar molestias a los habitantes de la comunidad.

Instrucciones para el lavado y desinfección del tanque

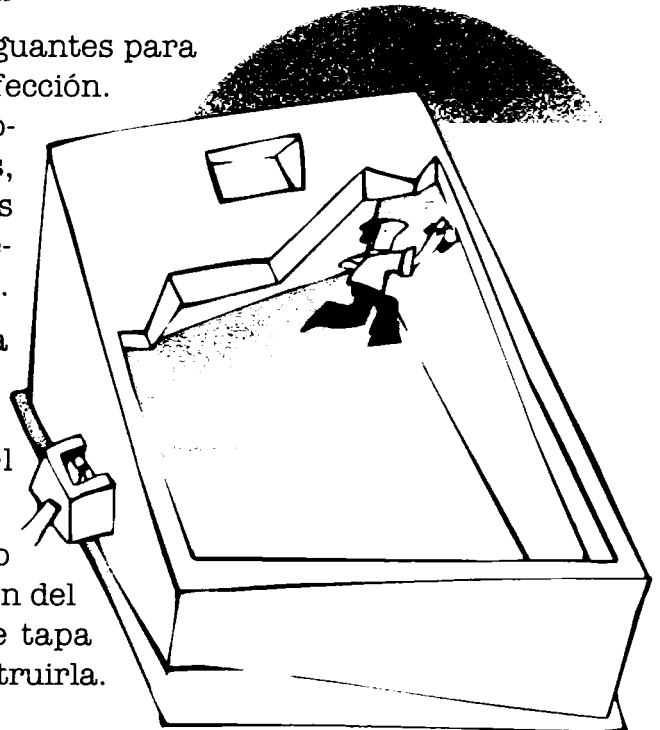
Tanque de distribución

1. Use botas, casco y guantes para la limpieza y desinfección.

Aliste cepillos, escobas, baldes, rodillos, bombas aspersoras o cualquier otro elemento que necesite.

2. Cierre totalmente la entrada de agua y abra la salida para que se desocupe el tanque.

3. Retire con cuidado la tapa de inspección del tanque. Si no tiene tapa se recomienda construirla.



Si el tanque es oscuro, utilice lámparas de pila (linternas).

4. Ingrese al tanque cuando el nivel de agua sea bajo, de 20 a 30 centímetros aproximadamente. A este nivel cierre la salida y abra el desagüe.
5. Remueva el material de sedimentación (barro) que se encuentra en el fondo del tanque, utilizando escobas y recipientes para extraer el material.
6. Cepille el piso y las paredes con agua.
7. Para la desinfección utilice una solución clorada de 150 a 200 ppm, preparada así:

En un recipiente de 20 litros adicione una cucharadita con cloro en polvo y mezcle en forma homogénea.

Déjela en reposo 10 minutos.

8. Humedezca el rodillo con la solución de cloro y páselo por las paredes como si estuviera pintando.

También puede utilizar escobas o cepillos unidos a un palo de escoba.

9. Deje actuar la solución durante cuatro horas.

10. Enjuague las paredes y el fondo del tanque utilizando una manguera a presión o baldes.

Deseche estas aguas de lavado mediante el desagüe.

11. Retire todo el material que utilizó en la limpieza.

12. Cierre el desagüe y permita nuevamente la entrada del agua al tanque.

13. Chequé el cloro residual, el cual puede ser hasta de 5 ppm.

14. Abra la válvula que da acceso a la red de distribución.

15. Vuelva a lavar y desinfectar el tanque una vez al año cuando menos, preferiblemente cada seis meses.

.....
• **Advertencia:** •

• Es necesario que el •
• tanque se encuentre •
• bien aireado para •
• permitir la evacuación •
• de los fuertes olores •
• producto de la •
• aplicación de cloro. •
.....

Tanques domiciliarios

Se deben limpiar y desinfectar por lo menos cada cuatro meses.

El procedimiento utilizado es el mismo que el anterior, con la diferencia que estos tanques son generalmente de menor tamaño.

La solución de cloro también se puede preparar disolviendo una botella de blanqueador comercial en 10 litros de agua y utilizar el mismo procedimiento.

Para la desinfección del agua para beber, recolectada en pozos o tanques de almacenamiento, se pueden utilizar unidades químicas de desinfección, llamadas comúnmente hipocloradores.

Estos hipocloradores se introducen en los depósitos de agua y actúan desinfectando el agua por medio de dosis de solución de cloro.

A continuación se describen algunos elementos que se utilizan para garantizar el agua de buena calidad y que es guardada en los tanques de almacenamiento o para protección de pozos.

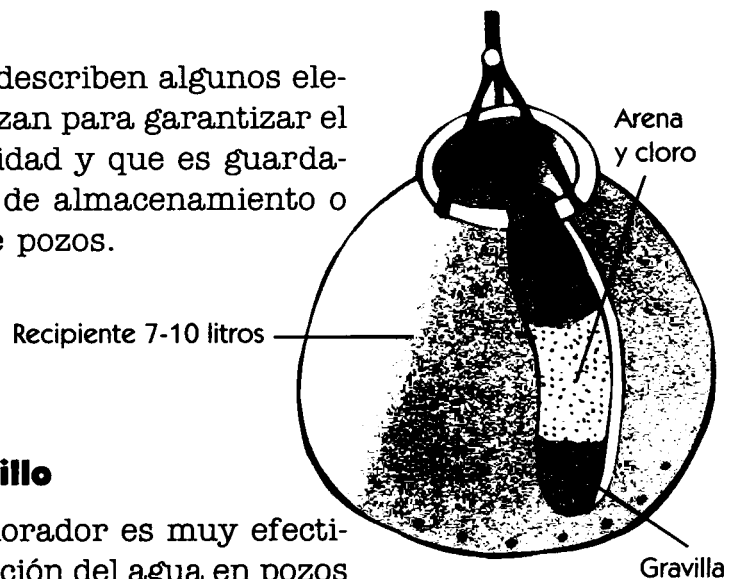
Hipocloradores

Hipoclorador sencillo

Este tipo de hipoclorador es muy efectivo para la desinfección del agua en pozos poco profundos.

También puede ser utilizado en reservorios o tanques de almacenamiento.

Este hipoclorador consta de una olla de barro o un recipiente plástico con capacidad para 7-10 litros, con la parte superior abierta; en su interior contiene una mezcla de arena y polvo blanqueador: cloro. La olla es sumergida en el agua y se mantiene allí colgando de una cuerda.



HIPOCLORADOR SENCILLO

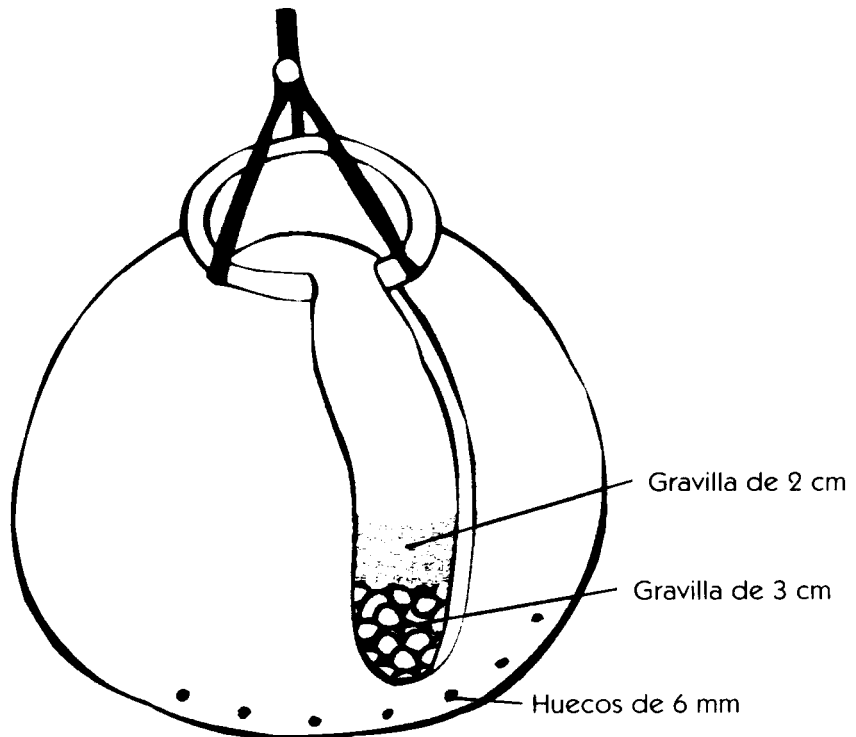
Lista de materiales para la elaboración de un hipoclorador sencillo

Materiales	Un.	Cant.
Recipiente de arcilla o plástico con capacidad de 7-10 litros	Un.	1
Hipoclorito de calcio (cloro al 65%)	kg	1.5
Arena lavada de río	kg	3.0
Gravilla ¹	m ³	0.01

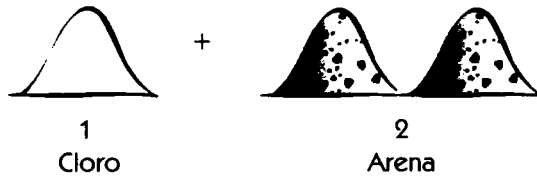
¹ 0.01 m³ = 3 palas.

Procedimiento

1. Aliste la jarra o recipiente que vaya a utilizar y lávelo muy bien por fuera y por dentro.
2. Haga siete orificios en la parte baja del recipiente, con diámetro de 6 mm aproximadamente.
3. Llene cerca de una tercera parte del recipiente con gravilla. Coloque primero una capa de gravilla gruesa y luego una delgada.



4. Haga una mezcla con el desinfectante y la arena en esta proporción:



Generalmente se utilizan 1,5 kilogramos de cloro y 3.0 kilogramos de arena.

5. Adicione la mezcla de cloro y arena al recipiente.

Por encima de esta capa coloque 2 cm de gravilla hasta el cuello del recipiente.

6. Ate una cuerda al recipiente para sumergirlo en el tanque de almacenamiento de agua.

Este sistema desinfecta un pozo o cualquier tanque de almacenamiento de agua con un gasto de 1500 litros/día, durante siete días.

Hipoclorador doble

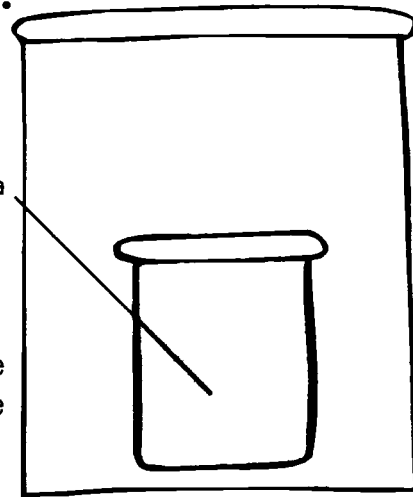
Lista de materiales para la elaboración de un hipoclorador doble

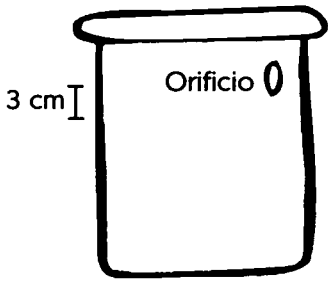
Materiales	Un.	Cant.
Recipiente plástico de 5 a 6 litros de capacidad	1	1
Recipiente plástico de 3 a 4 litros de capacidad	1	1
Hipoclorito de calcio (cloro al 65%)	kg	1
Arena lavada de río	kg	2

Mezcla de cloro y arena

Procedimiento

1. Coloque un recipiente que contenga 1 kg de cloro y 2 kg de arena lavada de río en el interior de otro recipiente más grande.

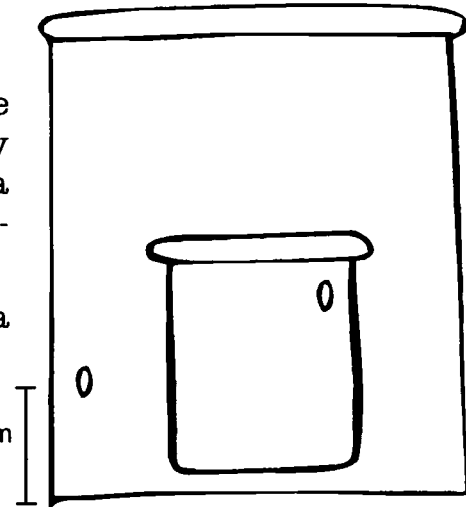




2. Al recipiente pequeño practique un orificio de 1 cm de diámetro a unos 3 cm por encima de la mezcla de arena y cloro.

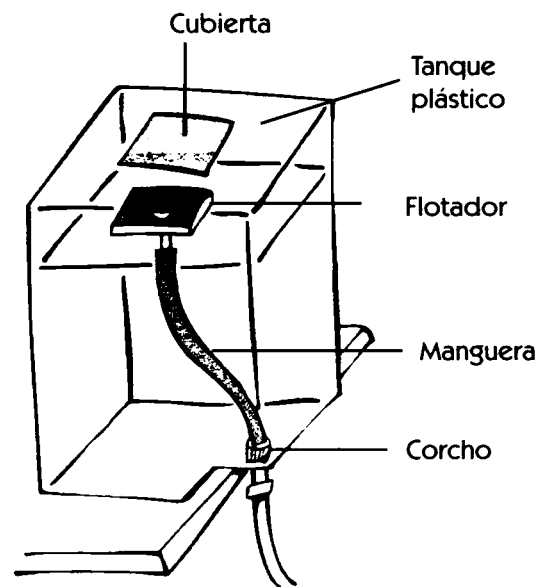
3. Al recipiente grande adecúe una cubierta bien sellada y practique un orificio de 1 cm a unos 4 cm por encima del fondo del recipiente.

Este comparador se utiliza para desinfectar un pozo o cualquier otro sistema de abastecimiento de agua con un gasto de 500 litros/día, durante tres semanas.



Hipoclorador de alimentación por goteo

Este tipo de hipoclorador consta de un recipiente plástico invertido, que en su interior tiene una manguera que se sostiene por un flotador, permitiendo el flujo de una solución de cloro al punto de salida del recipiente.

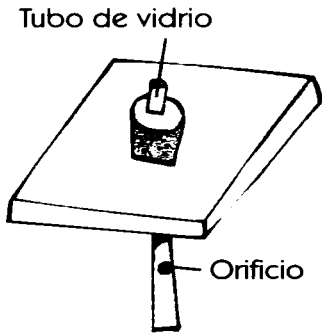


Materiales necesarios para la elaboración de un hipoclorador por goteo

Materiales	Un.	Cant.
Recipiente plástico		
de 5 galones = 20 litros	Un.	1
Manguera plástica de 3/8"	m	1
Corcho	Un.	1
Tubo de gotero	Un.	1
Abrazadera	Un.	1
Pieza de madera de 10 x 10 cm	Un.	1

Procedimiento

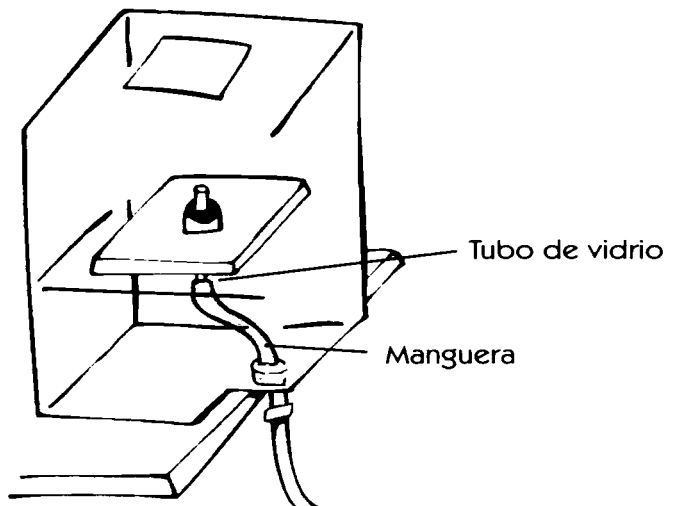
1. Prepare el equipo de alimentación por goteo que se instala en el interior del recipiente de 5 galones.
- Utilice la pieza de madera o icopor para el flotador.



En el centro del flotador coloque el corcho y pase a través de él un tubo fuerte que puede ser de vidrio, cobre o cualquier otro material rígido. El tubo deberá ser suficientemente largo, de tal forma que sobresalga un poco por encima del corcho y un poco más por debajo de flotador.

- Haga un hueco con el tubo localizado por debajo del flotador (este orificio permite la entrada de la solución de cloro).
2. Una al tubo una manguera plástica por debajo del orificio del tubo (en el extremo del tubo).
3. Coloque un corcho en la salida del recipiente y haga un orificio en el centro de tal forma que pase la manguera a través de él sin que se presente filtración de la solución.
4. Llene el recipiente con la solución de cloro.

Utilice blanqueador doméstico que contenga 2.5% de cloro activo.



5. Controle el flujo por medio de una pequeña abrazadera en la manguera. De esta forma se permite la salida de la solución de cloro por goteo.
6. Instale el recipiente plástico sobre el pozo o reservorio.

La manguera del recipiente deberá estar en contacto con el agua a tratar.

Mantenimiento

- Se deben chequear periódicamente los cloradores, asegurando que haya suficiente cloro disponible en el agua, con cloro residual entre 0,2 y 0,6 ppm.
- Generalmente se debe cambiar la mezcla de cloro y arena cada 10-15 días.
- Cuando se remueve un clorador para adicionarle una nueva mezcla, se debe chequear y verificar que todas las partes del clorador se encuentren en buen estado.
- Almacenar el cloro en un lugar oscuro y fresco, y asegurarse de que los recipientes que contienen el cloro se encuentren bien sellados. Un inadecuado almacenamiento del cloro, disminuye su efectividad.
- Los cloradores deben colocarse en un sitio alejado del punto de salida del agua.

Recomendaciones para la inspección sanitaria de sistemas de abastecimiento



La inspección sanitaria consiste en hacer una revisión de los diferentes componentes de un sistema de abastecimiento de agua, como la bocatoma, el tanque de distribución y la red, entre otros, para identificar posibles problemas y tomar las medidas correctivas necesarias.

La inspección sanitaria involucra dos aspectos básicos:

- a. Mantenimiento preventivo:** Es el que se efectúa con el fin de evitar problemas en el funcionamiento de los componentes de un sistema.
- b. Mantenimiento correctivo:** Tiene en cuenta las acciones de reparación de daños causados por deterioros normales del uso de los sistemas o por acciones extrañas o imprevistas.

Estas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo son realizadas por un operador, quien es el responsable de la adecuada operación y mantenimiento de los servicios, con la colaboración de la comunidad.

La fuente de agua puede ser alterada o contaminada por algunas acciones realizadas por el hombre que pueden afectar su salud y bienestar.

Estas acciones pueden ser:

- Tala de árboles-erosión.
- Descarga de aguas negras.
- Descarga de basuras.
- Descarga de aguas industriales.

Con el fin de proteger la fuente de abastecimiento se deberá impedir cualquiera de las acciones antes mencionadas y en caso de que se presente deficiencia en la prestación de los servicios, se recomienda implementar tecnologías alternativas que den solución a estos problemas.

A continuación se dan a conocer algunas de las acciones que se deben tener en cuenta para una buena operación y man-

tenimiento de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua.

Captación

Es la parte inicial del sistema de abastecimiento de agua.

Consta de una estructura construida en la fuente, donde se recolecta la cantidad de agua necesaria para abastecer a la población.

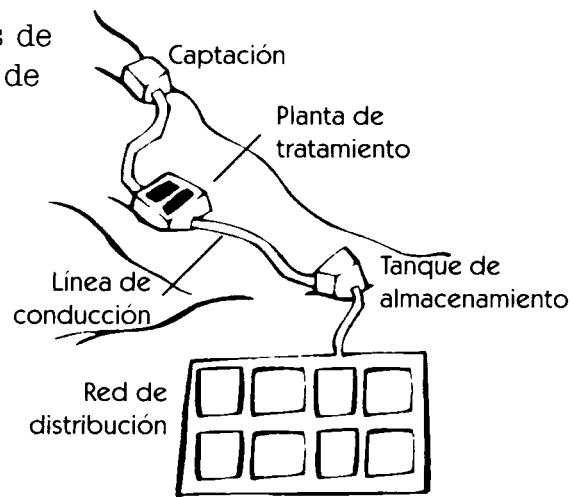
Estas estructuras son construidas generalmente en concreto reforzado.

Operación

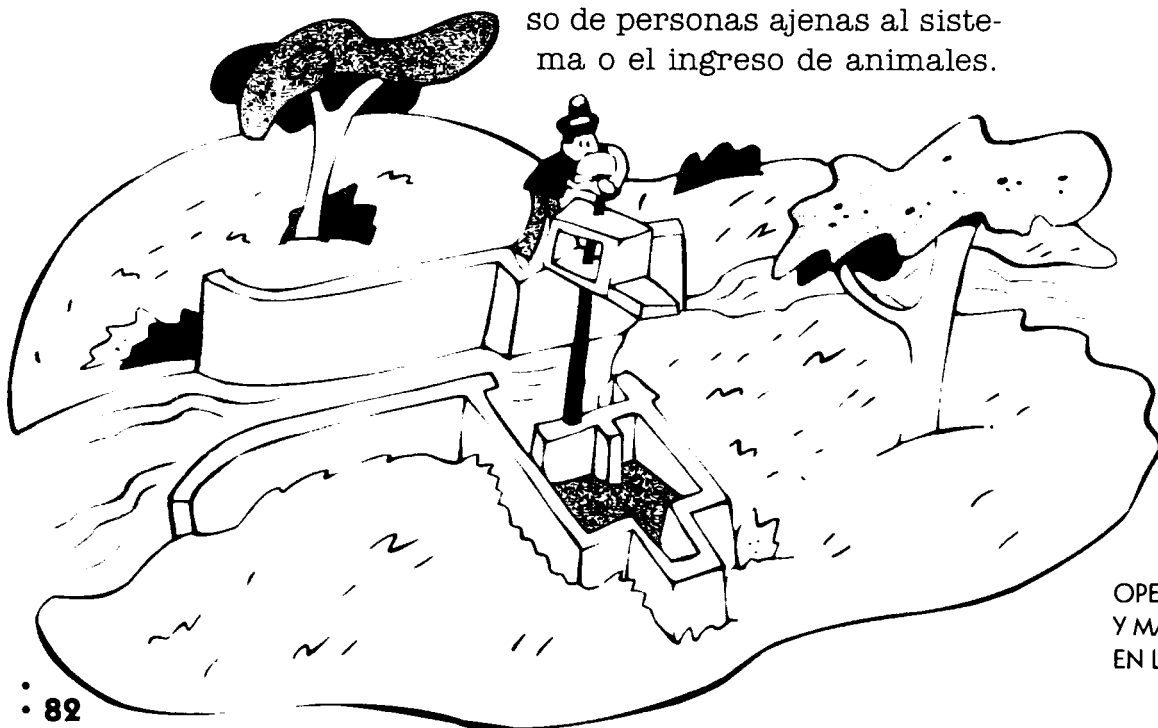
- Manejo de válvulas y/o compuertas.
- Calibración de vertederos y sistemas de medición de canales.

Mantenimiento preventivo

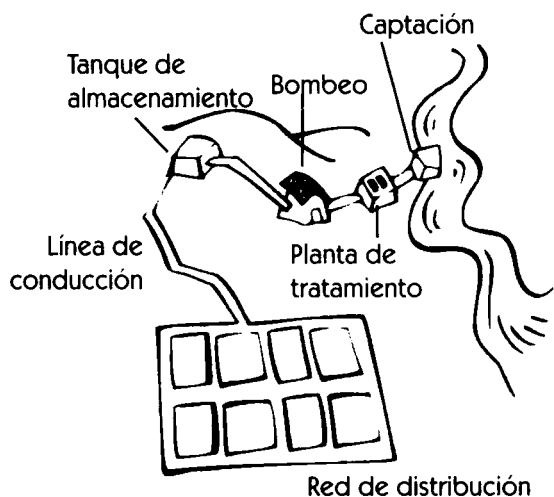
- Mantener las áreas adyacentes a la fuente reforestadas (siembra de árboles nativos) para proteger el cauce en su recorrido.
- Proteger el área de la bocatoma con una cerca para impedir el acceso de personas ajenas al sistema o el ingreso de animales.



SISTEMA POR GRAVEDAD
CON TRATAMIENTO



OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO
EN LA CAPTACIÓN



SISTEMA POR BOMBEO
CON TRATAMIENTO

ALGUNOS TIPOS
DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA

- Realizar limpieza permanente de materiales extraños que impidan un buen funcionamiento de la estructura.
- Verificar el buen funcionamiento de las válvulas y compuertas.
- Verificar que la estructura no presente fugas.
- Evitar el ingreso de aguas superficiales después de realizada la captación de la fuente. Si es necesario, reforzar obras de drenaje.

- Revisar el estado de pintura de elementos metálicos expuestos.
- Verificar el estado de las tapas sanitarias y de los accesorios de ventilación, entre otros.

Mantenimiento correctivo

- Reparar daños en la estructura.
- Reponer tapas sanitarias.
- Reparar válvulas, compuertas y vertederos.
- Modificar defectos de construcción.
- Limpiar y desinfectar.

Línea de impulsión, conducción y redes

Operación

- Manejo y regulación de válvulas.

Mantenimiento preventivo

- Limpiar y desinfectar tuberías.
- Verificar el funcionamiento de válvulas y accesorios móviles.
- Revisar el estado de pintura de elementos mecánicos.
- Mantener el sitio de instalación de la tubería limpia para inspeccionar fácilmente cualquier anomalía que se presente en el trayecto.





OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO
DE TUBERÍAS

Mantenimiento correctivo

- Reparar tuberías, válvulas y accesorios deteriorados.
- Limpiar y desinfectar.

Reservorios o tanques de almacenamiento

Operación

- Manejo de válvulas y accesorios.

Mantenimiento preventivo

- Mantener el área cercana al tanque limpia y protegida del ingreso de animales y personas ajenas al sistema.
- Proteger las tuberías de rebose y ventilación con malla plástica para evitar el ingreso de insectos.
- Limpiar y desinfectar.
- Verificar el estado de tapas sanitarias, accesorios de ventilación y de la estructura misma.

Mantenimiento correctivo

- Reparar la estructura.
- Reparar y/o reponer tuberías, válvulas y accesorios.
- Reponer tapas sanitarias.
- Limpiar y desinfectar.



El tanque de almacenamiento se debe lavar y desinfectar mínimo una vez al año, en lo posible cada 6 meses.

(Ver Desinfección de tanques de almacenamiento)

Planta de tratamiento

La planta de tratamiento consiste en un conjunto de estructuras en las cuales se realizan diversos procesos de tratamiento del agua.

Las partes principales de una planta de tratamiento son:

- Sedimentador: Es una estructura donde se efectúa la remoción de las partículas gruesas por efecto de la gravedad; sus elementos principales son la zona de ingreso, de sedimentación y salida.
- Prefiltros: Son estructuras que permiten eliminar las partículas más finas y microorganismos que contiene el agua, a través de un lecho filtrante de arena.
- Reservorio o tanque de almacenamiento, línea de conducción y red de distribución.

Operación

- Manejo de válvulas y compuertas.
- Calibración de vertederos y sistemas de medición.

Mantenimiento preventivo

- Limpiar y desinfectar.
- Pintar elementos expuestos.
- Verificar funcionamiento de válvulas y compuertas.
- Verificar colmatación de la unidad.

Mantenimiento correctivo

- Reparar estructuras y reponer tapas sanitarias.
- Reparar válvulas, compuertas y vertederos.
- Modificar defectos de construcción.
- Reponer medios filtrantes.
- Limpiar y desinfectar.



La planta de tratamiento requiere de un mantenimiento permanente en su estructura. De su mantenimiento y operación depende la calidad del agua a suministrar.

Actividades de mantenimiento y operativas en los sistemas de acueductos

Componente	Usualmente	Actividad periódica o permanente
Fuente	Inspección de la cuenca y limpieza manual.	Inspección general; chequeo vertimientos aguas negras; análisis de la calidad del agua; ejecución obras de protección cuenca (prevención y mitigación); cumplimiento normas de ordenamiento territorial.
Captación	Movimientos de válvulas y compuertas, limpieza rejilla.	Manejo accesorios; revisión estado físico y de funcionamiento; limpieza de rejilla, canal de acceso, caja de válvulas, caja de derivación (retiro arena y otros elementos); pintura accesorios.
Desarenador	Inspección visual y movimientos de válvulas.	Retiro sedimentos (por manejo de válvulas, accesorios y manual); limpieza estructura (interna, externa); revisión estado físico y de funcionamiento (caudal, volumen de agua, rebose, fugas, etc.); pintura y lubricación de accesorios.
Aducción/conducción	Recorrido línea; limpieza cajas de válvulas.	Inspección y operación válvulas de purga, ventosas y otras estructuras (cámaras de quiebre de presión); revisión fugas; evaluación estabilidad terreno; protección contra la intemperie (tubería en pasos elevados, quebradas, puentes, etc.); control de presiones (mediciones) y chequeo conexiones clandestinas.
Planta de tratamiento	Limpieza floculadores, sedimentadores, filtros, aplicación insumos químicos.	Control de vibraciones y ruidos; revisión conexión entre equipos; lubricación y limpieza de partes; control y sobrecalentamiento de partes eléctricas; revisión de motores; control de fugas; aplicación pintura a estructuras y equipos; revisión de instrumentos y controladores; pruebas de aislamiento; mantenimiento de aireadores, mezcladores, floculadores, sedimentadores, filtros, tanque de aguas claras, dosificadores.
Almacenamiento	Cierre y apertura de válvulas (entrada y salida); control de llenado y desocupado; retiro de sedimentos.	Lavado y desinfección; cada operación de lavado debe ir seguida de una desinfección. Las paredes y el piso deben desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio, con una concentración de 50 ppm (partes por millón) de cloro, en contacto durante 24 horas. Mantenimiento válvulas y accesorios (pintura, lubricación); revisión de flotadores (si existen), tuberías de rebose y lavado; chequeo niveles en el tanque; detección y control de filtraciones; impermeabilización con productos autorizados por Minsalud; protección estructura (cerramiento).
Redes de distribución	Operación por sectores; cierre y apertura válvulas; registro, presión y mantenimiento general.	Localización y clasificación de daños; detección y control de fugas; control contaminación redes; reparación daños; renovación tuberías (por edad o estado de funcionamiento); revisión hidrantes; verificación funcionamiento de la red (terreno cedido, uniones desalojadas, instalaciones clandestinas, válvulas trabadas, falta de manijas, cajas inundadas o con sedimento, escapes en uniones, tornillería suelta, etc.); drenaje y limpieza cajas; engrase mecanismos de operación.

Instrumentos de apoyo**Recomendaciones**

Fontanero; capacitación y compromiso de la comunidad; registro de información; consulta estudios, medición caudales (mínimos máximos), comportamientos (cloro, turbiedad), registros (verano, invierno).

• Mantenimiento preventivo: permanente.
• Mantenimiento correctivo: según ocurrencia.

Fontanero; registro de información en libros, bitácoras o formularios, herramienta menor (palas, palustres, etc.) y equipos.

• Mantenimiento preventivo: limpieza de la rejilla mínimo una vez al año.
• Mantenimiento correctivo: según ocurrencia.

Fontanero; registro de información en libros, bitácoras o formularios; herramienta menor (palas, palustres, cepillos metálicos, materiales como postes, mallas o alambres para cerramiento área de localización, estructura, etc.).

• Mantenimiento preventivo: semanalmente limpieza estructura.
• Mantenimiento correctivo: periódicamente.

Fontanero; capacitación y compromiso de la comunidad; registro de información en libros, bitácoras o formularios; herramienta menor (picas, palas, etc.); contratación obras; disponibilidad de accesorios (codos, válvulas, uniones, etc.) y tuberías; cumplimiento normas técnicas de diseño y construcción.

• Mantenimiento preventivo: inspección diaria de la red; operación válvulas de purga cuando se detecte una disminución de caudales.
• Mantenimiento correctivo: periódicamente.

Operadores de planta, libros de control de calidad; manuales de mantenimiento; programas de salud ocupacional (control de riesgos en la salud de los operarios); planes operacionales de emergencia, disponibilidad de elementos (equipos, accesorios, repuestos, etc.); señalización; contratación servicios con terceros; cumplimiento Normas Técnicas de Calidad del Agua, según Decreto 475 de 1998.

• Mantenimiento preventivo: diario, mensual o anual según elemento o estructura.
• Mantenimiento correctivo: según ocurrencia.

Fontanero; herramienta menor; insumos químicos; registro de información.

• Mantenimiento preventivo: lavado tanque, mínimo una vez al año o según estado de los sedimentos.
• Mantenimiento correctivo: periódico.

Personal técnico calificado; registro de información (clasificación de daños); catastro de red (planos actualizados); manuales (operación y mantenimiento de equipos, accesorios); planos o esquemas de esquinas, normas técnicas de construcción; equipos y herramienta menor (llaves de tubo, registros y acoples, alicates, martillos, marcos y seguetas, mechero, flexómetro, terraja, etc.); disponibilidad de tuberías y accesorios; equipos de detección y control de fugas; información a los usuarios sobre las zonas afectadas (boletines, medios de comunicación).

• Mantenimiento preventivo: mensualmente purga de la red en horas de bajo consumo (noche).
• Mantenimiento correctivo: según frecuencia de ocurrencia.