



Estado Plurinacional  
de Bolivia



Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Agua Potable y  
Saneamiento Básico

*Operación y Mantenimiento  
de Tecnologías Alternativas  
en Agua y Saneamiento*

**(POBLACIONES MENORES  
A 10.000 HABITANTES)**



**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
DE TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS  
EN AGUA Y SANEAMIENTO**



EL PRESENTE MANUAL FUÉ ELABORADO EL AÑO 2004

DEPÓSITO LEGAL  
4-2-427-04 P.O.

RE-IMPRESIÓN  
Año 2010

FINANCIADO POR:  
UNICEF

La Paz, Agosto de 2010



## AGRADECIMIENTO

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, en el marco de sus competencias normativas, pone a disposición de profesionales, técnicos, capacitadores del sector agua y saneamiento, el presente Manual de Capacitación, compuesto de cuatro volúmenes.

La presente reimpresión 2010, en un tiraje de 1.000 ejemplares, fue posible gracias a UNICEF y la participación de profesionales del sector e instituciones que de manera desinteresada contribuyen para que nuestro país cuente con valiosos instrumentos técnicos.

Dr. Felipe Quispe Quenta  
VICEMINISTRO DE AGUA POTABLE  
Y SANEAMIENTO BÁSICO



## PRESENTACIÓN

El objetivo institucional del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico es el de promover el mejoramiento de la calidad de vida de la población, a través de la formulación, difusión y ejecución de políticas y normas destinadas al desarrollo e instalación de los servicios de saneamiento básico.

En ese contexto, el VAPSB pone a disposición de planificadores, técnicos, capacitadores y en general de todas las personas involucradas en programas y proyectos de agua y saneamiento, una serie de cuatro manuales de capacitación sobre implementación de proyectos sostenibles, tecnologías alternativas, gestión y tarifas en agua potable y saneamiento.

Estos cuatro manuales se constituyen en instrumentos de apoyo que contienen orientaciones importantes para la implementación de proyectos sostenibles de agua y saneamiento, en poblaciones con menos de 10.000 habitantes, con énfasis en las poblaciones rurales y pequeños poblados suburbanos.

En los manuales se destaca el enfoque de demanda, y se enfatiza sobre la interculturalidad, la participación comunitaria, género, educación sanitaria y el uso de tecnologías sencillas y la capacitación en operación y mantenimiento, como elementos importantes que contribuyen a la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento.



# ÍNDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>OBJETIVO DEL MANUAL</b> .....	<b>6</b>
<b>1.TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA</b> .....	<b>7</b>
1.1 Protección de Vertiente .....	9
1.2 Sistemas de Agua por Gravedad.....	15
1.2.1. Captación.....	17
1.2.2. Aducción .....	22
1.2.3. Tanque de almacenamiento .....	26
1.2.4. Red de distribución .....	30
1.2.5. Pileta domiciliaria y pública.....	32
1.3 Captación de Agua de Lluvia .....	36
1.4 Pozo Excavado (noria).....	43
1.5 Pozo Perforado Manualmente, de Pequeño Diámetro .....	50
<b>2.TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA BOMBAS DE AGUA</b> .....	<b>57</b>
2.1 Bomba Manual de Acción Directa, para Pozos de Poca Profundidad.....	59
2.2 Bomba Manual de Accion Directa, para Desniveles de Bombeo Intermedio (con válvulas hechizas) .....	65
2.3 Bomba Manual de Acción Directa, para Grandes Desniveles de Bombeo .....	70
2.4 Bomba Manual de Soga .....	80
2.5 Bomba Manual Balde .....	86
2.6 Bomba Eólica.....	91



2.7	Bomba Solar .....	94
2.8	Bomba de Ariete .....	98
2.9	Torre Hidroneumática .....	102
<b>3.</b>	<b>CALIDAD DEL AGUA Y SU TRATAMIENTO .....</b>	<b>107</b>
3.1	Calidad del Agua para Consumo Humano .....	109
3.2	Desinfección del Agua a Nivel Domiciliario .....	115
3.3	Filtración a Nivel Domiciliario .....	120
<b>4.</b>	<b>TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA SANEAMIENTO .....</b>	<b>127</b>
4.1	Letrina con Arrastre de Agua .....	129
4.2	Letrina Ecológica Seca Familiar .....	139
4.3	Letrina Mejorada de Pozo Ventilado .....	144
4.4	Ducha Solar .....	150
	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>155</b>
	<b>SIGLAS Y ABREVIATURAS .....</b>	<b>160</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y PROVEEDORES .....</b>	<b>161</b>

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías alternativas en agua y saneamiento, utilizadas desde hace más de dos décadas, en diferentes zonas de nuestro país por ONG's y otras instituciones, han reportado experiencias y enseñanzas valiosas que el presente manual rescata para su difusión.

Las tecnologías alternativas ofrecen soluciones técnicas adecuadas, haciendo uso de aspectos constructivos, técnicas, materiales y equipos simples, para la provisión de agua y saneamiento, principalmente para atender las necesidades de la población en áreas rurales, semi-dispersas y dispersas del país.

La aplicación de las tecnologías alternativas en las comunidades exige la construcción de obras con materiales locales y no locales de buena calidad; para garantizar una infraestructura que cumpla satisfactoriamente su tiempo de vida útil, en beneficio de la salud de la población.

Se requiere realizar acciones de operación y mantenimiento de manera sistemática; las frecuencias de estas acciones estarán de acuerdo a las condiciones de las diferentes zonas y características propias de cada tecnología, en este Manual se presentan, con carácter orientativo, frecuencias que pueden considerarse como máximas.

## OBJETIVO DEL MANUAL

Orientar a planificadores, capacitadores, operadores y usuarios de los sistemas de agua y saneamiento sobre las características técnicas y las principales acciones de operación y mantenimiento de opciones tecnológicas alternativas para instalaciones de agua y saneamiento.

## ALCANCE DEL MANUAL

Proporciona los criterios, datos e instrumentos necesarios para que operadores, planificadores, capacitadores y técnicos del área, puedan realizar la operación mantenimiento en forma efectiva programada y sistemática de las tecnologías para agua y saneamiento.

Las tecnologías alternativas se presentan en el manual divididas en:

1. Tecnologías alternativas para abastecimiento de agua.
2. Tecnologías alternativas en bombas de agua.
3. Calidad del agua y su tratamiento.
4. Tecnologías alternativas en saneamiento.

En el Manual cada tecnología comprende los siguientes aspectos:

1. Descripción de la tecnología.
2. Ventajas y desventajas.
3. Acciones principales para la operación.
4. Acciones principales para el mantenimiento preventivo y correctivo.



**Tecnologías Alternativas  
para Abastecimiento de Agua**

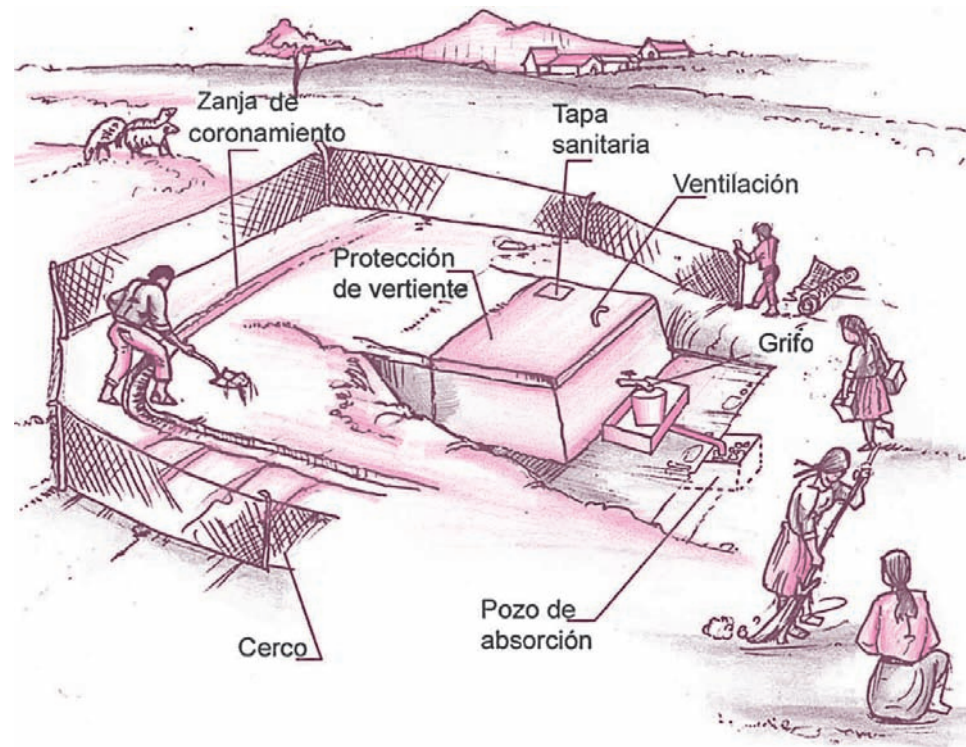


## 1.1 Protección de Vertiente

Es la estructura construida para proteger sanitariamente una vertiente de agua.

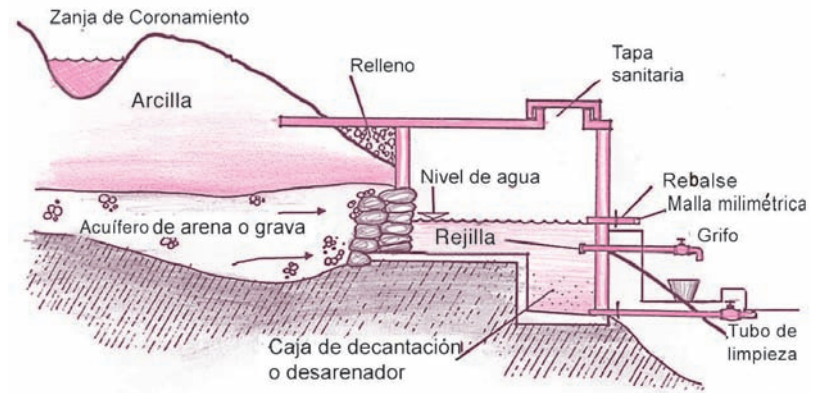
Esta protección puede estar construida con paredes de hormigón ciclópeo y tapa de hormigón armado, tiene accesorios de ventilación, limpieza, batea para asentar recipientes; puede tener uno o varios grifos, pozo de absorción, zanja de coronamiento y cerco de protección, que puede ser de malla olímpica, postes con alambre de púas, espinos o cualquier otra solución que impida el paso de animales a la protección.

Existen dos tipos de protecciones de vertientes: de ladera y de fondo.



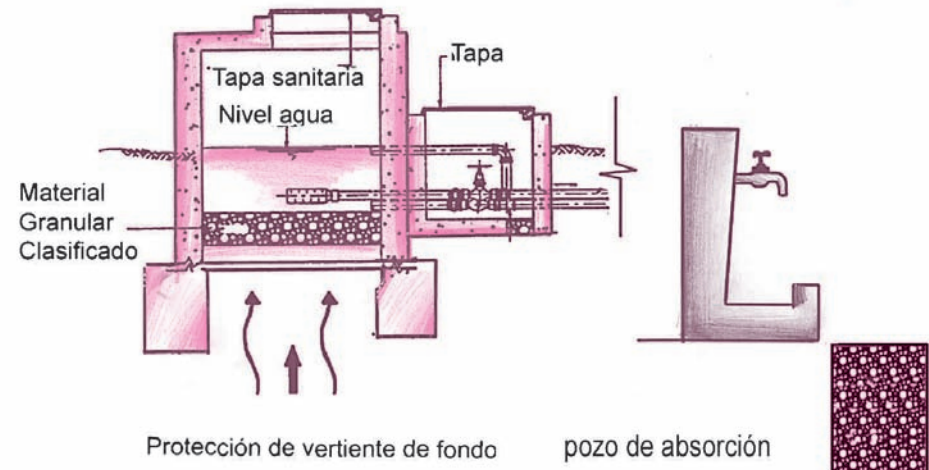
## PROTECCIÓN SANITARIA DE VERTIENTE DE LADERA:

Esta protección se construye en vertientes cuando el agua sale por una ladera del terreno y alimenta la cámara de recolección o almacenamiento por un lado.



## PROTECCIÓN SANITARIA DE VERTIENTE DE FONDO

Se construye esta protección, cuando el agua sale por el fondo en el terreno.



## VENTAJAS

- 👍 Es económica y de fácil construcción y mantenimiento.
- 👍 Protege de contaminación en la fuente.
- 👍 Permite instalar uno o más grifos de acuerdo al número de familias y caudal de la fuente.
- 👍 Apropia para grupos reducidos de familias (en zonas rurales dispersas o semi-dispersas).
- 👍 Utiliza recursos humanos y materiales locales para la construcción.
- 👍 Garantiza que el usuario cuente con agua de calidad.

## DESVENTAJAS

- 👍 Dependiendo de la distancia, el usuario debe trasladar el agua desde la cámara o grifos a su casa y esto demanda tiempo.
- 👍 Existe riesgo de contaminación del agua en los recipientes durante el acarreo y almacenamiento.
- 👍 Muchas veces un solo grifo atiende a varios usuarios, provocando aglomeración.

## OPERACIÓN

Es la acción que realiza el usuario en forma cotidiana en el momento de usar adecuadamente las partes construidas y los accesorios del sistema de agua. El proceso a seguirse es el siguiente:

- 👉 Asentar el recipiente sobre la batea (base de cemento).
- 👉 Abrir el grifo hasta llenar el recipiente.
- 👉 Cerrar el grifo, sin forzar (apretar).
- 👉 Retirar el recipiente con cuidado.



## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Revisar el área cercana a la vertiente, para identificar la presencia de fuentes de contaminación: letrinas, excrementos, animales muertos, agua estancada, etc.	Quincenal (cada 15 días).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Limpiar el área adyacente a la fuente de agua, quitando plantas, hierbas, piedras y otro material extraño.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Operador, comunidad.
☞ Limpiar el canal de desagüe y evitar charcos .	Semanal (cada semana).	Pala, escoba.	Operador, comunidad.
☞ Limpiar la zanja de coronamiento y el pozo de absorción.	Semestral (cada 6 meses).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Operador, comunidad.
☞ Verificar si no hay fugas (rajaduras por asentamientos) en la estructura, accesorios y llaves de paso.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Limpiar el interior de la cámara de captación y realizar la desinfección lavando con agua y cloro (lavandina).	Trimestral (cada 3 meses)	Balde, cepillo, escoba, trapo, rodillo, cloro (lavandina).	Operador, Comunidad.
☞ Limpiar y excavar el canal de coronamiento (zanja ubicada en la parte alta de la fuente) que protege la fuente de aguas de lluvia.	Anual (cada año) De acuerdo a requerimiento.	Pico, pala.	Operador, Comunidad.
☞ Verificar que no exista fugas en las llaves de paso y grifo.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Comunidad.



Pintado del cerco de protección y limpieza

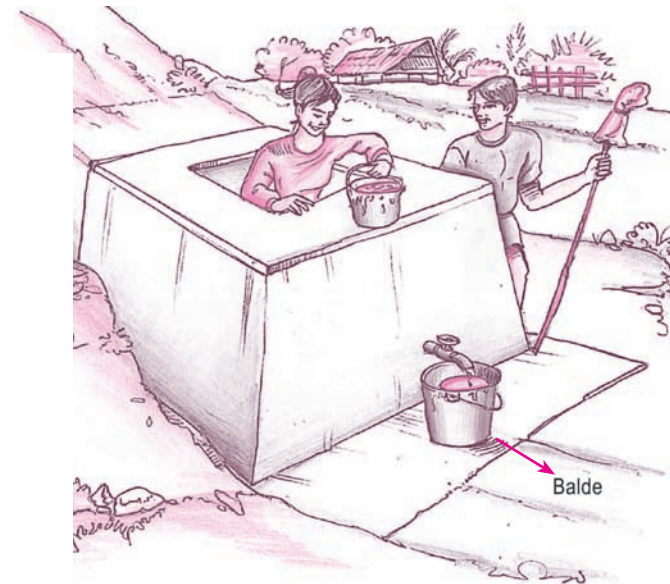


Limpieza de la zanja de coronamiento, de hierbas

## Limpeza y desinfección de la captación

- Inicialmente lavar la cámara de la protección de vertiente con agua natural, luego proceder con un segundo lavado con una solución desinfectante de lavandina, utilizando un trapo o rodillo, el mismo debe humedecerse primero en la solución y luego pasar por las paredes de la cámara (como si estuviera pintando); es posible utilizar una escoba limpia. Una vez terminado el lavado es importante dejar que la solución actúe por lo menos dos horas.
- Luego del tiempo recomendado se deberá enjuagar la cámara, con abundante agua hasta que no tenga olor a cloro, el agua utilizada en el enjuague, se deberá limpiar por la tubería de limpieza, abriendo la llave instalada en este punto.
- Una vez enjuagada la cámara y totalmente limpia se deberá cerrar la llave de limpieza para poder almacenar agua.

Si no se cuenta con lavandina o cualquier otro compuesto de cloro, es posible realizar la desinfección de la cámara con agua y jabón de lavar ropa.



## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Rajaduras o grietas en la estructura, como paredes, piso y tapa.	Reparar daños en la estructura de la cámara.	Picar el área dañada, limpiar con agua y resellar con una mezcla de concreto (cemento, arena y agua).	Balde, pala, espátula, combo, punta de fierro, cemento, arena, agua.	Operador, usuario.
Fugas en grifos por empaquetadura rota.	Cambiar empaquetaduras de goma en grifos.	Cortar empaquetadura y cambiar.	Navaja, cuchillo, martillo, goma (neumático).	Operador.
Fugas por accesorios rajados.	Cambiar piezas dañadas.	Quitar piezas dañadas y cambiarlas por nuevas.	Llave, alicate de presión, grifo, accesorios, etc.	Operador.
Tapas sanitarias rotas.	Reponer tapas sanitarias.	Vaciar nuevas tapas con hormigón y armadura de fierro.	Carretilla, balde, espátula, sierra mecánica, cemento, arena, agua, fierro de construcción.	Operador, albañil.

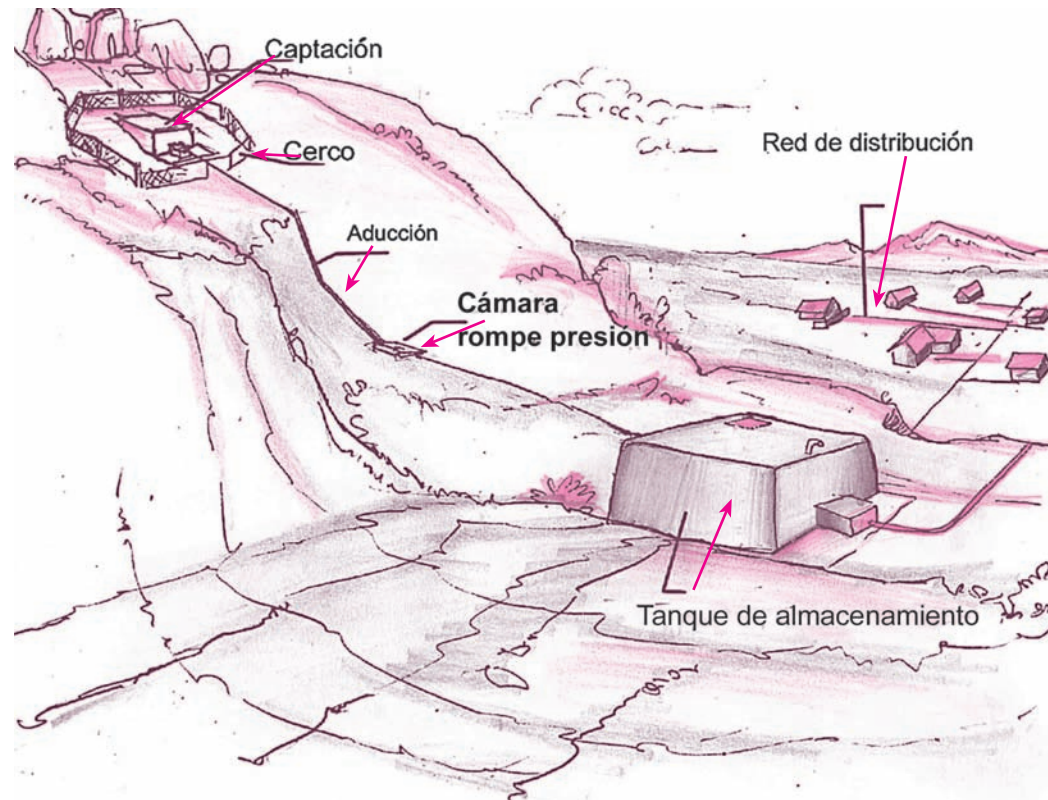


## 1.2 Sistemas de Agua por Gravedad

Está formado por varias unidades:

- ☞ Captación,
- ☞ Aducción,
- ☞ Tanque de almacenamiento
- ☞ Red de distribución, con piletas públicas o conexiones domiciliarias.

Tienen por objeto transportar el agua desde la fuente hasta los puntos de consumo.



Sistema de Agua por Gravedad

## VENTAJAS

- 👍 Económico y de fácil operación y mantenimiento.
- 👍 Sistema de alta confiabilidad.
- 👍 Apropriado para grupos reducidos de familia.
- 👍 Utiliza tuberías de pequeño diámetro.
- 👍 De construcción sencilla.
- 👍 Práctico por utilizar un reducido número de llaves de paso y accesorios.
- 👍 Reduce uso de accesorios.

## COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA

- 👍 Captación
- 👍 Aducción
- 👍 Tanque de Almacenamiento
- 👍 Red de Distribución

## DESVENTAJAS

- 👍 Costoso cuando la comunidad es muy dispersa.
- 👍 Costoso cuando la fuente está muy alejada.

## 1.2.1 Captación

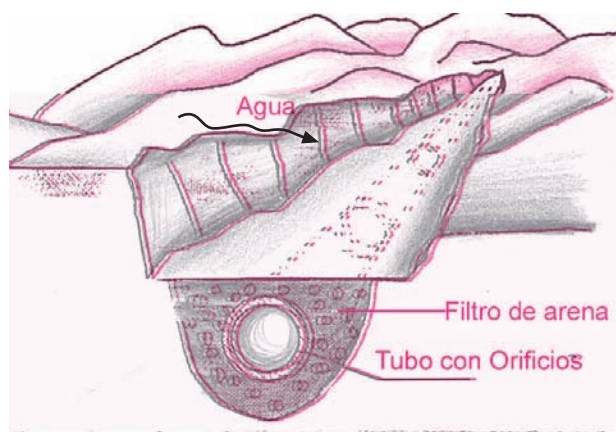
Es la estructura que sirve para la recolección del agua de las vertientes.

La captación puede ser una protección de vertiente o galería filtrante.

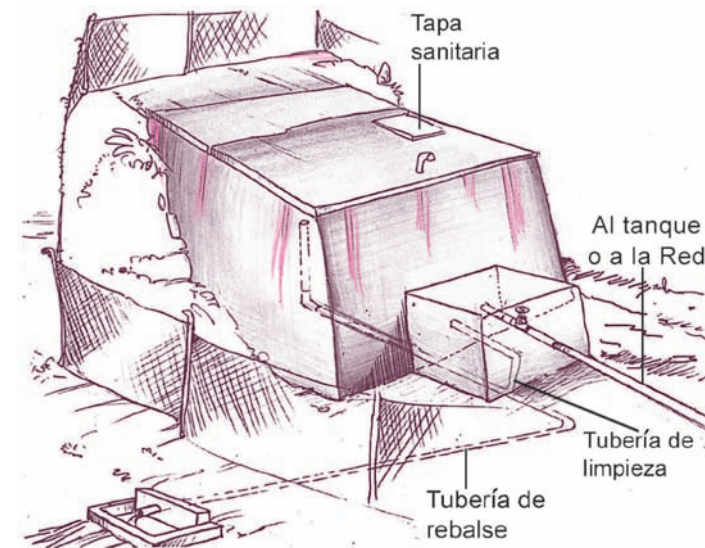
Las obras se construyen con hormigón ciclópeo u hormigón armado.

En el caso de las galerías filtrantes se utilizan tuberías perforadas, con filtro de arena.

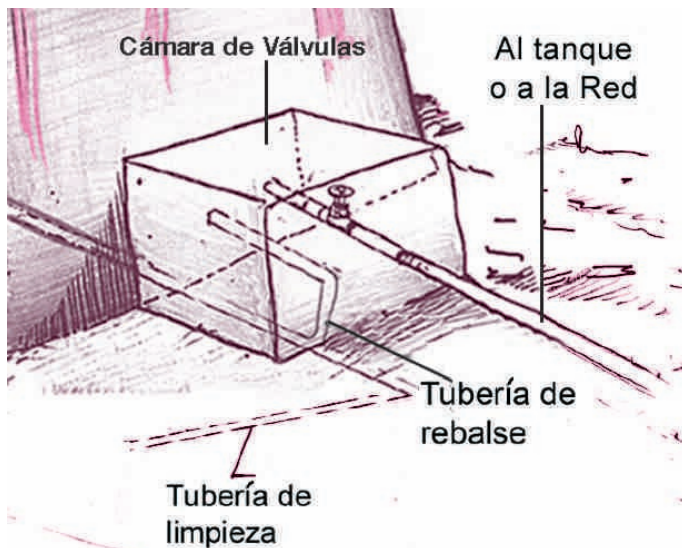
Cuando la vertiente es de bajo caudal, y la topografía lo permite, se puede construir un pequeño tanque de almacenamiento en la misma captación.



Corte de la Galería



Protección de Vertiente



## Operación

Las válvulas son utilizadas cada vez que sea necesario realizar un corte de servicio por mantenimiento o limpieza:

- ☞ Limpiar la tapa de la cámara de llaves.
- ☞ Destapar la cámara de llaves.
- ☞ Abrir y cerrar las llaves de paso (válvulas), de las tuberías de aducción y de limpieza.
- ☞ Tapar la cámara de llaves.



Las llaves de paso deben ser ajustadas con cuidado, sin forzarlas.

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Revisar el área cercana a la captación, para identificar fuentes de contaminación: letrinas, excrementos, animales muertos, agua estancada, etc.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador, comunidad.
☞ Limpiar el área adyacente a la captación, quitando plantas, hierbas, piedras y otro material extraño.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Operador, usuario, comunidad.
☞ Verificar si no hay fugas en la estructura, accesorios y llaves de paso.	Mensual (cada mes).	Cuaderno de registro.	Operador.
☞ Limpiar el interior de la captación y realizar la desinfección con agua y cloro (lavandina).	Bimestral (cada 2 meses).	Balde, cepillo, escoba, trapo, rodillo, cloro (lavandina).	Operador, usuario.
☞ Pintar las tuberías y llaves de paso.	Anual.	Pintura, brocha.	Operador, usuario.
☞ Limpiar el canal de coronamiento, que protege la captación de las aguas de lluvia.	Semestral (cada 6 meses) De acuerdo a requerimiento.	Pico, pala, carretilla.	Operador, usuario.





## Limpieza y desinfección de la captación

Es importante realizar la limpieza y desinfección en la captación, para garantizar la buena calidad bacteriológica del agua.

El proceso se realiza de la siguiente manera:

- ☞ Cerrar la llave de salida del tanque a la tubería de aducción.
- ☞ Abrir la llave de limpieza para el desagüe del agua almacenada.
- ☞ Con ayuda de una escobilla, escoba o cepillos de acero limpiar la captación.
- ☐ Luego de lavar el interior de la captación, se realiza la desinfección lavando con una solución desinfectante, utilizando un trapo o rodillo, que debe humedecerse en la solución preparada y pasarlo por las paredes de la cámara de la captación (como si estuviera pintando), es posible utilizar también una escoba limpia. Se debe dejar que la solución actúe por lo menos dos horas.



- ❑ Después del tiempo recomendado, se deberá enjuagar bien la cámara de la captación, vaciando el agua que se ha utilizado, por la tubería de limpieza, para luego cerrar esta llave y abrir la llave de salida a la tubería de conducción.

## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Rajaduras y grietas en la estructura de la obra de toma o cámara de almacenamiento.	Reparar daños en la estructura de la cámara, como rajaduras u otros.	Picar el área dañada, limpiar con agua y resellar con una mezcla de hormigón (cemento, arena y agua).	Balde, pala, espátula, combo, punta de hierro, cemento, arena, agua.	Operador, albañil.
Fugas en accesorios y llaves de paso.	Cambiar piezas dañadas (que originan las fugas) como empaques, accesorios y llaves de paso.	Quitar las piezas o llaves dañadas y cambiar por otras nuevas.	Llaves, alicate de presión, accesorios, etc.	Operador, plomero.
Tapas sanitarias rotas.	Reponer tapas sanitarias de las cámaras.	Vaciar tapas sanitarias nuevas, con hormigón armado.	Carretilla, balde, pato, sierra mecánica, cemento, arena, grava fierro de construcción y agua.	Operador, albañil.



## 1.2.2 Aducción

Se conoce como aducción a la tubería entre la obra de toma o captación y el tanque de almacenamiento.

Las tuberías de la aducción son generalmente de PVC o polietileno, deben estar enterradas en zanjas de por lo menos 0,60 m de profundidad.

En las aducciones, además de las válvulas o llaves de paso corrientes, se pueden tener válvulas de aire y válvulas de purga.

❑ **Las válvulas de aire**, son dispositivos que se instalan en las partes altas del tramo de la aducción, permiten sacar aire atrapado en la tubería debido a que limita la capacidad de circulación del agua. Este dispositivo está formado por accesorios y una válvula especial de aire (ventosa) y en muchos casos en vez de ésta, se utilizan llaves de paso corrientes. Las válvulas deberán estar protegidas por una cámara de hormigón con su respectiva tapa.

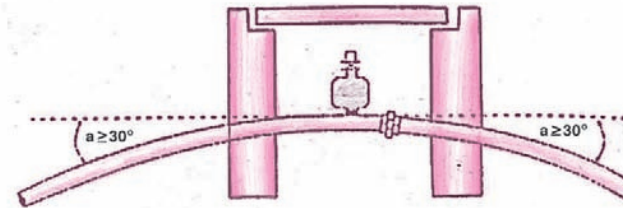
❑ **Las válvulas de purga**, son dispositivos que se instalan en las partes bajas del tramo de la aducción, permiten sacar sedimentos que se acumulan en las tuberías debido a que pueden ocasionar taponamiento o limitar la capacidad de circulación del agua. Están formados por accesorios y llaves de paso, y protegidos por una cámara de hormigón.

## Operación

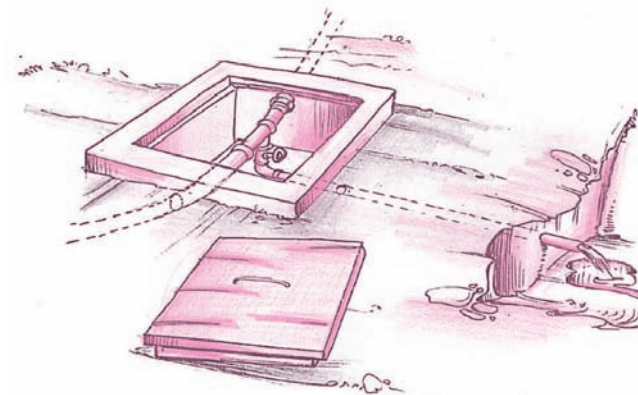
Se realiza, abriendo y cerrando las llaves de paso instaladas en la aducción, las válvulas generalmente están ubicadas a la salida de la captación y a la entrada del tanque de almacenamiento. Es importante evitar forzar las llaves al accionar.

Si las válvulas de aire son llaves de paso, se debe abrir girando la llave a la izquierda. Una vez que se ha sacado todo el aire se debe cerrar girando la llave a la derecha. Las válvulas de aire especiales (ventosas) son automáticas, se accionan con la presencia de aire en la válvula.

Para eliminar los sedimentos acumulados se deben abrir las válvulas de purga, hasta que se hayan eliminado todos los sedimentos.



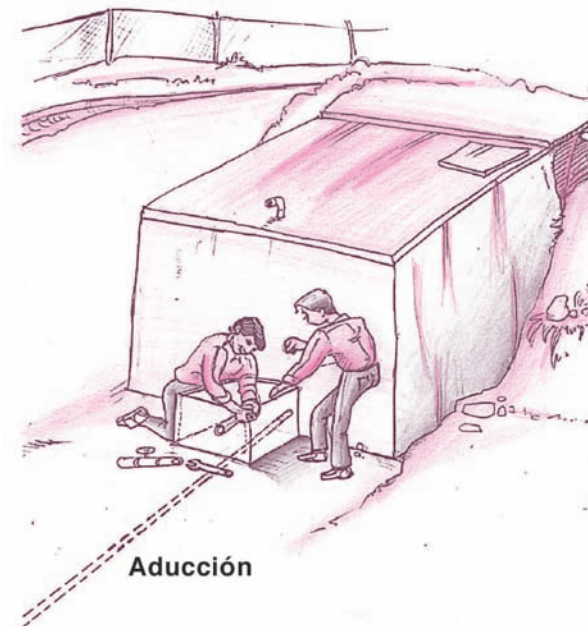
Válvula de Aire



Válvula de purga

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
Realizar la limpieza del área por donde se extiende la tubería, quitar plantas, hierbas, piedras, para facilitar la inspección e identificar con facilidad posibles fallas y fugas.	Semestral (cada 6 meses).	Pico, pala, machete.	Operador, usuario.
Verificar que la tubería no esté descubierta, en ese caso se debe cubrir de tierra.	Trimestral (cada 3 meses).	Pico, pala, carretilla, tierra.	Operador.
Limpiar las cámaras de llaves de paso.	Mensual (cada mes).	Pala, badilejo.	Operador.
Abrir las válvulas de aire en los puntos más altos, una vez eliminado todo el aire, debe cerrar la válvula.	Mensual o cuando se reinicia el servicio.	Cuaderno de registro, lápiz.	Operador.
Abrir las válvulas de purga de lodos en las partes más bajas.	Mensual o cuando se reinicia el servicio.	Cuaderno de registro, lápiz.	Operador.

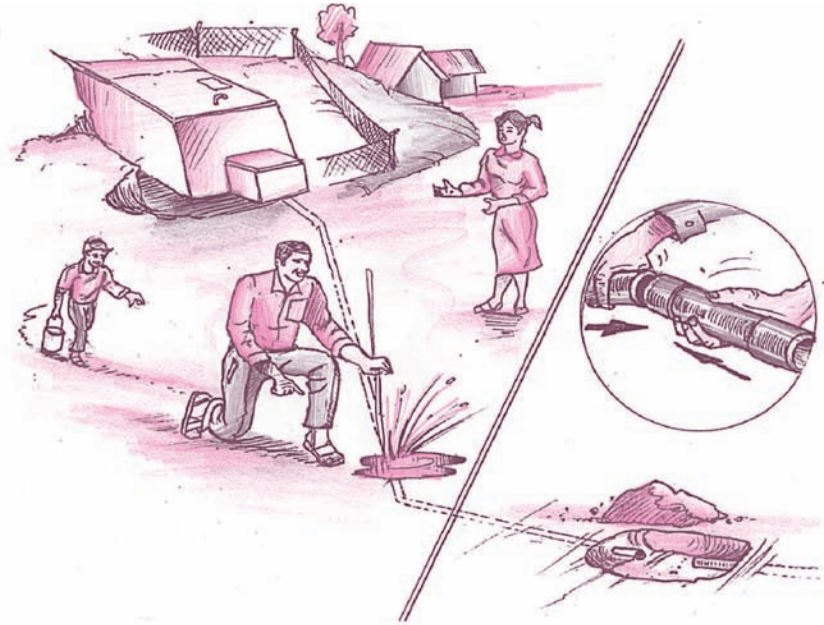


## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Fuga en tramos de tuberías y accesorios.	Reparar tuberías, válvulas y accesorios dañados.	Excavar el área donde se presentan fugas, y cortar el tramo dañado para su cambio por otra pieza nueva.	Llaves, alicate de presión, sierra mecánica, llaves de paso, tubería de repuesto, accesorios.	Operador, plomero.
Fuga en válvulas y accesorios.	Verificar uniones o cambio de válvulas y accesorios.	Excavar el lugar donde está la fuga y cambiar válvulas y accesorios.	Llaves, sierra mecánica, válvulas y accesorios.	Operador, plomero.

## Reparación de tuberías

- ❑ Se debe cortar el flujo de agua cerrando la llave de paso a la salida de la captación; una vez vacía la tubería e identificado el lugar dañado se excava con cuidado hasta descubrir la tubería.
- ❑ Cortar el tramo de tubo dañado, para reemplazarlo por otro similar. Para el caso de politubo se repara haciendo la unión a tope con accesorios de empalme en ambos extremos y con abrazaderas de presión, es importante excavar un tramo largo de manera que se pueda doblar el politubo para realizar el empalme. En el caso de tuberías de PVC, la unión será con uniones campana, traslapando el tubo nuevo en un lado para empalmar al otro, la pieza nueva que se utiliza tendrá a un lado una campana más larga que la otra, aproximadamente el doble de su largo, para evitar doblar la tubería y simplemente desplazar la nueva pieza.



Es importante cubrir con tierra cernida el tramo reparado.

### 1.2.3 Tanque de almacenamiento

**Es una estructura que sirve para almacenar y suministrar agua a presión.**

Los tanques de almacenamiento se construyen con mampostería de piedra, hormigón ciclópeo u hormigón armado, tienen tuberías, accesorios y cámaras de llaves.

#### Operación

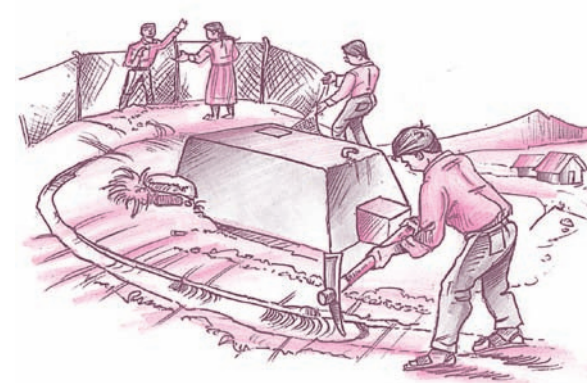
Consiste en abrir o cerrar las llaves de paso (válvulas) que conectan la tubería de aducción al tanque de almacenamiento y válvulas a la red y limpieza.

Son utilizadas cada vez que sea necesario realizar un corte de servicio por mantenimiento o limpieza del tanque, considerando lo siguiente:

- 👉 Limpiar la tapa de la cámara de llaves.
- 👉 Destapar la cámara de llaves.
- 👉 Cerrar y / o abrir las llaves de paso y de limpieza.
- 👉 Tapar la cámara de llaves.

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Revisar el área cercana al tanque de almacenamiento, identificar fuentes de contaminación: letrinas, excrementos, animales muertos, agua estancada, etc.	Trimestral (cada 3 mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador, comunidad.
☞ Verificar si no hay fugas en la estructura, accesorios y llaves de paso.	Mensual (cada mes).	Cuaderno de registro.	Operador.
☞ Limpiar el interior del tanque de almacenamiento, realizar la desinfección con agua y cloro (lavandina).	Bimestral (cada 2 meses).	Balde, cepillo, escoba, trapo, rodillo, cloro (lavandina).	Operador, usuario.
☞ Pintar las tuberías y llaves de paso.	Anual.	Pintura, brocha.	Operador, usuario.
☞ Limpiar el canal de coronamiento, que protege al tanque de almacenamiento de las aguas de lluvia.	Semestral (cada 6 meses) De acuerdo a requerimiento.	Pico, pala, carretilla.	Operador, usuario.





## Limpeza y desinfección del tanque de almacenamiento

El proceso se realiza de la siguiente manera:

- ✎ Cerrar la llave de salida del tanque de almacenamiento a la tubería de la red de distribución, cerrar la llave de paso que conecta a la aducción.
- ✎ Abrir la llave de limpieza para el desagüe del agua almacenada.
- ✎ Con cepillos de acero o una escoba limpiar el interior, paredes y piso del tanque de almacenamiento.
- ✎ Sacar los sólidos generados en el lavado del tanque de almacenamiento.

□ Luego de lavar el interior del tanque de almacenamiento, se realiza la desinfección lavando con una solución desinfectante, utilizando un trapo o rodillo, que debe humedecerse en la solución preparada y pasarlo por las paredes interiores del tanque de almacenamiento (como si estuviera pintando), es posible utilizar también una escoba. Se debe dejar que la solución actúe por más de dos horas.

□ Después del tiempo recomendado, se deberá enjuagar bien el tanque, vaciando el agua que se ha utilizado, por la tubería de limpieza, para luego cerrar esta llave y abrir la llave de salida a la conducción.



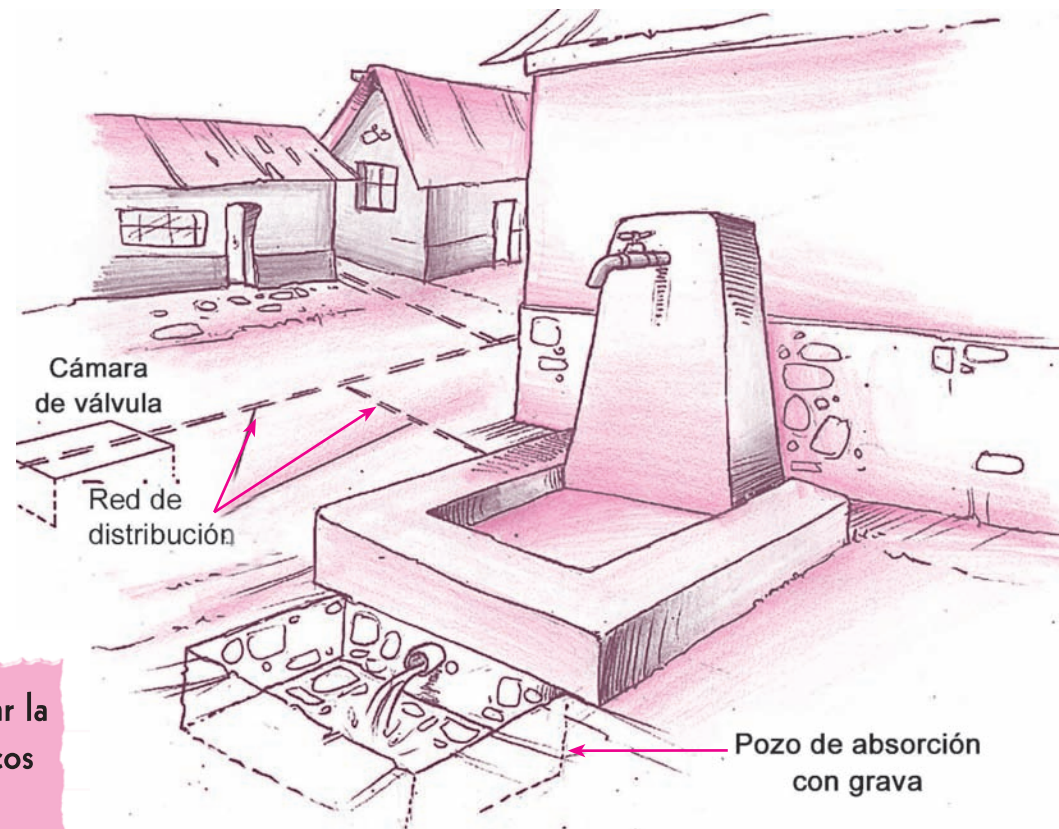
## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Rajaduras y grietas en la estructura del tanque de almacenamiento.	Reparar daños en el tanque de almacenamiento.	Picar el área dañada, limpiar con agua y resellar con una mezcla de hormigón (cemento, arena y agua).	Balde, pala, espátula, combo, punta de fierro, cemento, arena, agua.	Operador, albañil.
Fugas en accesorios y llaves de paso.	Cambiar piezas dañadas (que presentan fugas).	Quitar las piezas o llaves dañadas y cambiar por otras nuevas.	Llave Steelson, alicate de presión, accesorios, etc.	Operador, plomero.
Tapas sanitarias rotas.	Reponer tapas sanitarias de las cámaras de llaves.	Vaciar tapas sanitarias nuevas con hormigón armado.	Carretilla, balde, pato, sierra mecánica, cemento, arena, grava, fierro de construcción y agua.	Operador, albañil.



## 1.2.4 Red de distribución

Es la parte del sistema de agua conformada por tuberías, accesorios y válvulas que conducen agua hasta las conexiones domiciliarias o piletas públicas.



Es importante evitar la formación de charcos de agua

## Operación

Se deben usar en forma adecuada las llaves de paso instaladas en la red, para regular caudales y controlar presiones en la misma.

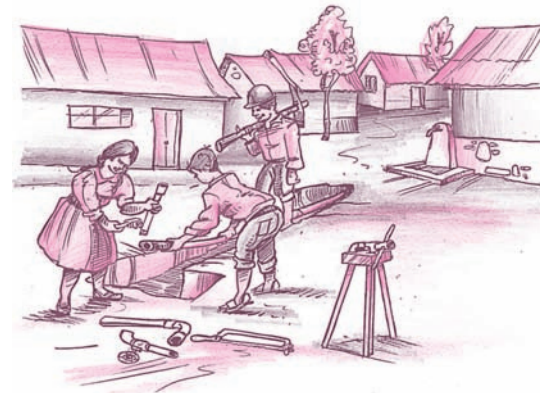
## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Revisar las vías en la que está instalada la red de distribución, para detectar fugas.	Trimestral (cada 3 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Revisar el estado de las llaves de paso y de las cámaras de válvulas.	Trimestral (cada 3 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador.



## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Fugas en tuberías.	Reparar tuberías, válvulas y accesorios dañados.	Excavar el área donde se presenta las fugas, cortar el tramo dañado y reponer por otra pieza nueva.	Llaves Steelson, alicate de presión, llaves de paso, tubería de repuesto, accesorios, tarraja, mechero, planos o esquemas de las tuberías.	Operador, plomero.



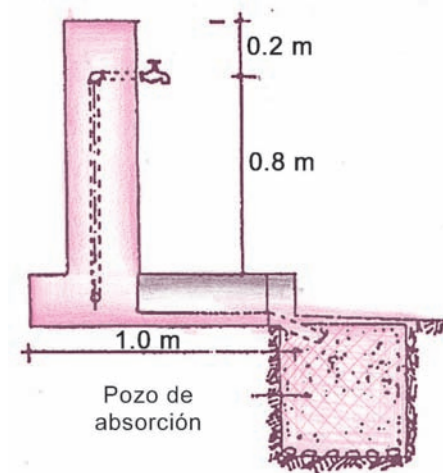
## 1.2.5 Pileta domiciliaria y pública

Son dispositivos que se sitúan en diferentes puntos de la red para la distribución del agua a los usuarios.

### Operación

Abrir y cerrar el grifo sin forzar. Se debe hacer girar a la izquierda para abrir y girar a la derecha para cerrar.

Los pozos de absorción son construidos de forma cuadrada, pudiendo ser de 0.60 m x 0.60 m de diámetro con una profundidad de 0.80 m. Serán llenados de grava o cascote (ladrillo roto).



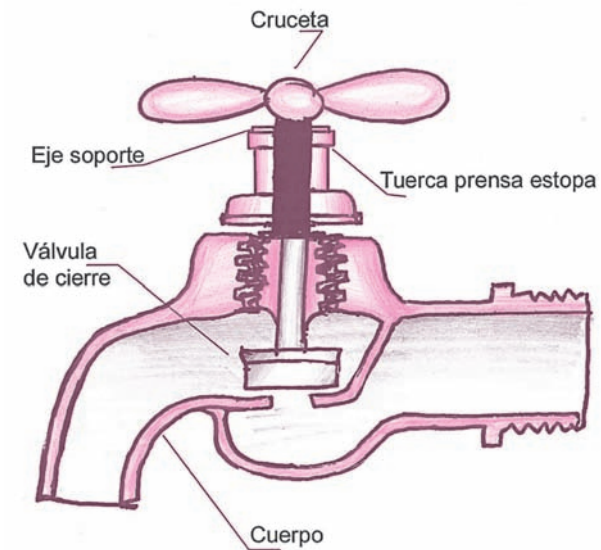
### Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar el área adyacente a la pileta, quitando plantas, hierbas, y otro material extraño.	Semanal (cada semana).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Operador, usuario.
☞ Verificar si no hay fugas en la estructura, accesorios y grifo.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador, usuario.
☞ Limpiar el pozo de absorción o zanja de drenaje en la pileta.	Semanal (cada semana).	Pico, pala, balde.	Usuario.



## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Rajaduras y grietas en la estructura.	Reparar daños en la estructura de la pileta.	Picar el área dañada, y resellar con una mezcla de hormigón simple.	Balde, pala, espátula, combo, punta de fierro, cemento, arena, agua.	Operador, albañil.
Fugas en grifos, g o t e o permanente.	Cambiar los empaques de goma o cuero.	Cerrar la llave de paso, desmontar el grifo y cambiar la empaquetadura.	Llave Steelson, alicate de presión, empaquetadura.	Operador, plomero.
Pérdida de agua por la rosca, prensa estopa.	Ajustar la tuerca prensa estopa.	Con una llave ajustar la tuerca prensa estopa.	Llave Steelson.	Operador.
Pérdida de agua por la junta de la unión del soporte y cuerpo del grifo.	Cambiar grifo.	Quitar el grifo dañado con una llave y colocar el nuevo grifo protegiendo el mismo con un paño.	Llave Cressen, alicate de presión, paño, teflón, grifo.	Operador.



## .....PARA TOMAR EN CUENTA :

### a) Pérdida de agua

Si dejamos que existan fugas en el grifo, estamos perdiendo grandes cantidades de agua y estamos haciendo gastos extras, afectando a la economía del usuario.

30 gotas/min



200 lts  
por mes



Pérdida de  
1 turril

60 gotas/min



430 lts



Pérdida de  
2 turriles

120 gotas/min



950 lts



Pérdida de  
5 turriles

## b) Preparación de solución desinfectante con una concentración de 50 – 100 mg/l:

- Para preparar una solución (mezcla de cloro con agua) de hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio (comúnmente conocido como lavandina) en una concentración de 50 mg/litro a 100 mg/litro se utiliza una bolsa de lavandina de 250 cc, diluida en 200 lts de agua, ó también 10 gr de hipoclorito de calcio (granular) diluido en 200 lts de agua.
- Para volúmenes reducidos se puede utilizar 1/4 bolsa en 50 litros de agua.



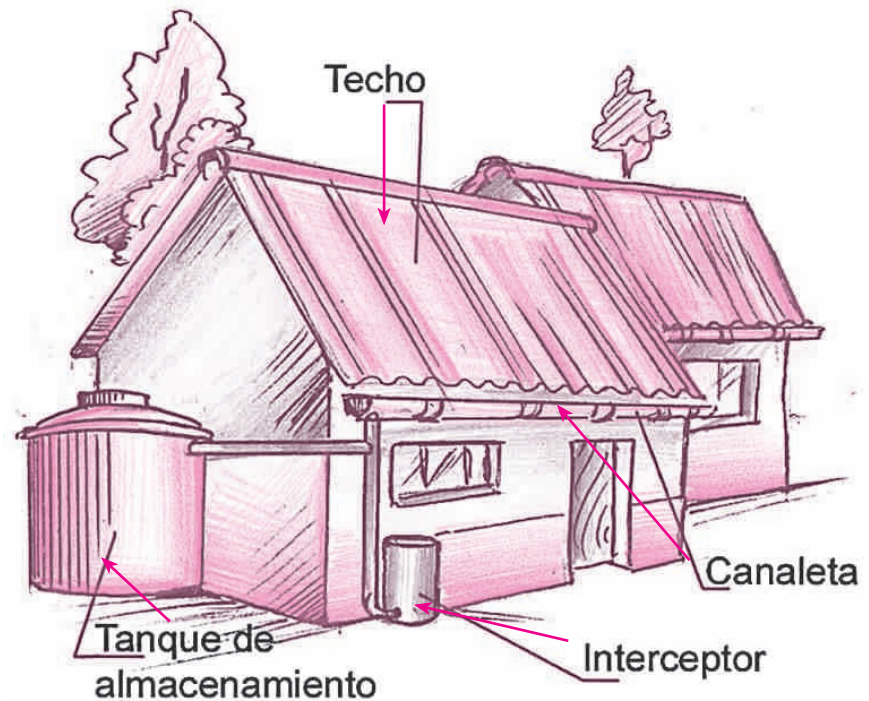


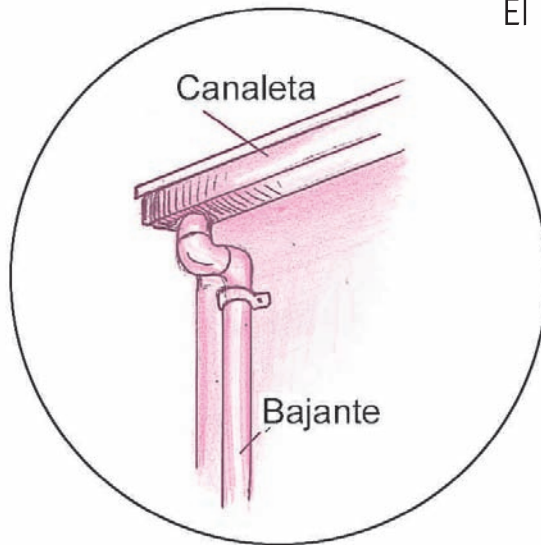
### 1.3 Captación de Agua de Lluvia

Consiste en la recolección de agua de lluvia a través de los techos de las viviendas u otras superficies como el suelo, para ser almacenada en reservorios construidos con hormigón armado, hormigón ciclópeo o ferrocemento, con capacidades de 5.000 a 1.0000 litros, o también, en reservorios construidos en el suelo como los atajados y vigiñas.

#### Características

- Apropiado para zonas que carecen de fuentes de agua permanente.
- Apropiado para uso familiar.
- De construcción sencilla.
- Permite almacenar agua de forma protegida.
- Permite instalar un grifo o bomba manual.
- Es un sistema temporal y generalmente debe combinarse con otro sistema de abastecimiento.

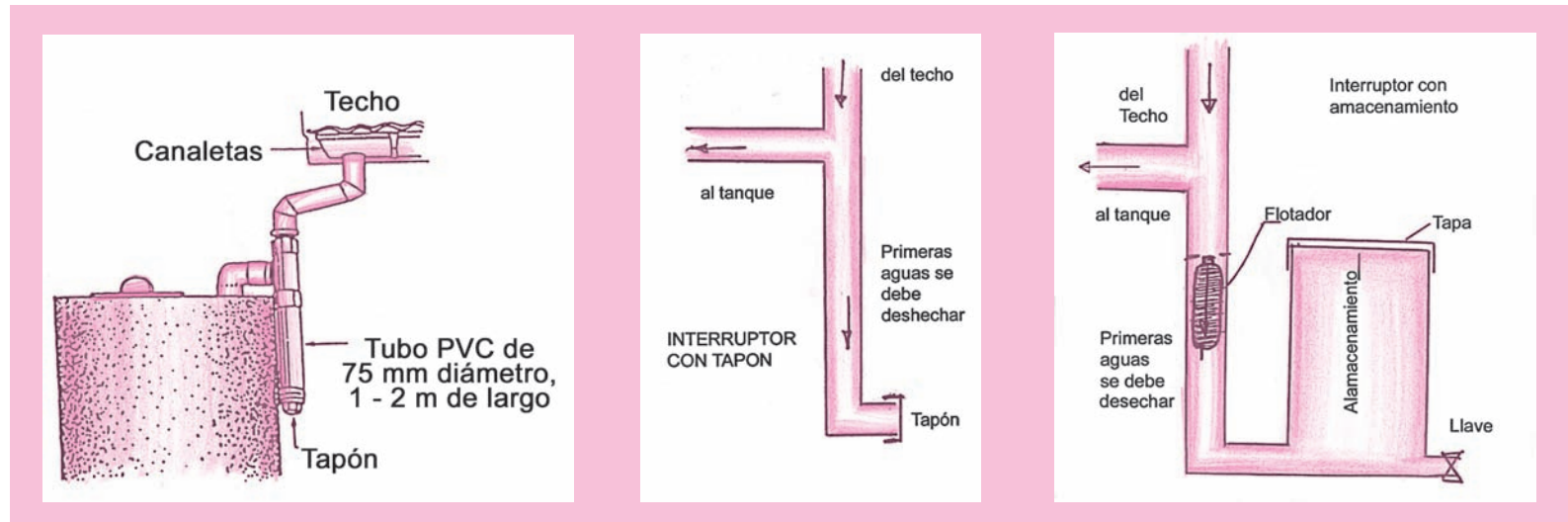




El sistema está formado por:

- **Captación.-** Principalmente es el techo de la vivienda la superficie donde se recolecta el agua de lluvia, de preferencia será de teja cerámica o calamina.
  
- **Recolección y Conducción.-** Son las canaletas donde se reúne el agua y se conduce al tanque, a través de tubos, éstas deben estar bien sujetadas o unidas al techo para evitar escapes de agua.

### Trampa para las primeras aguas



- **Interceptor.-** Es la unidad que sirve para retener o desechar las primeras aguas que contiene materiales no deseables (suciedad) que puede instalarse acoplado a la canaleta, en el bajante o a la entrada al tanque, éstas deben funcionar principalmente en las primeras lluvias.
- Esta unidad puede ser un filtro, una caja interceptora o simplemente un tapón, el que se abre para desechar las primeras aguas.
- **Almacenamiento.-** La acumulación del agua de lluvia se realiza en un tanque de agua, este debe ser:
  - ☞ De hormigón, plástico o ferrocemento y debe contar con accesorios como grifos, llaves de paso para limpieza y ventilación.
  - ☞ Impermeable para evitar las pérdidas por goteo o transpiración.
  - ☞ Hermético para evitar su contaminación y el ingreso de luz solar.
  - ☞ Accesible por una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que ingrese una persona para realizar limpieza y reparaciones.

## Tabla para determinar el área del techo, conociendo la precipitación y la cantidad de agua a almacenar

Precipitación ( mm./Año ) *	Volumen de tanque (litros)			
	5000	10000	15000	20000
Promedio	Área en techos cubierta calamina (Metros cuadrados )			
100	56.00	112.00	168.00	224.00
300	20.00	40.00	60.00	80.00
600	10.00	20.00	30.00	40.00
900	7.00	14.00	21.00	28.00
1000	6.00	12.00	18.00	24.00
1200	5.00	10.00	15.00	20.00
1400	4.00	8.00	12.00	16.00
2000	3.00	6.00	9.00	12.00

- La información sobre las precipitaciones se obtiene del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

La cantidad de agua almacenada se utilizará únicamente para alimentación. La durabilidad del agua almacenada está en función del consumo de la familia. Es importante el uso racionado.

Algunos ejemplos de precipitaciones:	
Lugar	Precipitación Anual ( mm/año )
Oruro ( ciudad )	200 a 500
Altiplano sur y central	100 a 300
Aledaña al lago Titicaca	500 a 700
Cochabamba ( ciudad )	500 a 1000
Chapare	> 3000
Santa cruz ( ciudad )	1000 a 2000
Chaco	500 a 1000
Pando ( ciudad )	2000 a 3000

Fuente: Mapa isoyetas, Ismael Montes de Oca

## VENTAJAS

- 👍 Buena calidad física química del agua de lluvia.
- 👍 Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas.
- 👍 No requiere energía para la operación del sistema.
- 👍 Hay la posibilidad de usar recursos locales
- 👍 Fácil de mantener.
- 👍 Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia.

## OPERACIÓN

- 👉 Abrir el interceptor para eliminar las primeras lluvias.
- 👉 Tapar el interceptor para que el agua pase al tanque de almacenamiento, deberán estar cerrados los grifos del tanque de almacenamiento.

## DESVENTAJAS

- 👍 Elevado costo de inversión.
- 👍 Requiere de lluvias, es un sistema temporal.
- 👍 Cantidad de agua almacenada, depende de la capacidad del tanque.
- 👍 Puede haber crecimiento de bacterias en agua en reposo.

## Mantenimiento preventivo

Las acciones de mantenimiento preventivo son:

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Antes de la época de lluvias se deberá limpiar el techo, canaletas, interceptor y tanque de almacenamiento.	Variable.	Escoba, escalera, rastrillo, balde, badilejo, pala.	Operador, Usuario.
☞ Limpiar el área adyacente al tanque de almacenamiento, quitando plantas y hierbas.	Trimestral (cada 3 meses).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Operador, Usuario.
☞ Verificar si no hay fugas en el tanque, accesorios y grifo.	Semestral (cada 6 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador, Usuario.
☞ Limpiar el canal que desvía las aguas de lluvia y permite proteger la base del tanque.	Semestral (cada 6 meses).	Pico, pala, carretilla.	Operador, Usuario.
☞ Limpiar el interior del tanque.	Variable (antes de cada lluvia).	Balde, cepillo, escoba, trapo, rodillo.	Operador, Usuario.



Limpieza del tanque



Limpieza del techo y canaleta

## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Canaleta rota.	Reparar canaleta.	Soldar la canaleta y sujetarla a la cubierta firmemente.	Soplete de soldar, alambre, alicate, sierra mecánica.	Operador, Plomero.
Fisura en el tanque.	Reparar el tanque de almacenamiento.	Picar el área dañada, resellar con mezcla de mortero de cemento.	Balde, pala, espátula, combo, punta de fierro, cemento, arena, agua.	Operador, Usuario.
Fugas en el grifo.	Cambiar piezas dañadas.	Inicialmente verificar si solamente es la empaquetadura, si es así, se cambia sólo el empaque y si el daño es mayor se debe cambiar todo el grifo.	Llave stillson, alicate de presión, navaja, goma, grifo, accesorios, etc.	Operador, Usuario.
Tapa sanitaria rota.	Reponer la tapa sanitaria del tanque, si se rompe.	Vaciar la tapa sanitaria del tanque. con hormigón armado.	Cemento, arena fierro de construcción, pala, pico, balde, carretilla.	Operador, Usuario.



Cuando se presentan fisuras en los tanques de ferrocemento, se procede a picar el area dañada, lavar bien las impurezas para luego preparar un mortero de cemento que es aplicado en el área dañada.

**Es importante que las reparaciones sean hechas en forma correcta y con los materiales adecuados y no improvisar, porque el daño puede ser mayor.**

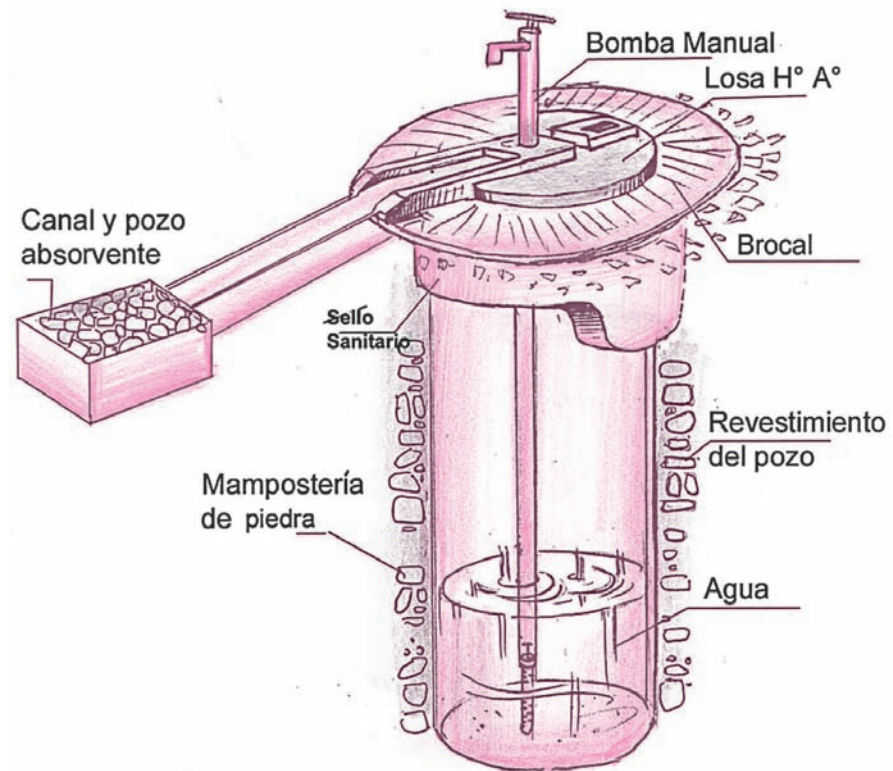
## 1.4 Pozo Excavado (noria)

Son pozos excavados a mano, generalmente tienen un diámetro que varía entre 1.00 a 1.50 m, se construyen para captar aguas que se encuentran a poca profundidad en el suelo.

### CARACTERÍSTICAS

Un pozo excavado es una alternativa para abastecimiento de agua por ser:

- ☞ Apropia para fuentes de agua de poca profundidad.
- ☞ Apropia para grupos reducidos de familias.
- ☞ De construcción sencilla.
- ☞ Apta para almacenar agua de forma protegida.
- ☞ Apta para instalar una bomba manual.



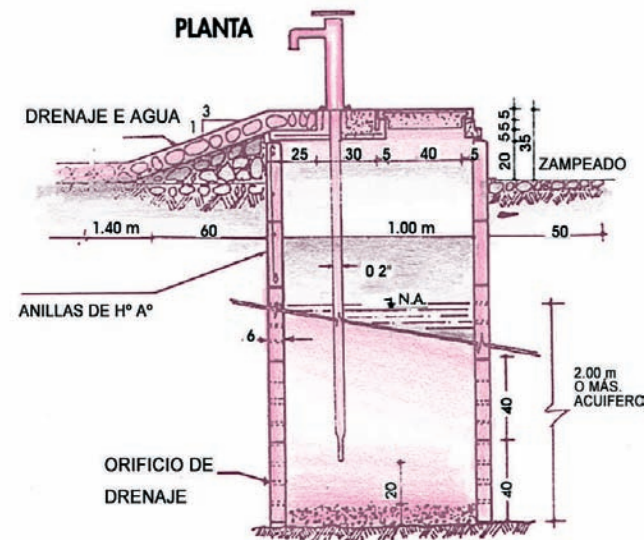


Los pozos excavados pueden ser:

- ☞ Pozos revestidos con anillas de hormigón, que son fabricadas fuera del pozo y se instalan cuando se ha realizado la excavación.
- ☞ Pozos revestidos con mampostería de piedra, son construidas utilizando material local, como la piedra para el revestimiento interno.

Al construir los pozos excavados se logra captar aguas del nivel freático, este nivel varia dependiendo la época del año, por tanto se debe construir pozos excavados en la época mas seca, para garantizar que el pozo tenga agua todo el año.

Los pozos deberán estar alejados por lo menos 15 m de las letrinas más cercanas.



## VENTAJAS

- ☞ Los pozos excavados son una solución económica.
- ☞ Permite abastecer de agua a un grupo reducido de familias.
- ☞ Se puede excavar en diferentes tipos de suelos.
- ☞ Puede ser construido por la comunidad.
- ☞ Se puede instalar cualquier tipo de bomba.

## DESVENTAJAS

- ☞ Las aguas del nivel freático pueden contaminarse fácilmente si hay letrinas cercanas u otras fuentes de contaminación.
- ☞ En época de mayor sequía el pozo puede secarse y no tener agua hasta la época de lluvias.
- ☞ Su construcción es peligrosa a grandes profundidades.

## OPERACIÓN

El pozo, no requiere de acciones especiales de operación. La operación, está mas bien referida al uso de algún tipo de bomba.

### Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Revisar el área cercana al pozo, para identificar la presencia de fuentes de contaminación: letrinas, agua estancada, etc.	Diaria * (cada día).	Cuaderno, lápiz.	Operador, Usuario.
☞ Mantener limpia la plataforma (losa de hormigón armado) lavándola para quitar la suciedad.	Diaria * (cada día).	Escoba, trapo.	Usuario.
☞ Limpiar el área adyacente a la fuente de agua, quitando plantas, hierbas, piedras y otro material extraño.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Operador. Usuario.
☞ Limpiar el canal para desviar las aguas superficiales de lluvia y otros.	Semestral (cada 6 meses).	Pico, pala, carretilla.	Operador, Usuario.
☞ Verificar si no hay rajaduras en la losa y tapa sanitaria.	Semestral (cada 6 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Lavar el pozo y desinfectar.	Semestral (cada 6 meses).	Escoba, trapo, rodillo, escalera, balde, soga, desinfectante.	Operador, Usuario.



\* Los usuarios deben realizar la limpieza del pozo y la bomba, inmediatamente se observe suciedad .

## Limpeza de pozos excavados

La limpieza de pozos excavados se realiza para evitar el crecimiento de materia vegetal, algas, hongos, etc. en las paredes internas del pozo y evitar la proliferación de contaminación bacteriana en el agua, la misma se realiza mediante los siguientes pasos:

- ➔ Abrir la tapa sanitaria.
- ➔ Medir la altura de agua que hay en el pozo con un palo o soga (graduado).
- ➔ Ingresar al pozo a través de la escalera instalada para la limpieza. En el caso de las anillas, se tienen orificios para pisar.
- ➔ Limpiar con un cepillo de acero la superficie interior del pozo y enjuagar con agua utilizando un balde.
- ➔ Secar el agua del pozo, utilizando baldes y/o bombas, sacar el lodo generado por la limpieza.
- ➔ Desinfectar el pozo utilizando un palo con trapo amarrado a la punta o un cepillo humedeciendo en solución de cloro y pasándolo por la superficie interna del pozo. La solución restante se vacía al pozo y se debe dejar reposar por lo menos 6 horas.



- ❑ Luego del tiempo recomendado se debe sacar nuevamente el agua del pozo, con una bomba o con baldes. El balde debe estar limpio y desinfectado.
- ❑ Se coloca la tapa sanitaria verificando que sea hermética.

**La persona que ingrese al pozo para realizar la limpieza no debe estar enferma y cuidará su higiene y la limpieza de botas, zapatos, etc., para no contaminar el agua.**

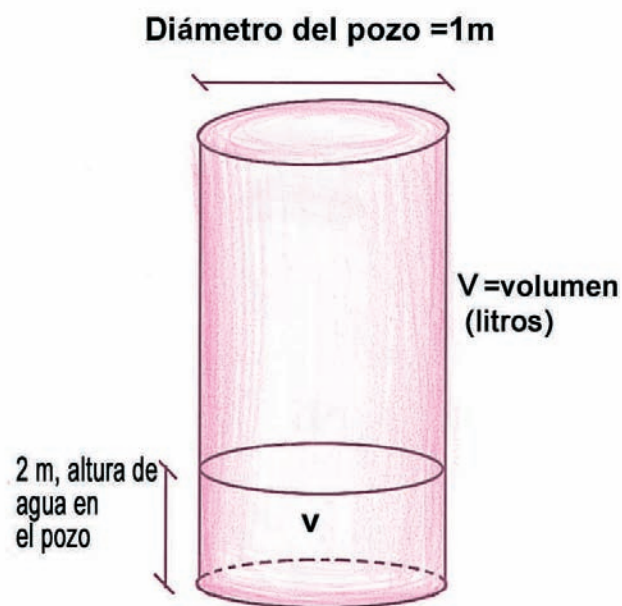
## Desinfección del agua en pozos excavados

Para desinfectar el agua en los pozos excavados podemos utilizar una técnica simple, basta conocer el diámetro del pozo y la altura del agua, para poder calcular el volumen de agua que se encuentra en el pozo y añadir la cantidad de cloro necesario de acuerdo a la tabla siguiente:



**Tabla**  
Cantidad de lavandina para diferentes volúmenes de agua en pozos de 1 metro de diámetro

Altura de agua en el pozo (metros)	Volumen de agua en el pozo (litros)	Cantidad de lavandina (bolsas de 250 cc.)	Aclaraciones
1.0 – 1.5	800 – 1200	1/4	Cuarta bolsa
2.0 – 2.5	1600 – 2000	1/2	Media bolsa
3.0 – 3.5	2400 – 2800	3/4	Media + cuarta bolsa
4.0 – 4.5	3200 – 3600	1	Una bolsa



Por ejemplo: Un pozo de 1 metro de diámetro, con 2 metros de agua necesita 1/2 bolsa de lavandina (VER TABLA).

La medición se puede realizar con una huincha (cinta métrica) o soga graduada.

Una vez desinfectado el pozo, se deberá sacar la mayor cantidad de agua haciendo uso de la bomba, se debe evitar tomar esta agua hasta que ya no se sienta olor a cloro (lavandina) o cuando sea tolerable.

## Mantenimiento correctivo

Estas actividades se cumplen cuando se presenta algún daño en el pozo excavado:

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Grietas en la losa (tapa del pozo).	Reparar daños en la losa (tapa del pozo) de hormigón armado.	Picar el área dañada y resellar con una mezcla de hormigón (cemento, arena y agua).	Pico, pala, espátula, Balde, combo, punta de fierro, cemento, arena, agua.	Operador, albañil.
Losa (tapa del pozo) rajada.	Cambiar la losa (tapa del pozo) si ésta se ha rajado.	Vaciar una nueva losa (tapa del pozo) con hormigón armado.	Cemento, arena, grava, balde, pala, pico.	Albañil.
Asentamiento en el borde del pozo.	Rellenar si hay asentamiento en el contorno del pozo.	Acarreo de tierra para rellenar el lugar de asentamiento y apisonar.	Pico, pala, carretilla, tierra.	Usuario.
Tapa sanitaria rota.	Reponer la tapa sanitaria, si se rompe o se pierde.	Vaciar tapa sanitaria con hormigón armado.	Arena, cemento, fierro de construcción, balde, pala.	Operador, albañil.

## 1.5 Pozo Perforado Manualmente, de Pequeño Diámetro

Los pozos perforados con equipos manuales, tienen un diámetro pequeño entubado hasta 2”.

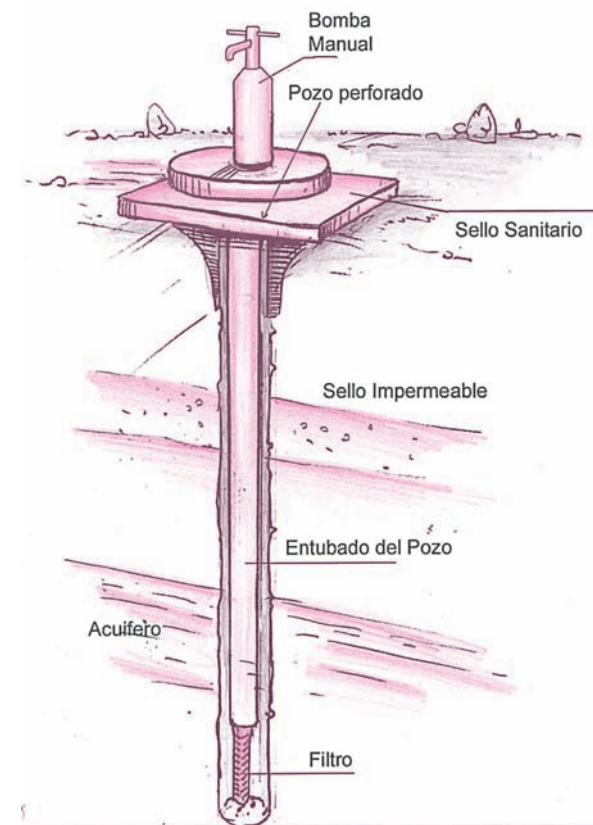
### CARACTERÍSTICAS

El pozo perforado manualmente, es una alternativa tecnológica para el abastecimiento de agua con las siguientes características:

- Puede ser construido hasta 60 m o más de profundidad si las condiciones del suelo son favorables.
- De construcción sencilla, se emplean equipos de fabricación artesanal. La comunidad participa con mano de obra no calificada durante la construcción.
- Permite instalar bombas: manuales, eólica, solar, etc.

### Equipo de perforación manual

Es un equipo construido artesanalmente, funciona bajo dos acciones que son la rotación y percusión con inyección de lodos, acciones similares a los equipos mecanizados.

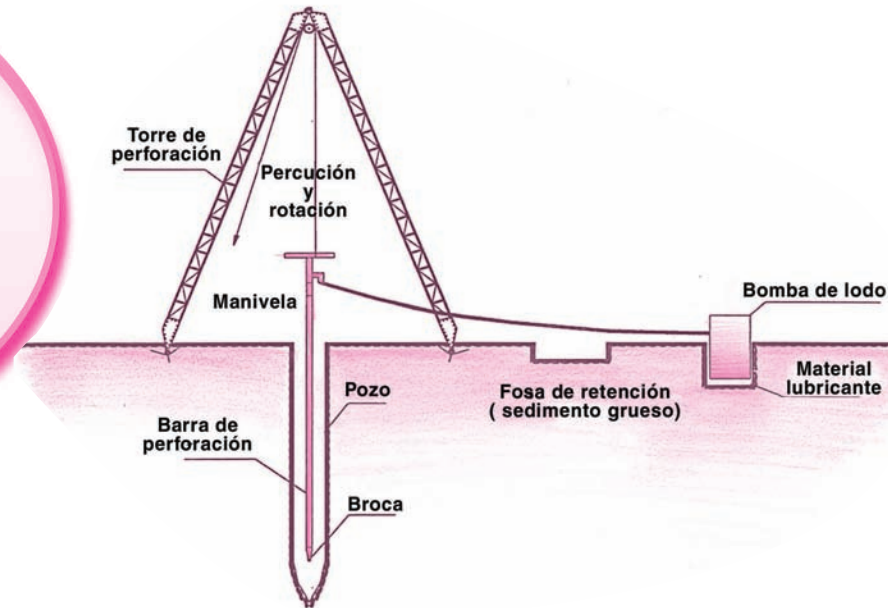


### Nivel Estático

Es el nivel de agua en el pozo, sin realizar el bombeo, varia en cada estación del año, es alta en época de lluvias y baja en época seca.

### Nivel Dinámico

Es el nivel más bajo de agua que se alcanza en el pozo cuando se realiza el bombeo, éste es el nivel que se debe tomar en cuenta para la instalación de la bomba.



## VENTAJAS

- 👍 Los pozos perforados son una solución económica para grupos reducidos de familias.
- 👍 Se pueden perforar en depósitos cuaternarios (formaciones nuevas de depósito).
- 👍 En la construcción participa la comunidad.
- 👍 Se pueden instalar bombas manuales de pequeño diámetro.
- 👍 Permite captar agua de buena calidad bacteriológica.
- 👍 En época de sequía generalmente los pozos tienen agua.

## DESVENTAJAS

- 👍 No es posible perforar en suelos rocosos.



## OPERACIÓN

Se refiere al uso que se da al pozo perforado para la extracción de agua con algún tipo de bomba.

### Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Mantener limpio el sello sanitario (Plataforma de hormigón) sobre el pozo lavándola para quitar impurezas.	Diaria (cada día).	Escoba, trapo, agua.	Usuario.
☞ Limpiar el área adyacente al pozo perforado, quitando plantas, hierbas, piedras y otro material extraño.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Usuario.
☞ Verificar si hay rajaduras en el sello sanitario (por asentamientos).	Trimestral (cada 3 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador, usuario.
☞ Revisar el área cercana al pozo, para identificar la presencia de fuentes de contaminación: letrinas, agua estancada, etc.	Trimestral (cada 3 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador, usuario.
☞ Realizar el mantenimiento de la bomba manual instalada en el pozo.	Semestral (cada 6 meses).	Llaves cressen, alicate de presión, cuchillo, goma.	Operador, usuario.
☞ Lavar el pozo y desinfectar.	Anual (cada año o cuando se requiera).	Politubo, trapo, válvula de retención, balde, sogá.	Operador, usuario.

## Limpieza y desinfección de pozos de pequeño diámetro perforados manualmente.

La limpieza y desinfección de pozos perforados, se realiza cuando se nota una reducción del caudal, o hay presencia de sólidos (tierra, arena) en el agua, o se ha comprobado la presencia de contaminación, en esos casos se realizan los siguientes pasos:



- ☞ Retirar la bomba manual.
- ☞ Medir a que profundidad se encuentra el agua en el pozo, se puede utilizar una soga (graduada) o un cinta métrica (huincha).
- ☞ Anotar la medición.



- ☞ Lavar el pozo con una tubería de polietileno (politubo) de 3/4". En uno de sus extremos se amarra firmemente un trapo que sirve para raspar el interior del pozo.

- ☞ Lavar con la técnica conocida como oleaje, esta consiste en agitar el politubo de 3/4" con una válvula de retención acoplada en el extremo que ingresa al pozo, de esta manera se extrae agua del pozo ya que el politubo y la válvula funcionan como una bomba de agua y permite sacar todos los sólidos e impurezas.



- ☞ Desinfectar vaciando en el pozo una solución de cloro con una concentración de 100 mg/litro, en un volumen de 20 litros. Dejar reposar al menos 6 horas.





- Luego del tiempo recomendado se extrae agua del pozo haciendo uso de la bomba, en una cantidad igual o mayor a 6 veces la cantidad de agua clorada que se ha echado en el pozo (aproximadamente 120 a 150 litros).

## Mantenimiento correctivo

Esta actividad se cumple cuando se presente algún daño en el pozo perforado:

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Grietas en el sello sanitario.	Reparar daños en el sello sanitario.	Picar el área dañada y resellar con mezcla de hormigón.	Pico, pala, espátula, balde, combo, punta de fierro, cemento, arena, agua.	Operador, albañil.



A background image featuring a single water drop falling into a pool of water, creating concentric ripples. The scene is captured in a soft, pinkish-red color palette. The drop is suspended in mid-air above the point of impact, with a small splash of water visible just below it. The ripples spread outwards from the center, creating a sense of movement and depth. The overall aesthetic is clean and modern, with a focus on natural elements.

# Tecnologías Alternativas para Bombas de Agua



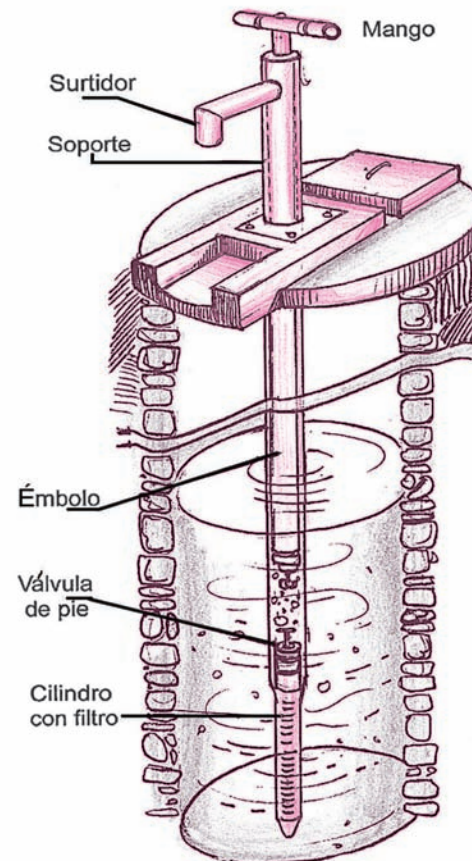
## 2.1 Bomba Manual de Acción Directa, para Pozos de Poca Profundidad

Es una bomba manual que sirve para extraer agua de pozos excavados o perforados. El accionamiento del émbolo se realiza directamente desplazando el mango o agarradera superior.

Las partes de la bomba manual son:

- ☞ Soporte
- ☞ Mango
- ☞ Émbolo
- ☞ Cilindro con filtro
- ☞ Válvula de pie

Este tipo de bomba, en nuestro país es conocida como bomba manual “Yaku” y ha sido utilizada en otros países con el nombre de “Maya” o Tara. Es de fácil manejo.





## CARACTERÍSTICAS

- ☞ Apropriada para pozos de agua excavados o perforados de poca profundidad, hasta 15 m.
- ☞ Apropriada para grupos reducidos de familias, de hasta 10 familias.
- ☞ De instalación sencilla.
- ☞ Tiene un caudal promedio de extracción de 40 litros por minuto.
- ☞ Utilizada con éxito en varios proyectos y en diferentes países.
- ☞ Se enmarca en los criterios del concepto BOMPO.
- ☞ De fácil mantenimiento, requiere conocimientos mínimos y pocas herramientas para su operación y mantenimiento.
- ☞ De fabricación en el país y con repuestos de adquisición en el mercado local.

### Concepto BOMPO

- \* Expresión asumida para “Bomba de Operación y Mantenimiento a Nivel de Poblado”
- \* Es una premisa para los proyectos con implementación de bombas manuales, los mismos deben cumplir con lo siguiente:
  - Fácil mantenimiento por un / una responsable de la comunidad, dotado/a con un mínimo de conocimiento y herramientas.
  - Fabricación de la bomba en el país, para garantizar que existan repuestos.
  - Fortaleza y fiabilidad en las condiciones de funcionamiento existentes sobre el terreno.
  - Buena relación costo – beneficio.
  - Decisión de las comunidades para cuando y quién presta los servicios.

## VENTAJAS

- 👍 Es de fácil operación y mantenimiento.
- 👍 La bomba Yaku tiene un buen caudal de extracción de agua, para pozos de poca profundidad.
- 👍 Ha sido utilizada en nuestro país en varios proyectos dando resultados satisfactorios.
- 👍 La bomba es de fabricación nacional.

## OPERACIÓN

La operación de la bomba manual de acción directa, se realiza con movimientos de sube y baja, sujetando con firmeza el mango y cuidando de hacer movimientos verticales, de manera que el desgaste sea uniforme.

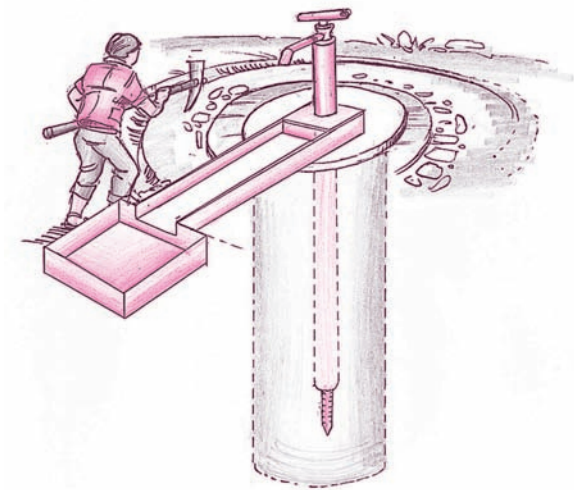
## DESVENTAJAS

- 👍 No permite la extracción de agua de pozos con niveles de agua por debajo de los 15 m.
- 👍 Permite la disponibilidad de agua en boca de pozo, no es posible el bombeo a presión.
- 👍 Las válvulas hay que comprarlas.



## Mantenimiento preventivo

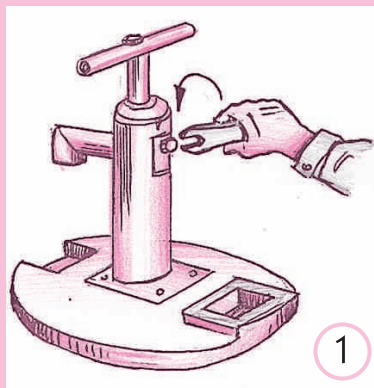
Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Verificar si el desgaste del cuerpo de la bomba es uniforme.	Mensual (cada mes)	Cuaderno, lápiz.	Operador
☞ Verificar si el caudal de la bomba se mantiene como cuando fue instalada.	Semestral (cada 6 meses)	Balde, reloj.	Operador



Es importante limpiar la zanja de coronamiento

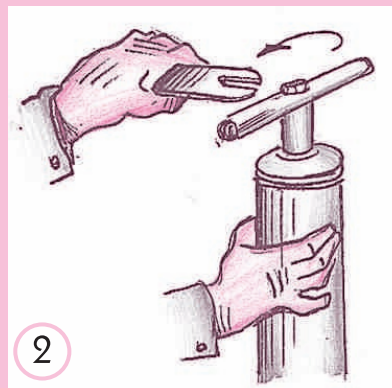
Para cumplir con las acciones de mantenimiento respecto al cambio de válvulas y empaquetaduras, se deben cumplir los siguientes pasos:

Alojar el tornillo del fijador



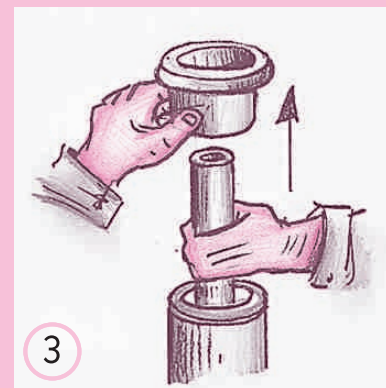
1

Separar el mango T



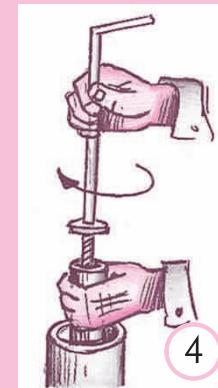
2

Sacar el capuchón



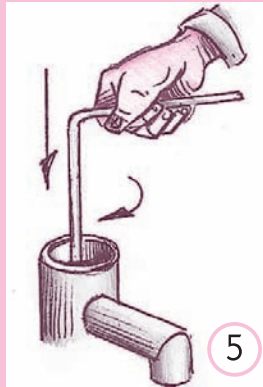
3

Acoplar le varilla de extracción

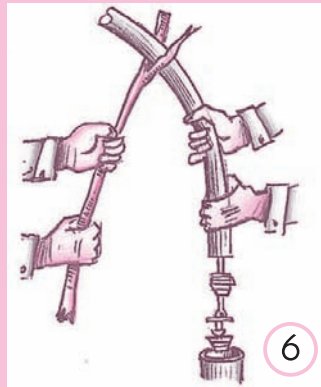


4

Empujar la varilla hacia abajo y realizar medio giro a la derecha



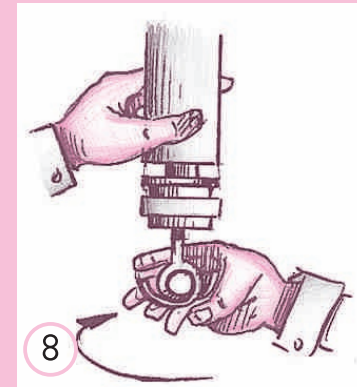
Sacar válvula de pie y la varilla



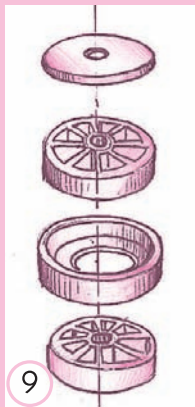
Los repuestos y las herramientas deben estar limpias



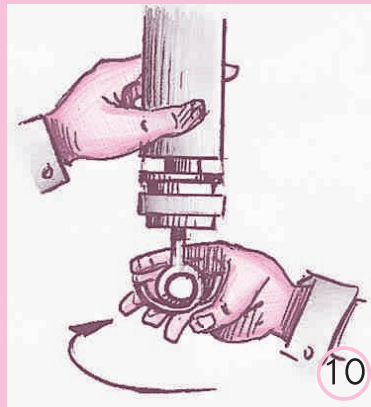
Aflojar el gancho de émbolo



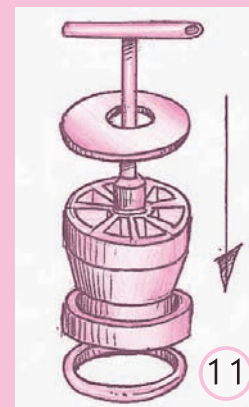
Reemplazar la chapaleta y empaquetadura por nuevas



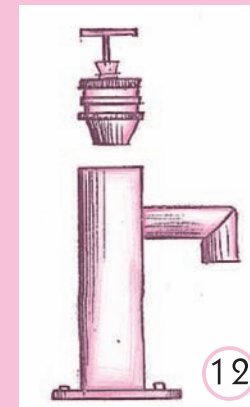
Asegurar gancho de émbolo



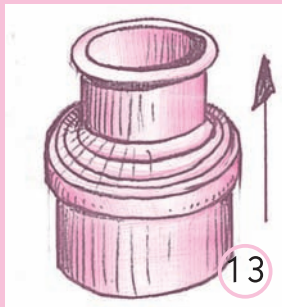
Reemplazar chapaleta y aro de junta



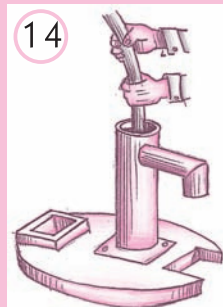
Soltar la válvula de pie al interior de la bomba



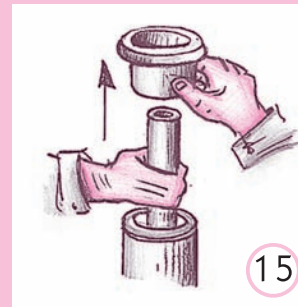
Reemplazar el buje de capuchón



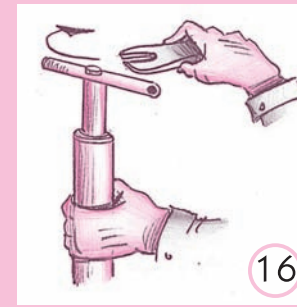
Introducir la varilla y émbolo



Asegurar el capuchón



Acoplar el mango T



La bomba manual de acción directa de poca profundidad debe ser instalada en el pozo para el nivel de agua más bajo del año.

## Mantenimiento correctivo

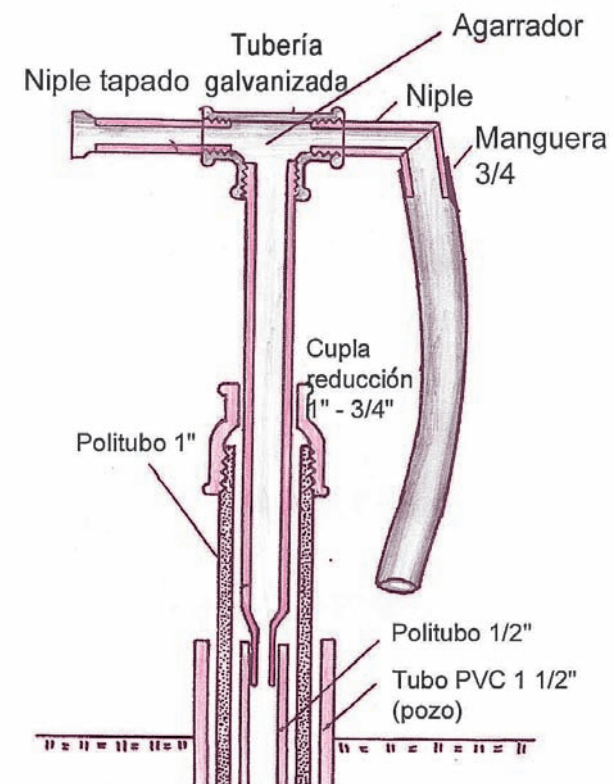
Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Grietas en losa del pozo, donde asienta la bomba.	Reparar daños en el acabado del pozo y soporte de la bomba (base de cemento, losa).	Picar el área dañada y resellar con mezcla de hormigón.	Pico, pala, badilejo, cemento, arena, agua.	Operador, albañil.
Piezas dañadas, poco caudal en la bomba.	Realizar el cambio de piezas dañadas por desgaste de la bomba manual.	Desarmar la bomba de acuerdo a indicaciones anteriores y cambiar las piezas dañadas, luego volver a armar la bomba.	Piezas de tubería y accesorios de la bomba manual.	Operador, usuario.

## 2.2 Bomba Manual de Acción Directa, para Desniveles de Bombeo Intermedio (con válvulas hechizas)

Es una bomba manual de acción directa, tiene aspecto de una Te y manguera, sirve para extraer agua de pozos excavados y pozos perforados de pequeño diámetro; se la conoce como EMAS y Flexi-OPS.

Las partes de la bomba son:

- Agarrador
- Cuerpo de la bomba (cilindro)
- Pistón
- Válvulas de retención



## CARACTERÍSTICAS

Es una bomba manual de acción directa, con válvulas hechizas y 1" de diámetro.

- ☞ Apropriada para pozos de agua excavados o perforados.
- ☞ Apropriada para reducidos grupos de familias.
- ☞ De fabricación e instalación sencillas.
- ☞ Con un caudal promedio de extracción de 20 litros por minuto.
- ☞ Utilizada en varios proyectos y en diferentes países con éxito. Se enmarca en los criterios del concepto BOMPO.
- ☞ De fácil mantenimiento, requiere conocimientos mínimos y pocas herramientas para su operación y mantenimiento.
- ☞ Utiliza accesorios y repuestos del mercado local.



Esta bomba es conocida en nuestro país como EMAS y Flexi-OPS

## VENTAJAS

- 👍 Es de fácil operación y mantenimiento.
- 👍 La bomba FLEXI-OPS tiene un buen caudal de extracción de agua, para pozos profundos.
- 👍 La bomba es de fabricación local.
- 👍 Extrae de profundidades hasta 40 m.
- 👍 Permite elevar el agua hasta 30 m.

## DESVENTAJAS

- 👍 Extraer agua de más de 40 m. resulta difícil.
- 👍 La calidad de las válvulas fabricadas está en función de la mano de obra, y el seguimiento que se realice al fabricante de bombas.
- 👍 Poco caudal en pozos profundos.

## OPERACIÓN

La operación de la bomba manual de acción directa se realiza con movimientos de sube y baja, sujetando con firmeza el mango y cuidando de hacer movimientos verticales, de manera que el desgaste sea uniforme.

## Mantenimiento preventivo

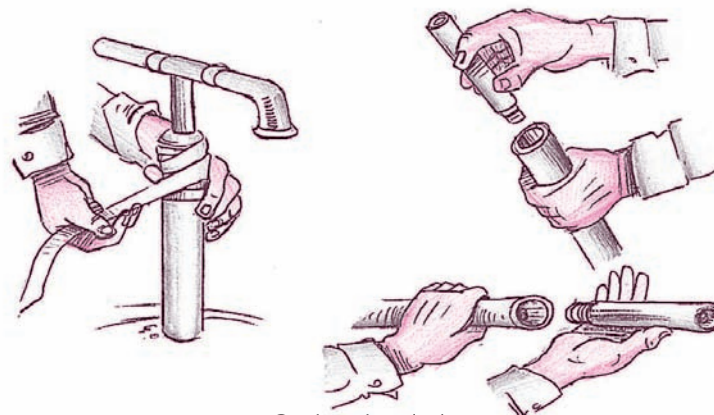
Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar el área adyacente a la bomba de agua, quitando plantas, hierbas, piedras y otro material extraño.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Operador, usuario.
☞ Verificar si el desgaste del pistón es uniforme.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador, usuario.
☞ Verificar si el caudal de la bomba se mantiene como cuando fue instalada.	Semestral (cada 6 meses).	Balde, reloj.	Operador, usuario.



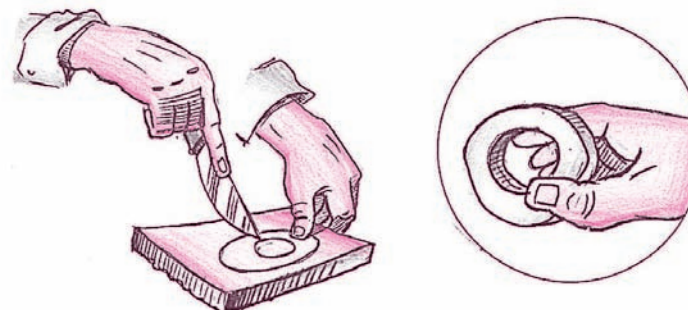


Para cumplir con las acciones de mantenimiento respecto al cambio de válvulas y empaquetaduras, se deben cumplir los siguientes pasos:

- Aflojar la atadura de goma que soporta la bomba del pozo.
- Sacar la bomba.
- Aflojar la unión cupla que une el cuerpo o cilindro con el pistón y el agarrador.
- Verificar si hay desgaste en la empaquetadura o la válvula.
- Sacar la válvula y reemplazarla por otra nueva.
- Evitar agarrar con la mano la salida del surtidor



Cambio de válvula



Cambio de empaquetadura

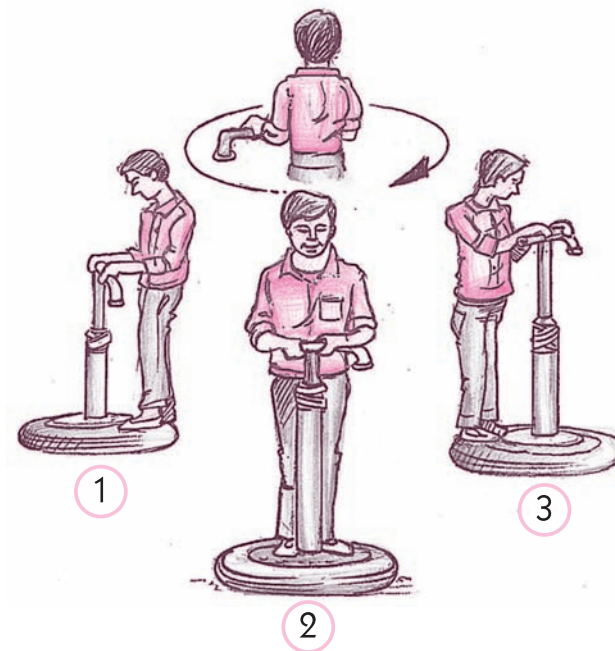


—Tapón de goma

## Mantenimiento correctivo

Esta actividad se cumplirá cuando se presente algún daño en la bomba manual FLEXI-OPS:

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Soporte de bomba roto.	Reparar daños en el acabado del pozo y soporte de la bomba (base de llanta o losa).	Cortar tubo del soporte de la bomba que es el mismo entubado del pozo, el tramo dañado cambiar por un tubo nuevo uniendo con unión campana.	Tubo de PVC 1 1/2", sierra mecánica, pico, pala, badilejo, cemento, arena, agua.	Operador, usuario.
Poco caudal o ninguno en la bomba.	Realizar el cambio de piezas dañadas de la bomba manual.	Desarmar la bomba y revisar partes dañadas y reponerla por nuevas.	Piezas de tubería, accesorios y válvulas de la bomba manual.	Operador, usuario.



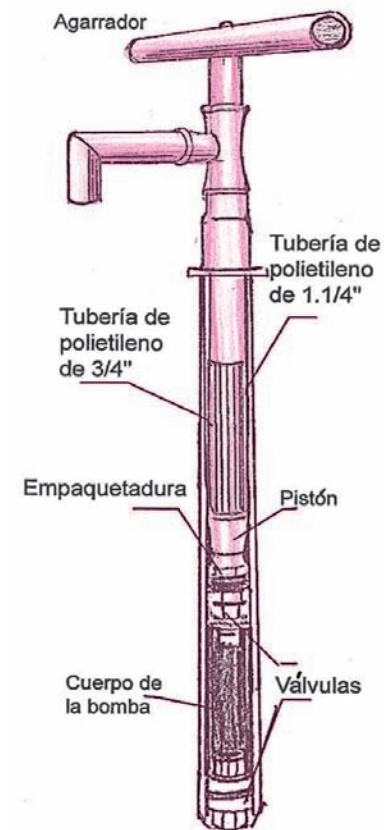
Giro y bombeo recomendado para la limpieza de la bomba

## 2.3 Bomba Manual de Acción Directa, para Grandes Desniveles de Bombeo

Es una bomba manual de acción directa, sirve para extraer agua de pozos excavados y pozos perforados profundos de pequeño diámetro: 2". Es una bomba muy difundida en nuestro medio, se la conoce como la Bomba AYNI.

Las partes de la bomba son:

- ☞ Agarrador
  - ☞ Pistón
  - ☞ Cuerpo de la bomba (cilindro)
  - ☞ Válvulas
- 
- ❑ Agarrador: Sirve para realizar el bombeo (sube –baja) y permite la salida del agua del pozo. Está construido con tubería galvanizada de 3/4" .
  - ❑ Pistón: Es la parte móvil de la bomba que permite la succión, impulsión y conducción del agua hasta el agarrador. Está construido con politubo de 3/4" de diámetro. En la parte baja del pistón se encuentra la empaquetadura y válvula de 1/2", conectado por un niple.
  - ❑ Cuerpo de la bomba: Es la parte de la bomba que aloja en su interior al pistón y almacena el agua antes de su expulsión, está construido con politubo de 1 1/4".



- ❑ Válvulas de retención:  
En la parte inferior del cuerpo de la bomba se instala una válvula de pie de 3/4”.

La bomba manual de acción directa de 1 1/4” para pozos profundos, se la conoce como AYNÍ.

**Las válvulas de retención son las que permiten el paso del agua en un solo sentido.**

## CARACTERÍSTICAS

La Bomba Manual AYNÍ de acción directa tiene las siguientes características:

- ☞ Apropriada para pozos de agua excavados o perforados.
- ☞ Apropriada para reducidos grupos de familias.
- ☞ De fabricación e instalación sencilla.
- ☞ Permite extraer un caudal promedio de 30 a 35 litros por minuto.
- ☞ Utilizada con éxito en varios proyectos y en diferentes países.
- ☞ Se enmarca en los criterios del concepto BOMPO.
- ☞ De fácil mantenimiento, requiere conocimientos mínimos y pocas herramientas para su operación y mantenimiento.
- ☞ Utiliza accesorios y repuestos del mercado local.
- ☞ Permite el bombeo sin palanca hasta 40 m de profundidad.
- ☞ Puede elevar agua hasta una altura de 30 m sobre el nivel del suelo.

## VENTAJAS

- 👍 La bomba manual AYNI, es una bomba económica, su mantenimiento se puede hacer a nivel local con muy bajo costo.
- 👍 Por la presión de salida, permite elevar el agua a un tanque y utilizar artefactos sanitarios, como duchas y otros.
- 👍 Es apropiada para ser instalada en pozos con niveles estáticos muy bajos hasta 40 metros.
- 👍 Permite elevar agua hasta una altura de 30 m.
- 👍 Las válvulas son construidas o armadas con accesorios de PVC de 1/2" y 3/4" disponibles en cualquier ferretería local.

## OPERACIÓN

La operación de la bomba manual AYNI se realiza en forma adecuada con movimientos de sube y baja sujetando con firmeza el agarrador y cuidando de hacer movimientos verticales, de manera que el desgaste sea uniforme.

**Nota:** Evitar golpear el agarrador al cuerpo de la bomba durante la operación.

## DESVENTAJAS

- 👍 Para extraer agua de pozos con profundidad mayor a 40 m. requiere palanca.



Durante la operación de la bomba, cuidar de no sacar el agarrador por más de medio metro.

## Mantenimiento preventivo

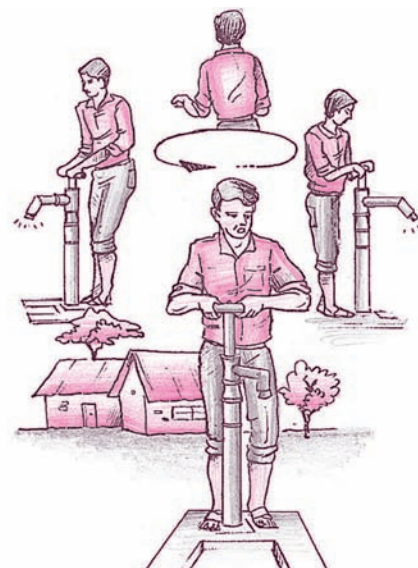
Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar la plataforma (losa de hormigón armado), donde está instalada la bomba manual.	Diaria (cada día).	Escoba, trapo.	Usuario.
☞ Verificar si el desgaste del pistón es uniforme.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador, Usuario.
☞ Verificar si el caudal de la bomba se mantiene como cuando fue instalada.	Semestral (cada 6 meses).	Balde, reloj.	Operador, Usuario.
☞ Realizar el cambio de empaquetaduras y válvulas, cuando el caudal ha disminuido.	Anual (cada año).	Llaves especiales de la bomba.	Operador, Usuario.



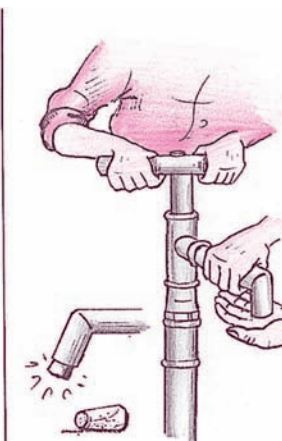
La limpieza de la bomba se la realiza tapando la salida de la bomba de manera que cuando se bombea, sale agua por la cupla del cuerpo de la bomba.

Con el rebalse provocado se logra lavar la bomba.

**El bombeo con el surtidor tapado se debe realizar por lo menos 20 veces en cuatro posiciones diferentes. (la persona da vueltas).**



Limpieza de la bomba AYNI



Evitar tocar con las manos el surtidor

## Mantenimiento correctivo

Esta actividad se cumplirá cuando se presente algún daño en la bomba manual AYNI:

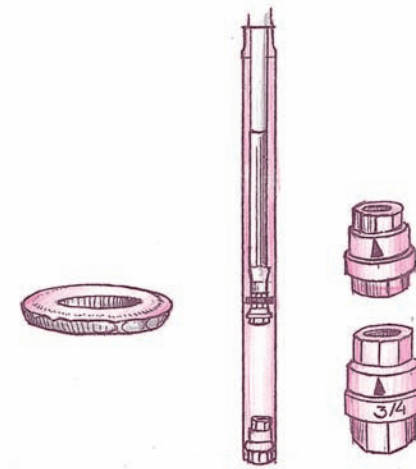
Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Grietas en el acabado del pozo, donde sujeta la bomba.	Reparar daños en el acabado del pozo y soporte de la bomba (base de cemento).	Picar el área dañada y proceder a rellenar con mezcla de hormigón.	Pico, pala, badilejo, cemento, arena, agua.	Operador, albañil, usuario.
Caudal reducido de la bomba.	Realizar el cambio de piezas dañadas de la bomba manual AYNI.	Desarmar y revisar el daño y cambiar piezas.	Piezas de tubería, accesorios y válvulas de la bomba manual AYNI.	Operador, usuario.

Las partes de la bomba manual que necesitan cambio son:

- ☞ Empaquetadura
- ☞ La válvula del pistón
- ☞ La válvula de pie

### Recomendación

Después de un año, las válvulas y la empaquetadura se desgastan o malogran, por lo que es necesario cambiarlas por otras nuevas.



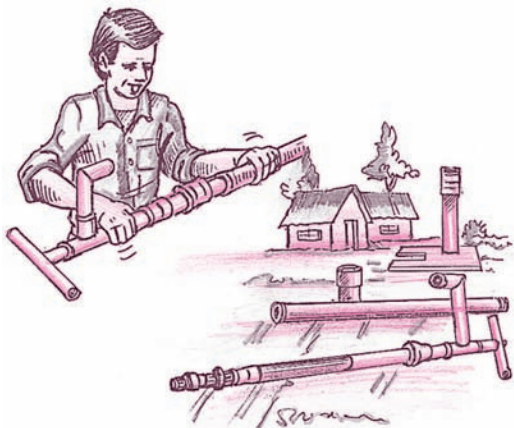
La cupla pequeña “nunca” debe desenroscarse en el pozo (Si lo hace puede provocar la caída del cuerpo de la bomba al fondo del pozo).

Para cumplir con esto, primero se debe desarmar la bomba:

- ☞ Desenroscar o aflojar la cupla reducción grande (2" a 1 1/4" de diámetro).
- ☞ Sacar todo el conjunto de la bomba.



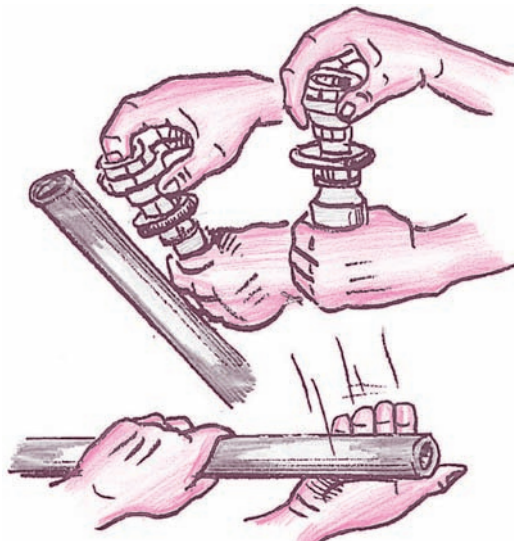




- ☞ Desarmar la bomba manual, desenroscando la cupla de reducción pequeña.
- ☞ Cuando desarme la bomba “no” separe el agarrado del pistón.



- ☞ Revisar e identificar el problema o daño en la bomba.
- ☞ Revisar el estado de las válvulas y empaque.



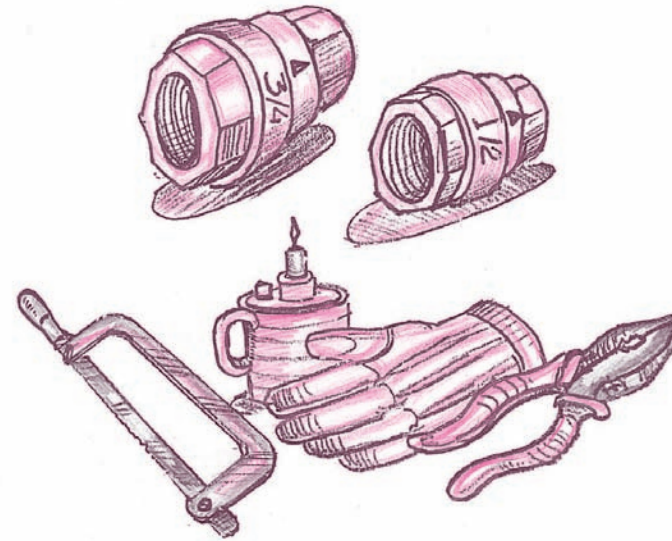
- ☞ Limpiar las piedritas, arena u otros objetos que se encuentran en la empaquetadura, ó al interior de las válvulas, en muchos casos sólo es necesario la limpieza de éstas o ajustar alguna pieza que se afloje.
- ☞ Limpiar y ajustar las partes de la bomba.
- ☞ Ajustar las válvulas y la empaquetadura en caso de que se hayan aflojado.
- ☞ Proceder al cambio de las partes de la bomba si están dañadas.

## Cambio de las válvulas

Si disminuye el caudal de agua (cantidad) que expulsa la bomba manual AYNÍ, después de haber cambiado la empaquetadura o ya no bombea agua, se requiere cambiar las válvulas.

Los materiales que se necesitan son:

- ☞ Válvula de retención de 1/2" de diámetro (válvula de pistón)
- ☞ Un mechero
- ☞ Guantes
- ☞ Válvula de retención de 3/4" de diámetro (válvula de pie)
- ☞ Sierra mecánica.



## Cambio de la válvula de pistón:

Una vez desarmada la bomba manual AYNÍ para cambiar la válvula del pistón de 1/2"; se debe:

- ☞ Desenroscar la válvula de retención de 1/2" (válvula del pistón) del politubo de 3/4" de diámetro.
- ☞ Desechar la válvula del pistón dañada.
- ☞ Conectar en la parte inferior del politubo de 3/4" de diámetro (pistón) la nueva válvula.

- ☞ Las válvulas de retención, pueden ser de metal o PVC en 1/2" o 3/4".
- ☞ Las válvulas de metal se compran en ferreterías y de PVC se pueden fabricar, utilizando accesorios de PVC para agua en 1/2" y 3/4".

Si disminuye el caudal de agua durante el bombeo o cuando al manipular la bomba se siente más suelta, es necesario un cambio de empaquetadura.

Cortar un anillo de goma, se puede utilizar goma de llantas.



Retirar la válvula y sacar el empaque dañado.



Cambiar el empaque.



Armar nuevamente la bomba.

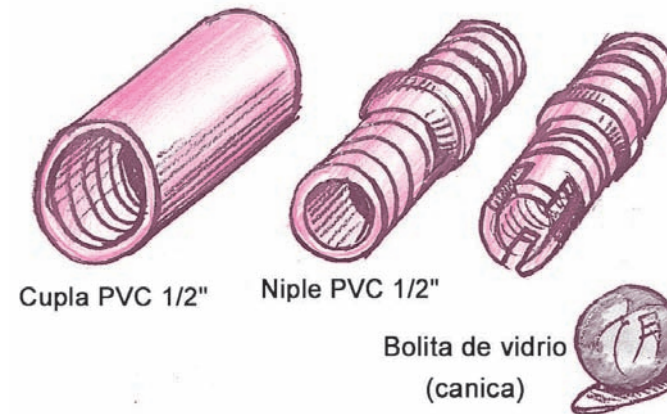


Instalar la bomba en el soporte metálico, enroscando nuevamente todas las uniones (reducciones en cupla).

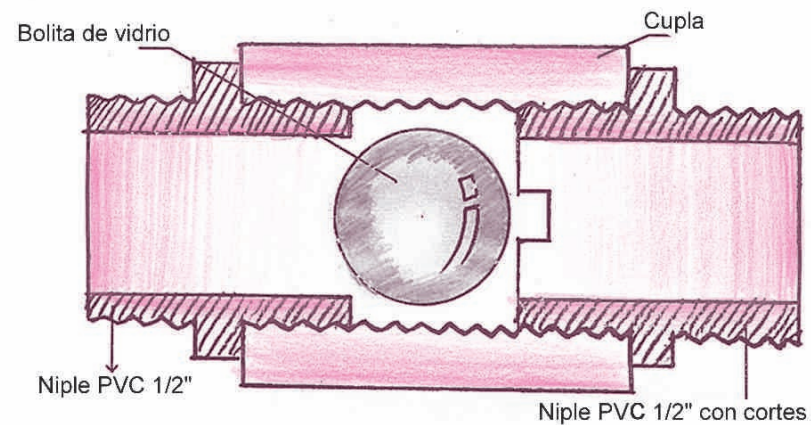
## Cambio de la válvula de pie:

Para el cambio de la válvula de pie se debe:

- Cortar la parte inferior del cuerpo de la bomba (politubo de 1 1/4"), sólo el tamaño que abarca la válvula de pie.
- Calentar el cuerpo de la bomba, sólo el lugar donde estará la nueva válvula.
- Introducir inmediatamente la nueva válvula de pie al cuerpo de la bomba y presionar en todo el contorno.



## Detalle de la válvula de PVC 1/2":

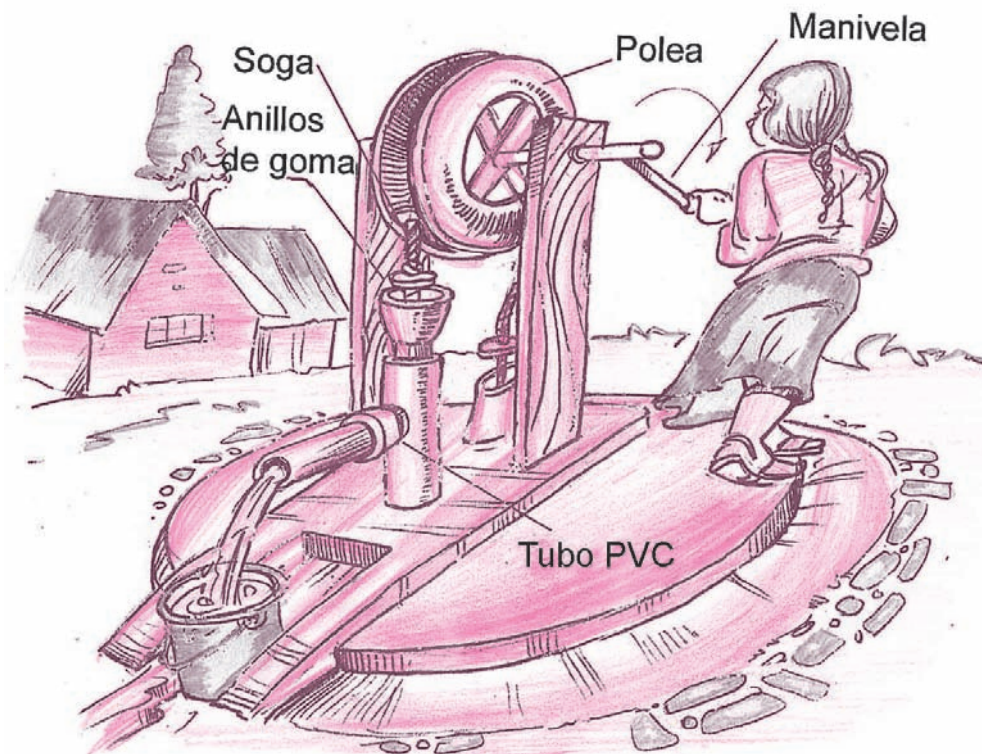


## 2.4 Bomba Manual de Soga

Es una bomba manual sencilla y económica, tiene como principio de funcionamiento el arrastre de agua a través de un tubo. Se utiliza principalmente para extraer agua de pozos excavados.

Las partes de la Bomba son:

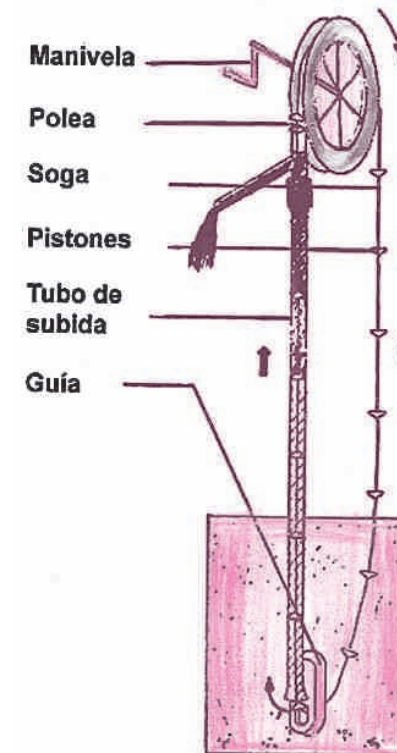
- ☞ Manivela
- ☞ Polea
- ☞ Soga plástica
- ☞ Anillos de goma
- ☞ Tubo de salida
- ☞ Guía
- ☞ Soporte



## CARACTERÍSTICAS

Una bomba manual de sogá es una tecnología alternativa:

- ☞ Apropiaada para ser instalada en pozos de agua excavados de poca profundidad.
- ☞ Apropiaada para reducidos grupos de familia.
- ☞ Apta para uso intensivo (riego familiar).
- ☞ Tiene un caudal promedio de 1 litro por segundo.
- ☞ De fácil construcción, instalación y mantenimiento,
- ☞ Requiere conocimientos mínimos y pocas herramientas para su operación.
- ☞ Fabricada en nuestro país, existen repuestos, fáciles de conseguir y de fabricarlos.



Diámetro (pulgadas)	Longitud (metros)	Caudal (litros/minutos)
1	10	60
3/4''	20	30
1/2	30	15

Fuente: Comité Central Menonita.

## VENTAJAS

- 👍 Es económica.
- 👍 De fácil construcción
- 👍 De fácil operación y mantenimiento.
- 👍 Tiene un buen caudal de extracción de agua, especialmente para pozos de poca profundidad.
- 👍 La bomba es de fabricación local.

## OPERACIÓN

La operación de la bomba manual de sogas se realiza de la siguiente forma:

- 👉 Colocar el recipiente (balde), en la base de cemento a la salida del surtidor de la bomba.
- 👉 Girar la manivela en dirección tal que las anillas de goma salgan del tubo de PVC conectado al surtidor, el agua es elevada por arrastre mecánico.
- 👉 Una vez lleno el recipiente, dejar de girar la manivela.
- 👉 Retirar el recipiente.

## DESVENTAJAS

- 👍 No recomendable para profundidades mayores a 30 m. Se requiere mayor esfuerzo.
- 👍 Si la bomba de sogas no está protegida adecuadamente, puede ser un medio de contaminación para el pozo, debido a que la sogas al girar entra en contacto con el medio ambiente y el agua en el pozo.
- 👍 El sistema de bloqueo utilizado para que no retroceda la manivela puede ser peligroso.

**El dispositivo de tranca (chicharra), sirve para que no retroceda la manivela, es peligroso principalmente para los niños.**

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Revisar el área cercana al pozo, para identificar la presencia de fuentes de contaminación: letrinas, agua estancada, etc.	Diaria (cada día).	Cuaderno, lápiz.	Comunidad.
☞ Limpiar la plataforma, (losa de hormigón armado), donde esta instalada la bomba manual de soga.	Diaria (cada día).	Escoba, trapo.	Comunidad.
☞ Verificar si el desgaste de la soga plástica y los anillos de goma es uniforme.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador / Comunidad.
☞ Verificar si el caudal de la bomba se mantiene como cuando fue instalada.	Trimestral (cada 3 meses).	Balde, reloj.	Operador / Comunidad.
☞ Engrasar el eje de giro de la polea y ajustar los pernos.	Mensual (cada mes).	Grasa.	Operador / Comunidad.
☞ Realizar el cambio de la soga y de los anillos de goma.	Anual (cada año).	Llaves, navaja, cuchillo, soga, goma.	Operador / Comunidad.



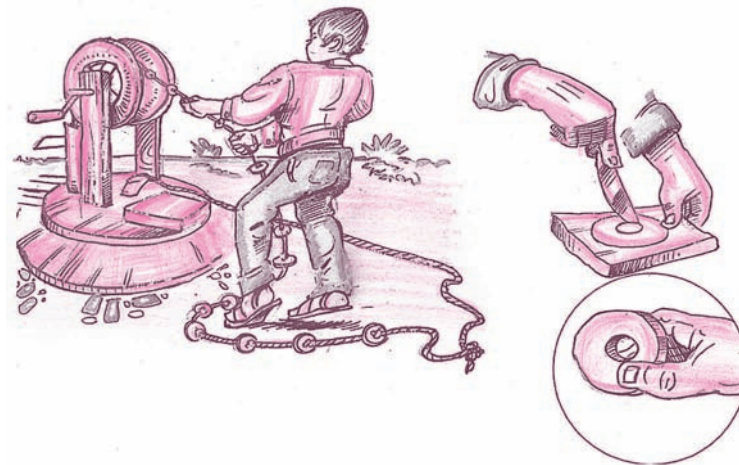
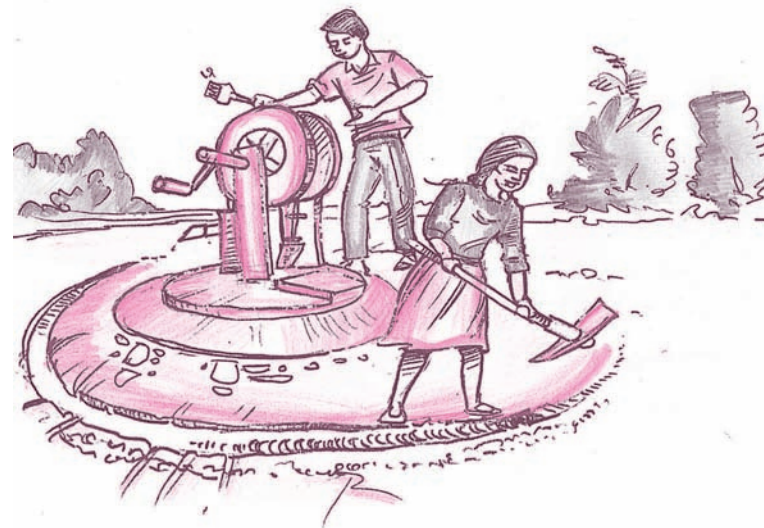
**La limpieza de canal o zanja de coronamiento evita contaminar el pozo en época de lluvia.**

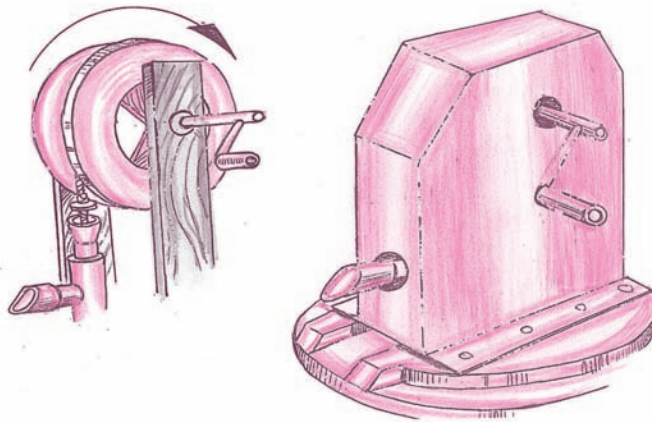


Para cumplir con las acciones de mantenimiento respecto al cambio de sogas y anillos de goma, se deben cumplir los siguientes pasos:

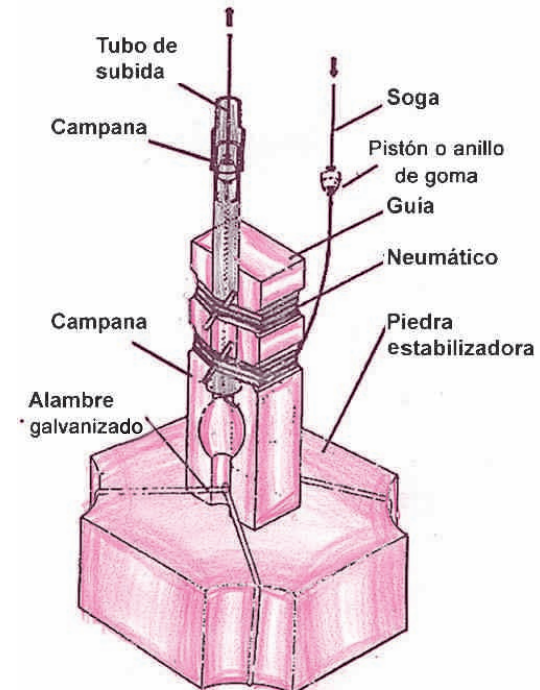
- 👉 Aflojar los tornillos y pernos del soporte en el que está fijado el eje de la polea (rueda).
- 👉 Sacar la polea o rueda de la bomba.
- 👉 Retirar la soga gastada o rota y verificar el estado de los anillos, que generalmente duran más tiempo que la soga.
- 👉 Preparar una nueva soga plástica con los anillos de goma amarrados en todo su largo.
- 👉 Atar otra soga para alargar la soga con los anillos de goma para evitar desarmar toda la bomba.
- 👉 Armar la bomba colocando la polea.
- 👉 Cambiar la guía, cuando ésta se dañe desarmando la bomba.

NOTA: Para fabricar los anillos de goma, se pueden utilizar llantas en desuso.





Protección de la bomba de soga con estructura de metal o madera.



Detalle de la Guía

### Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Estructura de la bomba rajada o rota.	Reparar daños en la estructura de la bomba.	Cambiar las piezas rotas de la bomba.	Martillo, serrucho, alicate, madera, piezas de fierro.	Operador, usuario.
Tubo de PVC gastado.	Realizar el cambio de la tubería de conducción de agua, puede llegar a perforarse o romperse.	Desarmar la bomba y cambiar el tubo.	Sierra mecánica, pegamento, piezas de tubería y accesorios.	Operador, usuario.

## 2.5 Bomba Manual Balde

Es una bomba manual sencilla y económica, consiste en el empleo de un balde mejorado accionado por una polea y soga; funciona de forma similar al balde con soga tradicional.

Las partes de este sistema de bomba son:

- ☞ Manivela
- ☞ Polea
- ☞ Soga plástica
- ☞ Tubo balde con válvula
- ☞ Estructura soporte

El balde es un tubo de PVC, con una válvula en la base



NOTA: Es importante que el pozo tenga una tapa, como protección cuando no se utilice el pozo.

## VENTAJAS

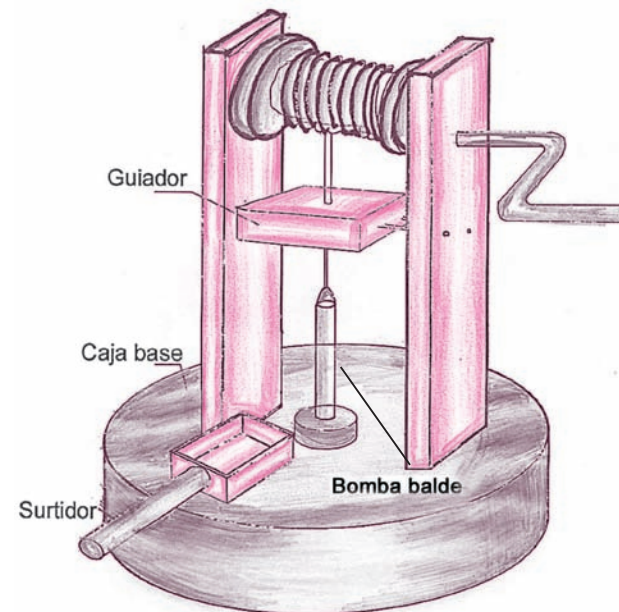
- 👍 De fácil construcción.
- 👍 De fácil operación y mantenimiento.
- 👍 Puede ser utilizado por los responsables de las comunidades, con muy bajo costo de operación.
- 👍 Su réplica es sencilla.
- 👍 El balde es fácil de fabricar.
- 👍 Los materiales para la construcción y el mantenimiento se encuentran en cualquier puesto de venta de materiales.

Al sacar agua, se debe evitar asentar el balde sobre el suelo, para evitar la contaminación del pozo

La losa de protección del pozo debe estar construida a una altura mayor de 0.50 m. para evitar la contaminación del pozo

## DESVENTAJAS

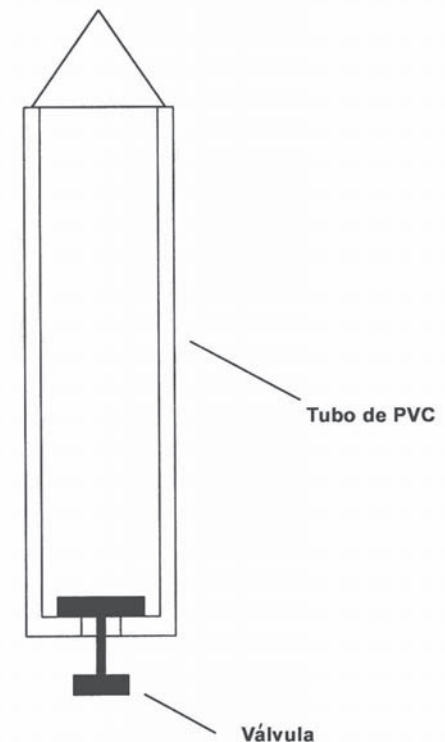
- 👍 Su uso en pozos muy profundos no es aconsejable requiere demasiado esfuerzo para un volumen reducido de agua.
- 👍 El riesgo de contaminar el pozo es permanente, si el balde es manipulado sin protección con las manos y está en contacto con el ambiente, o se asienta en el suelo.



## OPERACIÓN

La operación de la bomba manual balde se realiza:

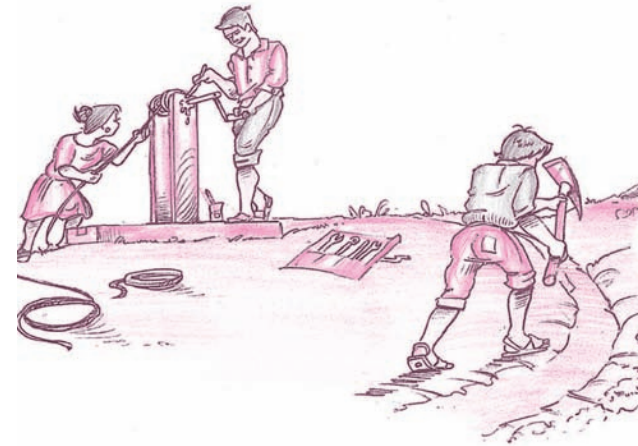
- ☞ Haciendo girar la manivela, que está unida a una polea, con este giro se desplaza la soga con el balde en su extremo inferior hacia el fondo del pozo, cuando el balde llega al agua se abre la válvula de fondo del balde dejando pasar el agua, una vez lleno se hace el giro en sentido contrario para sacar el balde con agua.
- ☞ Colocar el recipiente en la base de cemento.
- ☞ Quitar la tapa del pozo cuidando dejar en lugar limpio y seguro.
- ☞ Introducir el balde al pozo, girando la manivela hasta alcanzar el agua en el pozo.
- ☞ Una vez que el balde llega al agua, la válvula se abre dejando pasar agua al interior del mismo balde.
- ☞ Una vez lleno el balde se debe girar la manivela en sentido contrario, para suspenderlo.
- ☞ Una vez que el balde con agua está fuera del pozo, se debe apoyar en el espacio (caja base) para no contaminar el balde. Tapar el pozo.



Bomba manual balde

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar la plataforma (losa elevada de hormigón armado), donde está instalada la bomba manual balde.	Diaria (cada día).	Escoba, trapo.	Usuario.
☞ Verificar si el desgaste de la soga plástica y la válvula del balde es uniforme.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Verificar si la cantidad de agua en el tubo no tiene mucha pérdida.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Engrasar el eje de giro de la polea y ajustar pernos.	Mensual (cada mes).	Grasa.	Operador, usuario.
☞ Realizar el cambio de soga, balde y válvula de goma.	Anual (cada año).	Llaves, navaja, cuchillo, soga, goma.	Operador, usuario.



Para cumplir con las acciones de mantenimiento respecto al cambio de soga y del balde con válvula, se deben cumplir los siguientes pasos:

- ☞ Aflojar los tornillos y pernos del soporte en el que está fijado el eje de la polea.
- ☞ Desenrollar la soga de la polea.
- ☞ Retirar la soga gastada, verificando el estado del balde; generalmente se daña la válvula y requiere reponerse.

- ☞ Enrollar una nueva soga plástica en la polea, en uno de sus extremos atado al balde.
- ☞ Para el cambio de la válvula del balde, se debe cortar una goma en forma de disco, de diámetro similar al del tubo (balde); con un alambre galvanizado incorporar un tope a la válvula.
- ☞ Accionar la bomba balde en forma adecuada.

### Mantenimiento correctivo

Esta actividad se cumplirá cuando se presente algún daño en la bomba manual de balde:

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Soga rota, balde roto o válvula gastada.	Reparar daños en la estructura de la bomba.	Desarmar la bomba y cambiar las partes dañadas.	Martillo, serrucho, alicate, madera, piezas de fierro, soga, balde y válvula.	Operador, albañil, usuario.

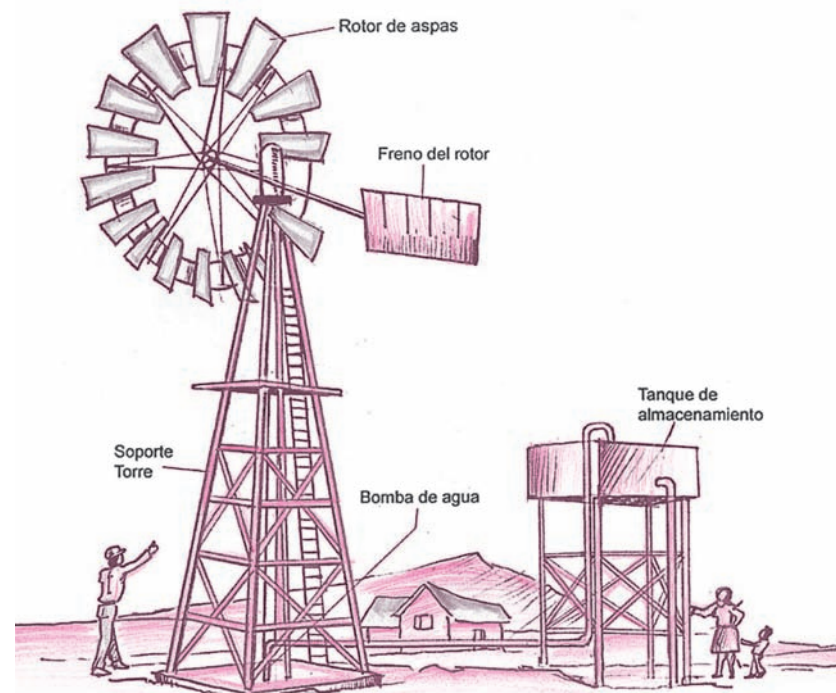


## 2.6 Bomba Eólica

Es una bomba de agua que utiliza el viento como energía para su funcionamiento.

Las partes principales de la bomba son:

- ☞ Torre.
- ☞ Rotor (aspa de metal o plástico).
- ☞ Bomba de agua.



### VENTAJAS

- ☞ Utiliza energía eólica (viento) para su funcionamiento.
- ☞ Extraer agua de pozos con poco caudal.
- ☞ Extraer agua de pozos profundos.
- ☞ Puede ser manipulada por los responsables de las comunidades.
- ☞ Útil para utilizar en riego.

### DESVENTAJAS

- ☞ Tiene un elevado costo para su instalación.
- ☞ Requiere de mano de obra especializada para su mantenimiento y reparación.
- ☞ No es recomendable para zonas con vientos fuertes y con cambios de dirección considerables.

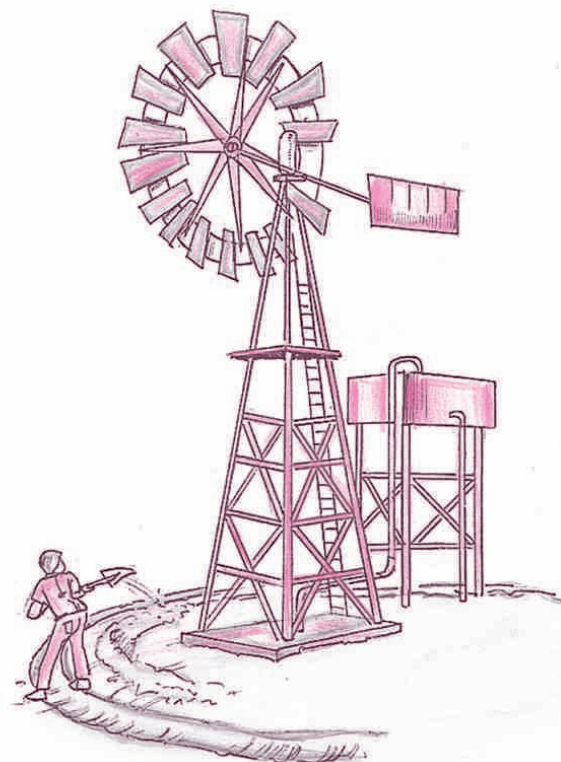


## OPERACIÓN

La operación de la bomba eólica se realiza controlando el correcto funcionamiento de los mecanismos del equipo, si el diseño de la bomba lo permite se la debe detener cuando hay vientos muy fuertes (gran velocidad) que pueden afectar su estructura.

### Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar la plataforma (losa elevada de hormigón armado), donde está instalada la bomba manual eólica.	Diaria (cada día).	Escoba, trapo.	Usuario.
☞ Verificar si el desgaste de las piezas (varillas metálicas conectadas a la bomba) es uniforme.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Verificar si la cantidad de agua que bombea es la normal.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Engrasar el eje de giro y rodamientos del mecanismo.	Mensual (cada mes).	Grasa.	Operador, usuario.
☞ Realizar la reparación de la bomba de agua y el mecanismo de bombeo.	Anual (cada año).	Llaves, navaja, cuchillo, soga, goma.	Operador, usuario.



Se debe tener cuidado cuando hay vientos con mucha velocidad, lo mejor es detener el sistema.

Para cumplir con las acciones de mantenimiento de la bomba y la torre además de los mecanismos, se deben realizar los siguientes pasos:

- ☞ Detener el giro de las aspas de la torre.
- ☞ Para el caso de las aspas y su mecanismo se realizará el engrasado de todas las piezas.
- ☞ Aflojar los tornillos y pernos del mecanismo que conecta la torre con la bomba de agua.
- ☞ Realizar el cambio de las válvulas de la bomba.

## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Partes del engranaje gastados.	Reparar daños en la estructura de la torre y la bomba.	Cambiar partes gastadas del mecanismo del rotor.	Martillo, serrucho, alicate, madera, piezas de fierro.	Operador, usuario.

## 2.7 Bomba Solar

Es una bomba que utiliza para su funcionamiento la energía eléctrica proporcionada por paneles solares.

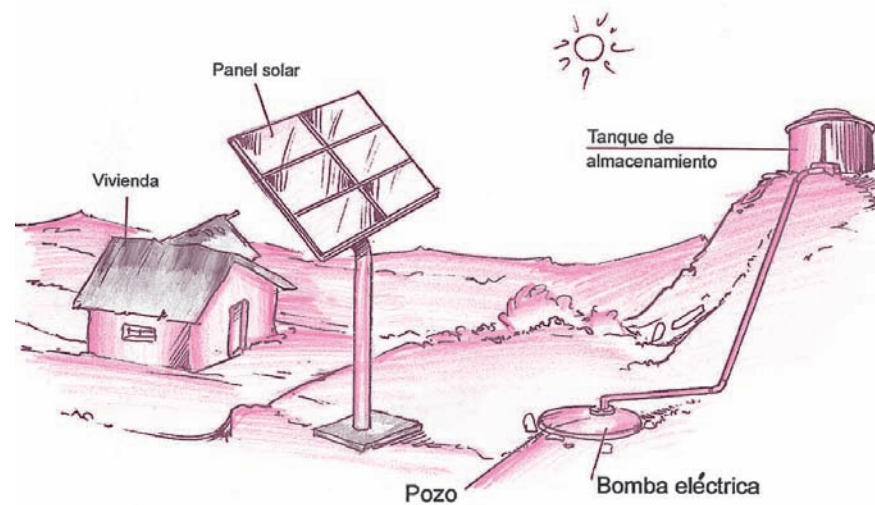
Las componentes principales de este sistema son:

- ☞ Paneles solares.
- ☞ Bomba eléctrica (solar).
- ☞ Cableado eléctrico.

### CARACTERÍSTICAS

El sistema de bombeo solar es otra tecnología alternativa para la provisión de agua, es apropiada:

- ☞ Para zonas donde no hay energía eléctrica por cable.
- ☞ Para comunidades muy dispersas.
- ☞ Para bombear agua de pozos excavados o perforados.



## VENTAJAS

- 👍 Utiliza energía solar para el funcionamiento.
- 👍 Permite extraer agua de pozos de poco caudal.
- 👍 Puede ser operada por las comunidades.
- 👍 Permite el bombeo de agua para riego.
- 👍 Su funcionamiento es automático.
- 👍 Apropiaada para llenar tanques de almacenamiento.
- 👍 Apropiaada para reducidos grupos de familias.

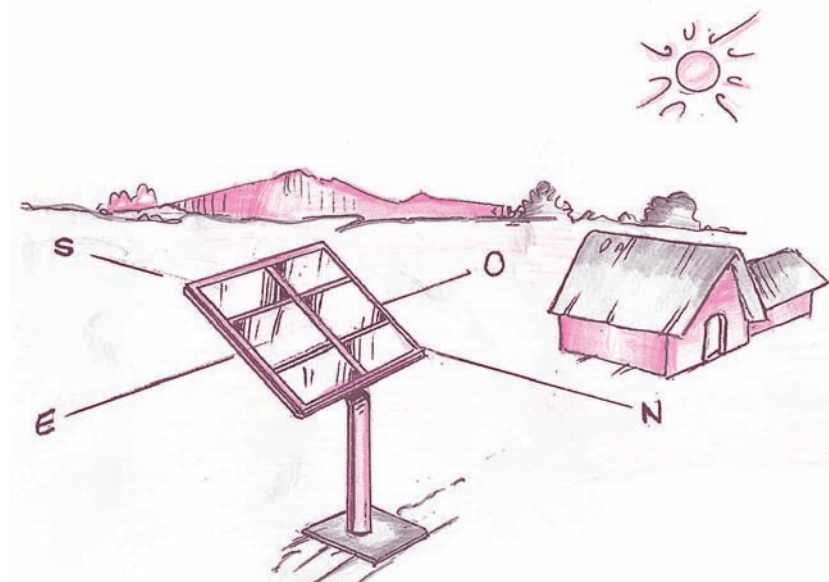
## OPERACIÓN

La operación de la bomba solar requiere de la capacitación técnica del responsable.

El panel debe estar instalado en función de la orientación del sol, deberá comprobarse que los equipos se encuentran en perfecto estado de funcionamiento.

## DESVENTAJAS

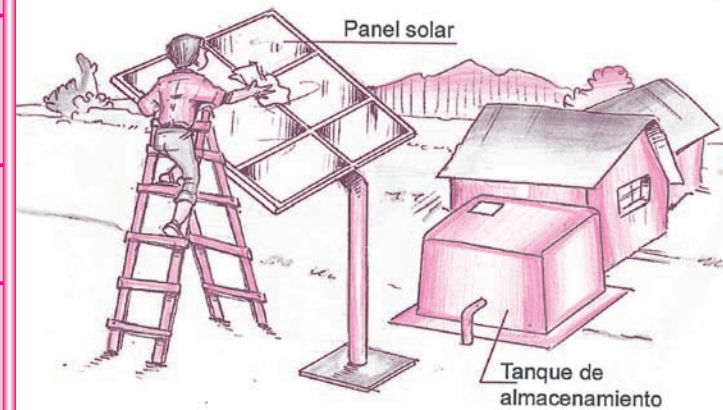
- 👍 Elevado costo de instalación.
- 👍 Requiere de mano de obra especializada para el mantenimiento y reparación.



**La orientación de los paneles solares debe ser perpendicular al eje Norte- Sur, con leve inclinación al Norte**

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar la plataforma (losa elevada de hormigón armado), que protege el pozo de agua.	Semanal (cada semana).	Escoba, trapo.	Usuario.
☞ Verificar si los paneles solares están limpios, si no lavar con paño con agua evitar rayar.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Hacer un reconocimiento del cableado principalmente las partes expuestas al sol.	Semestral (cada 6 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Verificar que los paneles solares se encuentran bien sujetos, por el riesgo de caídas por vientos fuertes.	Semestral (cada 6 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Verifique la cantidad de agua que bombea es la normal.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Realizar inspección de las conexiones eléctricas.	Semestral (cada 6 meses).	Llaves, navaja, cuchillo, soga, goma.	Operador.
☞ Revisar las cajas de conexión que estén selladas.	Semestral (cada 6 meses).	Cuaderno, lápiz.	Operador.



## Mantenimiento correctivo

Esta actividad se cumplirá cuando se presente algún daño en la bomba solar:

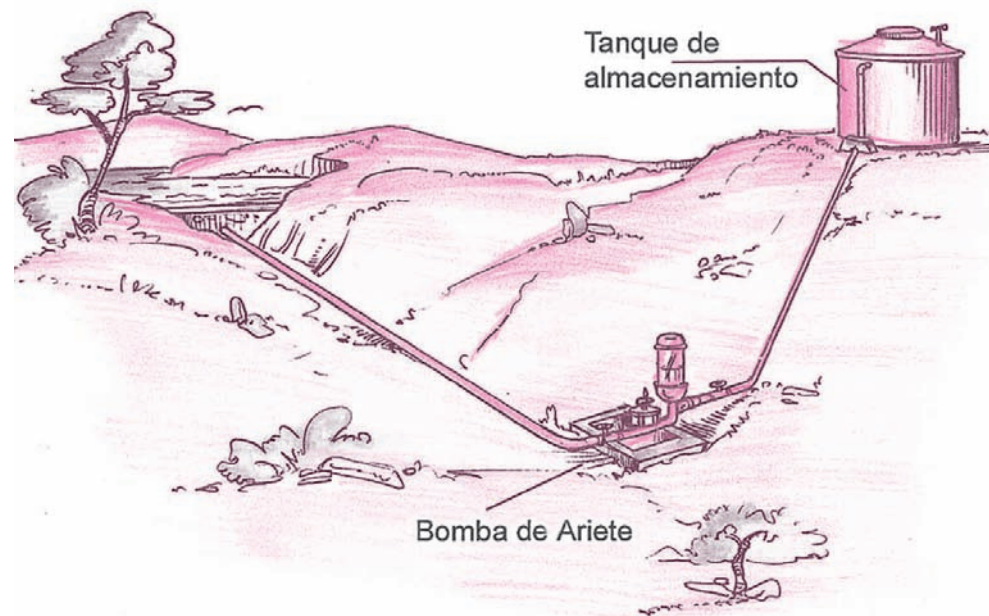
Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Conexiones sueltas.	Ajustar conexiones.	Las conexiones en el panel , regulador , se deben ajustar con llaves y desarmadores.	Desarmadores, alicates y llaves.	Operador.
Módulo en sombra.	Quitar obstáculo que da sombra.	Identificar el elemento que da sombra, generalmente vegetación.	Hacha, machete.	Operador.
Paneles y cables rotos.	Reemplazar los paneles y cables.	Desarmar la estructura y cambiar partes dañadas.	Llaves, alicate, repuestos.	Operador.

## 2.8 Bomba de Ariete

Es una bomba de agua que funciona por efecto del golpe de ariete (golpe de agua), este efecto permite elevar agua a una altura mayor a la de la fuente.

Las partes principales de la bomba son:

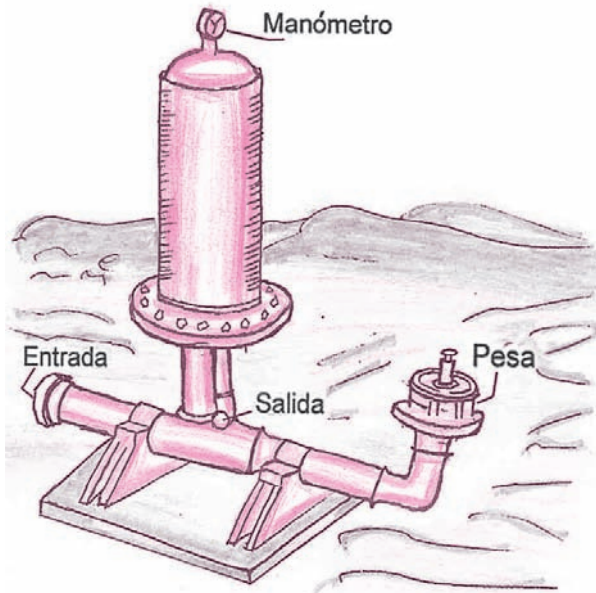
- ☞ Tubería de entrada o suministro.
- ☞ Cuerpo con válvulas de impulso.
- ☞ Cámara de aire.
- ☞ Tubería de entrega (hasta una determinada altura).



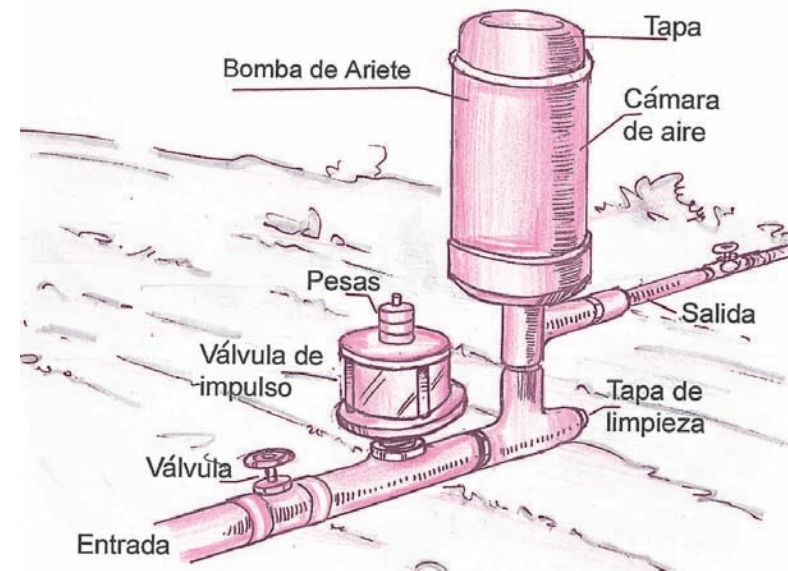
## CARACTERÍSTICAS

La bomba de Ariete es una tecnología alternativa apropiada para:

- ☞ Zonas donde hay fuentes como ríos, quebradas con cauce permanente y con altura de caída mayor a 2 metros.
- ☞ Fuentes de agua de poco caudal.
- ☞ Grupos reducidos de familias.



Bomba de Ariete tipo AES



Bomba de Ariete construida con accesorios galvanizados



## VENTAJAS

- 👍 Utiliza energía del golpe de ariete (golpe de agua) sin costo.
- 👍 No es necesario lubricar las piezas.
- 👍 Permite elevar agua hacia tanques para diferentes usos.
- 👍 Puede ser utilizada por las comunidades.
- 👍 El bombeo permite el uso de agua para riego.
- 👍 Se puede fabricar en el país.

## OPERACIÓN

La operación de la bomba de ariete se realiza controlando el correcto funcionamiento de los mecanismos del equipo; por ejemplo, la válvula de impulso, la misma que se debe ajustar al número de ciclos por unidad de tiempo o número de golpes por minuto, éste puede variar de 50 a 250 ciclos, cuanto más rápido sea, menor es la cantidad de agua elevada, pero menor la cantidad de agua desperdiciada en la operación.

## DESVENTAJAS

- 👍 Se pierde agua en la fuente, solo se aprovecha un mínimo.
- 👍 Costoso para elevar grandes cantidades de agua.
- 👍 La vibración puede dañar a la bomba.

**Para el uso de bombas de ariete, las fuentes de poco caudal requieren de mayor altura de caída a diferencia de las fuentes con grandes caudales que pueden ser de poca caída.**

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar la estructura donde está instalada la bomba de ariete.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, escoba, trapo.	Operador.
☞ Verificar si la bomba no ha sufrido cambios en su ubicación por las vibraciones del golpe de ariete.	Semanal (cada semana).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Verificar si hay desgaste en las piezas (varillas válvulas).	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Verificar si la cantidad de agua que bombea es la normal.	Mensual (cada mes).	Recipiente de 200 litros, reloj.	Operador.
☞ Verificar si el número de ciclos de funcionamiento de la bomba es el que se ha determinado.	Semanal (cada semana).	Reloj, cronometro.	Operador.



**Bomba de Ariete**

**Proteger la captación y la estructura de la bomba contra crecidas en época de lluvias.**

## Mantenimiento correctivo

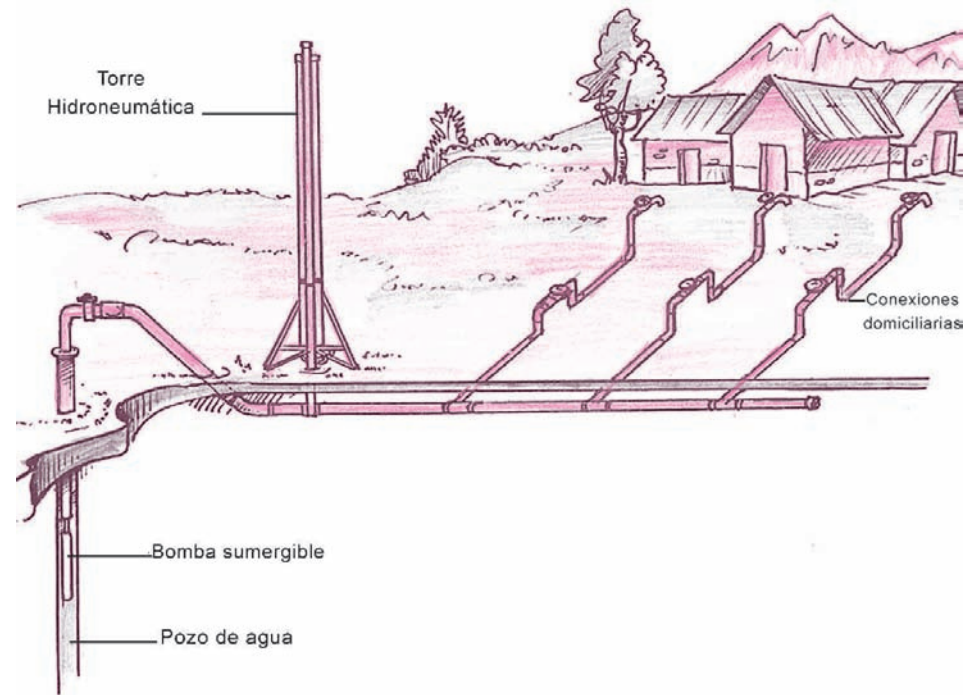
Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Caudal de bombeo reducido o ninguno.	Realizar la reparación de la bomba de ariete, cambiando empaquetaduras de las válvulas y accesorios.	Desarmar la bomba y cambiar la empaquetadura.	Llaves, navaja, cuchillo, accesorios, goma.	Operador.
Bomba suelta o rota.	Reparar daños en la estructura de la bomba.	Desarmar la bomba, revisar partes y cambiar por nuevas, armar sujetándola firmemente debido a la gran vibración que se produce durante su funcionamiento.	Pico, pala, balde, badilejo, cemento, arena, agua, partes de repuestos.	Operador.

## 2.9 Torre Hidroneumática

La Torre Hidroneumática, pertenece a la familia de las bombas que presurizan el agua captada para inyectarla directamente a la red de distribución. La Torre Hidroneumática inyecta agua a la red controlando las presiones de servicio máxima y mínima. Los sistemas hidroneumáticos reemplazan a los tanques elevados tradicionales.

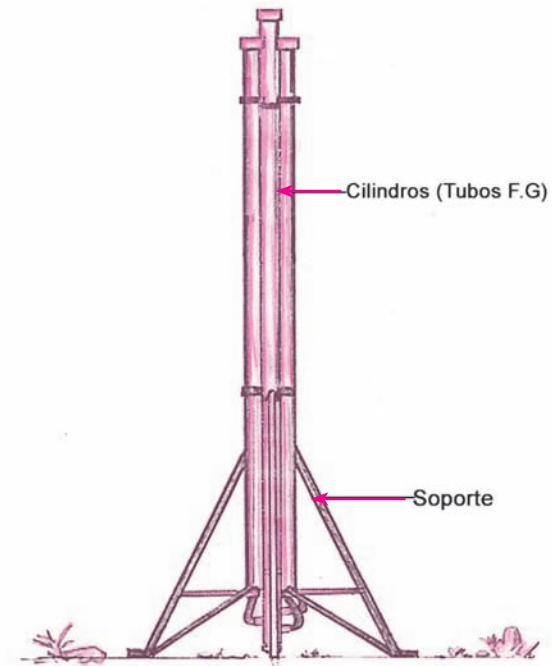
Es utilizada en sistemas de agua con pozo perforado. El agua se extrae y se presuriza en la torre hidroneumática (contiene agua a presión), para luego ser distribuida a la población.

El sistema es totalmente automático (no requiere de operadores permanentes). Con la torre hidroneumática se sustituyen tanques y bombas en las casas.



Los componentes principales de la torre hidroneumática son:

- ☞ Cuerpo
- ☞ Soportes
- ☞ Manómetros
- ☞ Tubería de entrada
- ☞ Tuberías de salida
- ☞ Tablero de control eléctrico de la bomba
- ☞ Aterramiento contra descargas eléctricas
- ☞ Cerco de protección



Condiciones que se debe cumplir para optar por la tecnología hidroneumática y obtener resultados de servicio satisfactorios:

- Contar con energía eléctrica en el lugar.
- El caudal del pozo debe ser igual o mayor al requerimiento de caudal de la población a ser atendida.
- La red de distribución debe estar construida para resistir una presión de por lo menos 4 bar (40 mca) y no debe presentar fugas.
- Las viviendas deben contar con micromedidores.

La Empresa **PLASTIFORTE** es la principal proveedora de las torres hidroneumáticas en el mercado local, los modelos son:

Diferentes tamaños de torres hidroneumáticas	
Modelo Plastiforte	Capacidad
THN 4 CILINDROS	750 viviendas x 5 pers
THN ORIGINAL	100 viviendas x 5 pers
THN MINI	25 viviendas x 5 pers

Tabla comparativa entre los tres modelos			
Modelo	Mini	Original	Cuatro cilindros
Caudal (l/s)	0 – 0.5	0 – 1.5	0 – 10
Presión (bar.)	1.0 – 4.6	1.0 – 4.6	1.0 – 4.6
Potencia de la bomba ( HP)	0.3 – 1	0.3 – 2	0.3 – 15

FUENTE: [www.AGUATUYA.com](http://www.AGUATUYA.com)

## VENTAJAS

- 👍 Bajo costo respecto a la construcción de tanques elevados.
- 👍 Rapidez en su instalación.
- 👍 Funcionamiento automático.
- 👍 Apropiaada para el uso de artefactos que requieren presión como duchas, calentadores etc.
- 👍 Apropiaada para sistemas que cuentan con pozos perforados y bomba sumergible.
- 👍 Optimiza el consumo de energía eléctrica en el funcionamiento de la bomba.
- 👍 Brinda protección de la calidad del agua para la distribución al no estar en contacto con la atmósfera.

## DESVENTAJAS

- 👍 Requiere energía eléctrica.
- 👍 Mantenimiento correctivo por técnicos especializados.

## OPERACIÓN

La operación una vez instalada la torre es automática, no requiere de un operador. Los manómetros son de control y tiene dispositivos de presión con conexiones eléctricas que permiten iniciar o cortar el funcionamiento de la bomba de agua sumergible.

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar el área adyacente al pozo, torre hidroneumática, quitando plantas, hierbas y otros materiales extraños.	Mensual (cada mes).	Pico , pala, machete, azadón.	Operador y usuario.
☞ Verificar si no hay asentamientos de la estructura de la torre.	Semestral (cada 6 meses).	Cuaderno , lápiz.	Operador.
☞ Limpiar y excavar el canal de protección fuera del cerco de protección para proteger de las aguas de lluvia.	Anual (cada año).	Pico, pala, carretilla.	Operador, usuario.
☞ Verificar el funcionamiento del manómetro.	Semestre (cada 6 meses).	Cuaderno y lápiz.	Operador, usuarios.

## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Fugas en válvulas.	Cambiar accesorios y válvulas.	Desarmar las partes dañadas y cambiar por piezas nuevas.	Llaves, teflón, accesorios, válvulas.	Especialista, plomero, operador, usuarios.
Asentamiento de la torre.	Asentar nuevamente la torre en forma vertical.	Desconectar partes y accesorios, mover la torre y construir nuevas bases para la torre.	Pico, pala, carretilla, nivel, plomada, cemento arena, piedra.	Albañil, plomero, operador y usuarios.
No hay presión ni agua.	Revisar la bomba y diagramar curva de bombeo.	Implementar plan de diagnóstico y control de fugas.	Caudalímetros, macromedidores.	Especialista, operador.

A close-up photograph of a single water droplet falling into a pool of water, creating concentric ripples. The background is a soft, light blue gradient. The text is overlaid on a white, wavy shape at the bottom of the image.

# Calidad del Agua y su Tratamiento





### 3.1 Calidad del Agua para Consumo Humano

El agua es un elemento indispensable, las personas la utilizan para su nutrición como bebida o en los alimentos, también se la utiliza en el lavado de utensilios, ropas y la higiene personal. La salud humana no solo depende de la cantidad de agua, sino también de su calidad, para evitar enfermedades.

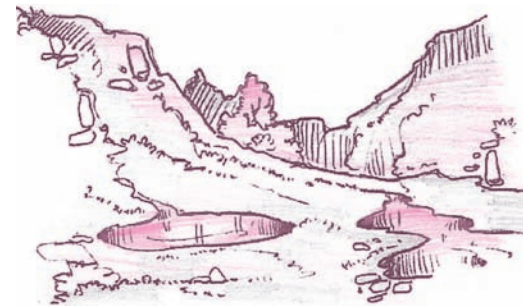
#### FUENTES DE AGUA

##### Aguas superficiales

- ☞ Las aguas de manantiales, ríos y lagos son factibles de contaminación.

##### Aguas de lluvia

- ☞ Las aguas de lluvia, se pueden contaminar con facilidad.



## Aguas subterráneas

- Son mejores aguas para el consumo humano, si se toman medidas higiénicas en su recolección y almacenamiento; son de mejor calidad bacteriológica porque se encuentran protegidas por la corteza terrestre.

## FORMAS DE CONTAMINACIÓN

### Fuentes sin protección o en mal estado

- ☞ Falta de cuidado o higiene en el recojo y transporte del agua.
- ☞ Agua almacenada en un lugar desaseado o en recipientes sucios.
- ☞ Falta de hábitos higiénicos, uso de recipientes en mal estado, sucios, sin tapa o contacto con manos y utensilios sucios.



## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar la estructura donde está instalada la bomba de ariete.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, escoba, trapo.	Operador.
☞ Verificar si la bomba no ha sufrido cambios en su ubicación por las vibraciones del golpe de ariete.	Semanal (cada semana).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Verificar si hay desgaste en las piezas (varillas válvulas).	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador.
☞ Verificar si la cantidad de agua que bombea es la normal.	Mensual (cada mes).	Recipiente de 200 litros, reloj.	Operador.
☞ Verificar si el número de ciclos de funcionamiento de la bomba es el que se ha determinado.	Semanal (cada semana).	Reloj, cronometro.	Operador.



**Bomba de Ariete**

**Proteger la captación y la estructura de la bomba contra crecidas en época de lluvias.**

## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Caudal de bombeo reducido o ninguno.	Realizar la reparación de la bomba de ariete, cambiando empaquetaduras de las válvulas y accesorios.	Desarmar la bomba y cambiar la empaquetadura.	Llaves, navaja, cuchillo, accesorios, goma.	Operador.
Bomba suelta o rota.	Reparar daños en la estructura de la bomba.	Desarmar la bomba, revisar partes y cambiar por nuevas, armar sujetándola firmemente debido a la gran vibración que se produce durante su funcionamiento.	Pico, pala, balde, badilejo, cemento, arena, agua, partes de repuestos.	Operador.

En la Tabla se observa que el principal medio de transmisión es el agua.

Enfermedades	Organismos causantes	Vías de transmisión
Cólera	Vibrio cholerae	La persona transmite estas enfermedades a través de las heces fecales, que son eliminadas cerca de los ríos y estas aguas contaminadas son utilizadas para el riego de verduras, como lechugas, cebollas, etc., que son consumidas por las personas en sus alimentos.
Fiebre tifoidea	Salmonella typhi	
Fiebres paratíficas	Salmonella paratyphi: A,B,C	
Disentería bacilar	Shigellas	
Disentería amebiana	Entamoeba histolytica	
Hepatitis infecciosa	Virus hepatitis A	
Enfermedades diarreicas	Shigellas, salmonellas, escherichia coli, parásitos, virus.	

Para evitar contraer enfermedades transmitidas por el agua es preciso hacer prácticas básicas de higiene y utilizar tecnologías alternativas para mejorar la calidad del agua de consumo.

Las prácticas de higiene para evitar las enfermedades se traducen en:

- ☞ Lavado de manos antes de comer y después de ir al baño.
- ☞ Uso de recipientes con tapa y utensilios limpios.
- ☞ Uso de letrinas limpias.
- ☞ Lavado de alimentos con agua segura, principalmente los alimentos que se comen crudos.
- ☞ Tratamiento y desinfección del agua a nivel domiciliario.

La calidad del agua potable está normada por estándares estipulados por la Norma Boliviana NB 512. En el siguiente Cuadro, se muestran algunos parámetros principales (En la Norma NB-512 se presenta una tabla más completa considerando estos elementos):

## REQUISITOS QUÍMICOS SEGÚN LA NORMA NB - 512

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Dureza total	500 mg/l $\text{CO}_3\text{Ca}^{(**)}$	
pH	9.0	Limite inferior 6.5
Arsénico As	0.05 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Bario Ba	0.7 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Boro B	0.3 mg/l (**)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Cadmio Cd	0.005 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Cloruros $\text{Cl}^-$	250.0 mg/l (*)	Valores mayores originan sabor y corrosión
Cobre Cu	1.0 mg/l (**)	
Cromo total Cr	0.05 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Fluoruro $\text{F}^-$	1.5 mg/l (**)	Deberá tener en cuenta la aceptación climática y del lugar
Hierro total Fe	0.3 mg/l (**)	
Manganeso Mn	0.1 mg/l (**)	
Mercurio Hg	0.001 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Niquel Ni	0.05 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Aluminio Al	0.2 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Nitratos $\text{NO}_3$	45.0 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Plomo Pb	0.01 mg/l (*)	Valor mayor tiene efecto sobre la salud
Sulfatos $\text{SO}_4$	400.0 mg/l (**)	

(\*) Posibles efectos sobre la salud, por exposición que supere el valor máximo.

(\*\*) Valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor, el olor o perjudicar otros usos del agua

## REQUISITOS FÍSICOS Y ORGANOLÉPTICOS

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Color	15 U.C.V.	U. C. V. = Unidad de color verdadero
Sabor y olor	Ninguno	Deben ser aceptables
Turbiedad	5 U.N.T.	U.N.T. = Unidades nefelométricas de turbiedad
Sólidos totales disueltos	1000 mg/l (**)	

(\*\*) Valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor, el olor o perjudicar otros usos del agua. (Véase guías OPS/OMS)

## REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Coliformes totales	0.0 UFC/ml	< 5 NMP/100 ml (*)
Escherichia coli	0.0 UFC/ml	< 5 NMP/100 ml (*)

(\*) 95 % de las muestras, con la serie de 5 tubos

## PARÁMETROS DE CONTROL

Características	Valor máximo aceptable	Observaciones
Conductividad	1500 mhos/cm (**)	
Alcalinidad total (*)	370 mg/l CaCO <sub>3</sub>	El mismo está relacionado con el pH

(\*) Índice de Langelier -0.5 a +0.5 para sistemas con tubería metálica.

(\*\*) Valores superiores pueden influir en la apariencia, el sabor ó el olor del agua

## 3.2 Desinfección del Agua a Nivel Domiciliario

La desinfección del agua a nivel domiciliario es una alternativa para eliminar microorganismos, cuando no existe desinfección permanente en los sistemas de agua o cuando la provisión de agua es captada directamente de fuentes naturales como agua de lluvia, vertiente, ríos, lagos, etc. o es transportada en cisternas que no garantizan la calidad del agua.

Las formas de desinfección más importantes del agua a nivel domiciliario son:

- ☞ Hervido del agua
- ☞ Desinfección química
- ☞ Desinfección solar

### CARACTERÍSTICAS

La desinfección del agua a nivel domiciliario es sencilla, de fácil aplicación y de bajo costo, se puede realizar en zonas dispersas y donde no hay agua potable.



Algunas técnicas, se las describe a continuación:

### ❑ Hervido del agua

Hervir el agua por al menos 3 (tres) minutos.

### ❑ Desinfectantes químicos

El cloro en cualquier presentación: hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio (lavandina), y pastillas de cloro, tienen un gran poder destructivo sobre los microorganismos existentes en el agua.

### ❑ Desinfección con hipoclorito de sodio (Lavandina)

El hipoclorito de sodio es un líquido transparente de color amarillo pálido, más conocido como "lavandina", su concentración varía de 0,5% a 8% de cloro.



El uso de la lavandina es económico y de fácil control, debe utilizarse en las dosis recomendadas

La dosis de uso recomendada es la siguiente:

AGUA PARA BEBER			
1 Litro	5 Litros	10 Litros	20 Litros
1 Gota	5 Gotas	10 Gotas	20 Gotas

Hipoclorito de Sodio al 8 % (lavandina X-5 )

### Recomendaciones para el uso del hipoclorito de sodio (lavandina)

- Se debe verificar que sea hipoclorito de sodio para potabilizar agua de consumo humano, generalmente es de una concentración del 8%.
- Verificar fecha de envase, este deberá ser reciente al uso, menor a 2 meses.

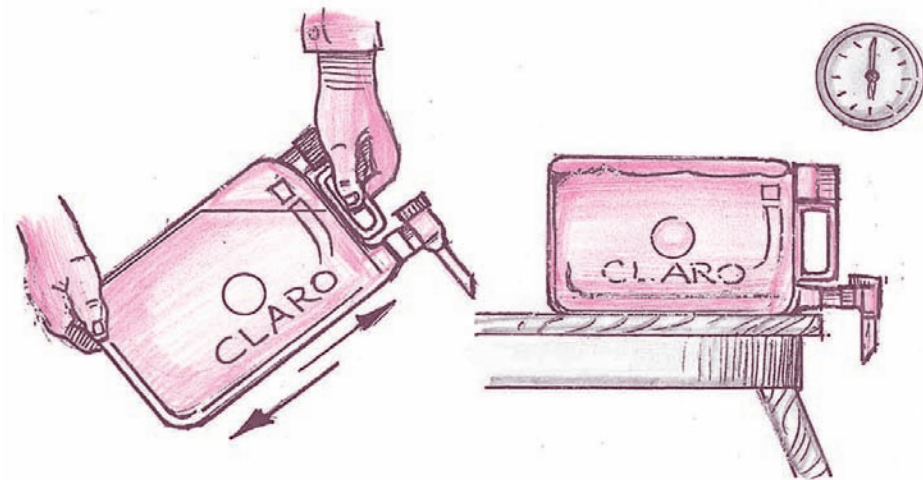
Una práctica conocida es la desinfección del agua con solución "Claro", que también es hipoclorito de sodio al 0.5 % y para aplicar se siguen los siguientes pasos:



- Llene el bidón de 20 litros con agua natural clara o filtrada.
- Llene solución "Claro" en la tapita (similar a la tapa de gaseosas), esta solución se la compra principalmente en farmacias.
- Vacíe la tapita de solución "Claro" en el bidón.
- Cierre bien la tapa de la solución "Claro" y el bidón.
- Agite el bidón con la solución "Claro" y el agua.
- Espere media hora antes de consumir.

Los desinfectantes deben protegerse del calor, luz solar y humedad.

El agua desinfectada con “solución claro” sirve para beber, ingerir alimentos y lavar verduras y utensillos de cocina.



### □ Desinfección solar

Uno de los métodos de desinfección solar del agua se conoce como “SODIS”. Este método necesita tres elementos:

- ☞ Rayos de sol.
- ☞ Recipiente transparente de plástico (menor a 3 litros).
- ☞ Agua clara, con una turbidez menor a 5 UNT.

El método consiste en llenar un recipiente o botella de plástico desechable transparente con agua clara y exponerlo al sol por más de 5 horas, al cabo de las cuales se tendrá agua no contaminada, buena y apta para consumo, pudiendo ser bebida después de enfriarla.

### □ SODIS, es una tecnología:

- ☞ Utilizada a nivel doméstico para tratar pequeñas cantidades de agua destinadas al consumo humano.

- ☞ Que utiliza la energía solar, la cual es universalmente disponible y gratuita, por lo que resulta una forma de desinfección barata.
- ☞ Que no utiliza leña o gas, por tanto se ahorra combustible.
- ☞ Que utiliza botellas plásticas o de vidrio con un volumen de 2 litros, considerados como recipientes adecuados para almacenar y acarrear el agua tratada, lo que reduce el riesgo de contaminación.

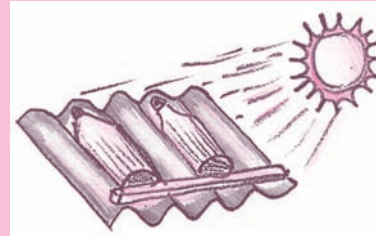
### ☐ Pasos a seguir para la desinfección solar



- ✓ Usar botellas de plástico transparentes y tapas limpias.
- ✓ Lavar y enjuagar bien las botellas y tapas.



- ✓ Llenar las botellas con agua clara sin burbujas y tapar bien.



- ✓ Poner las botellas en el techo o en el suelo sobre la calamina.
- ✓ Poner al sol desde la mañana hasta la tarde, si el día estuvo nublado dejar un día más.



- ✓ Dejar enfriar y tomar en vaso limpio.

### 3.3 Filtración a Nivel Domiciliario

La filtración es un proceso de purificación del agua, que consiste en hacer pasar el agua a través de un medio poroso (medio filtrante) que puede ser arena, fibra sintética o cerámica, donde los sólidos e impurezas son retenidos, logrando así solo el paso de agua clarificada.

La filtración permite la disminución del contenido de microorganismos en el agua a tratar, debido al crecimiento de la capa biológica que se genera en la superficie del filtro.

#### CARACTERÍSTICAS

La filtración a nivel domiciliario es una tecnología:

- ☞ De fácil construcción.
- ☞ Sencilla y de fácil aplicación.
- ☞ Apropiaada para zonas donde no hay agua potable.
- ☞ Apropiaada para comunidades muy dispersas.
- ☞ De bajo costo.

Existen otras tecnologías que se las describen a continuación:



## FILTRO LENTO DE ARENA

- ☞ Consiste en un recipiente de 100 a 200 lts de capacidad, puede ser de plástico, cerámica, metal o ferrocemento. En su interior se distribuyen diferentes capas de arena que ocupa un volumen igual a  $2/3$  del volumen del recipiente.
- ☞ El agua debe pasar a través de la arena, donde serán retenidas partículas e impurezas, además de eliminar microorganismos que se encuentran en el agua y de este modo volverla cristalina.
- ☞ El agua filtrada requiere ser hervida o desinfectada antes de consumirla.

### Materiales para construir un filtro de arena

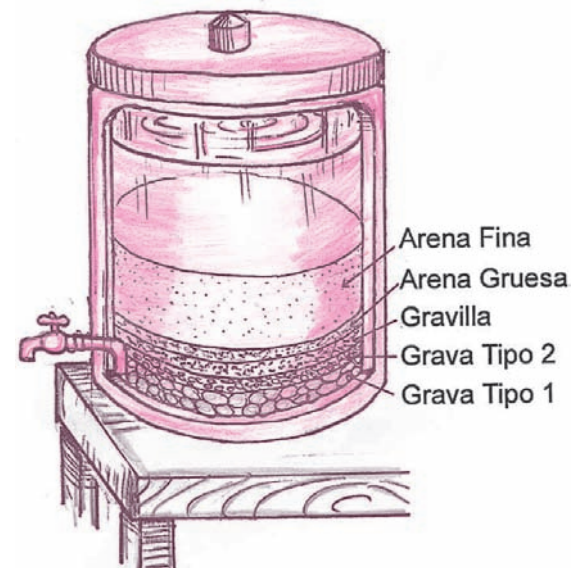
#### Alternativa 1

Disponibilidad de diferentes tamaños de arenas:

- ☞ Recipientes de plástico de boca ancha, mayor de 40 litros.
- ☞ Grifo plástico o metálico de  $1/2$  pulgadas.
- ☞ Empaquetaduras de goma (neumáticos usados).
- ☞ Accesorios PVC (codos y niples).

## DISTRIBUCIÓN DE LA ARENA EN EL FILTRO

ARENAS Y GRAVAS A UTILIZAR EN EL FILTRO		
Tipo de material	Tamaño del material (diámetro en mm.)	Espesor de capa en el filtro en centímetros
Grava – tipo 1	50	5
Grava – tipo 2	20	5
Gravilla	6	5
Arena gruesa	2	5
Arena fina	0,2 – 0,3	>20

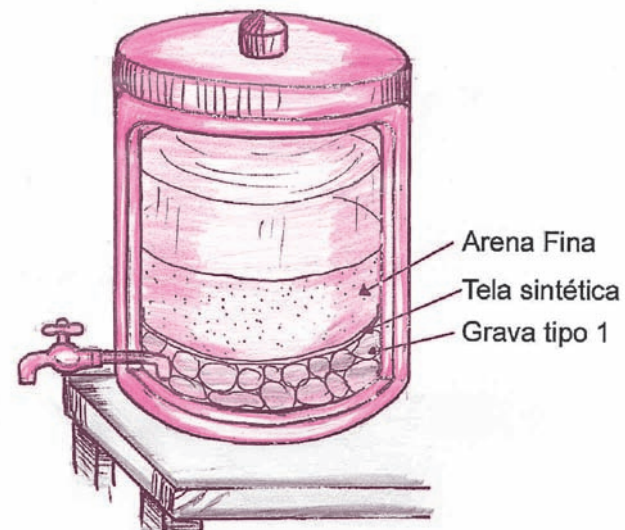


### Alternativa 2

Disponibilidad de un solo tamaño de arena:

En algunas zonas del país solo es posible obtener arena fina, en estos casos se utilizará una tela sintética (ropa de tejido plástico) como capa soporte en la base.

Si no es posible conseguir grava gruesa, simplemente se colocará una tela sobre la tubería de salida al grifo, completando así el filtro con arena fina solamente.



## Operación del filtro

Generalmente en los filtros de arena se forma una capa biológica sobre el lecho de arena fina, conteniendo millones de microorganismos, que se encargan de realizar una limpieza biológica del agua al pasar por el filtro.

**Evite que el filtro quede sin agua porque muere la capa biológica.**

Recomendaciones para el funcionamiento adecuado del filtro:

- ☞ Debe existir una capa de agua hasta una altura de 10 cm, por encima de la capa de arena.
- ☞ El caudal de filtración depende de la calidad del agua a filtrar, en atención que las aguas muy turbias tapan el filtro rápidamente, se recomienda dejar en reposo el agua antes de filtrar (dejar asentar la turbiedad). Los filtros pueden funcionar de 2 a 4 semanas antes de una limpieza.

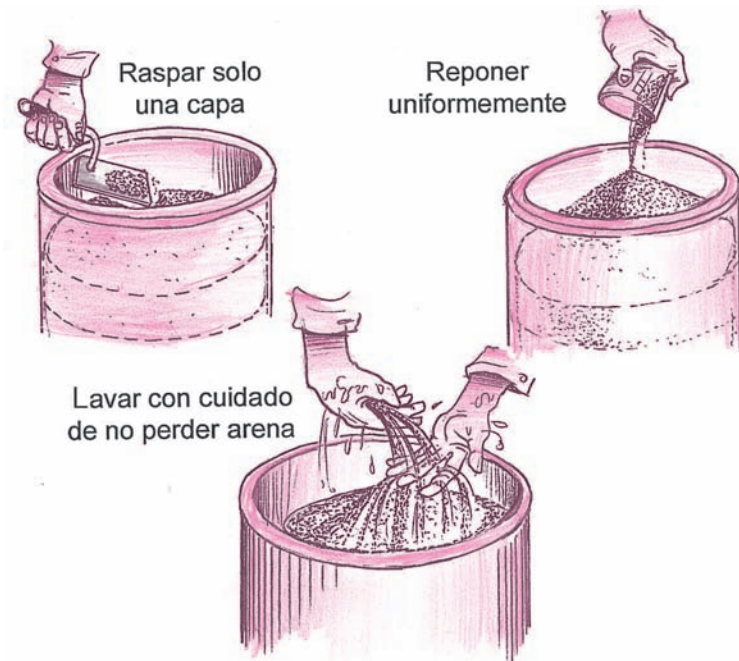
## □ Limpieza del filtro

La limpieza del filtro de arena se realiza cuando el chorro de salida de agua por el grifo es mínimo. Esta operación se realiza en el lugar donde se encuentra el filtro, de la siguiente manera:



### □ Limpieza de la arena

- ☞ Vaciar el agua del filtro.
- ☞ Con ayuda de una pequeña espátula o cuchara, raspe el lecho de arena fina de 5 a 10 cm, y retire esta arena sucia a un recipiente para ser lavada.
- ☞ Una vez lavada la arena, se debe volver a poner en el filtro lo más uniforme posible.
- ☞ Inicie nuevamente el funcionamiento del filtro.



### □ Limpieza del recipiente del filtro

- ☞ En un periodo de 3 o 6 meses vacíe todo el recipiente y limpie las paredes y las arenas.
- ☞ Cernir la arena y volver a llenar el recipiente respetando la ubicación de los tamaños de arena, para una nueva operación del filtro.



No lave la arena con detergente ni desinfectante, sólo con agua limpia refregando con las manos, hasta que el agua del último lavado quede limpia.

## FILTROS CERÁMICOS (VELA)

Son filtros domésticos que consisten en 2 baldes de plástico instalados uno sobre otro y tienen el mismo principio de funcionamiento que los filtros de arena, con la diferencia que el medio filtrante es de cerámica en forma de vela, éstas permiten un tratamiento físico y bacteriológico de manera que, el agua que pasa del balde superior al inferior está libre de contaminación.

**Los filtros cerámicos son vendidos en el comercio local, su reemplazo está sujeto al tiempo de uso y desgaste**

Partes del filtro:

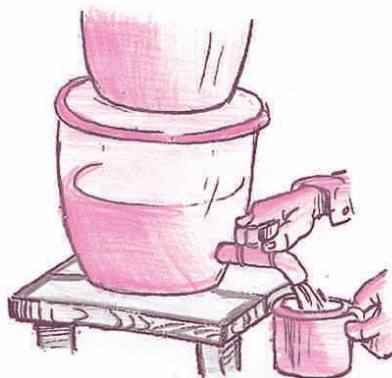
- ☞ Tapa móvil balde superior.
- ☞ Recipiente plástico superior 15 Lts.
- ☞ Velas cerámicas.
- ☞ Tapa hermética balde inferior.
- ☞ Recipiente plástico inferior 20 Lts.
- ☞ Grifo.



**El filtro se debe colocar en un lugar protegido del sol y sobre una superficie firme.**

### ❑ Operación del filtro de vela

- ☞ Llenar cuidadosamente con agua el balde superior, el filtrado es mejor si el balde superior está lleno, las velas limpias y el agua decantada.
- ☞ Dejar filtrar el agua por un tiempo.
- ☞ Utilice el grifo con cuidado, el agua filtrada puede ser consumida con seguridad.

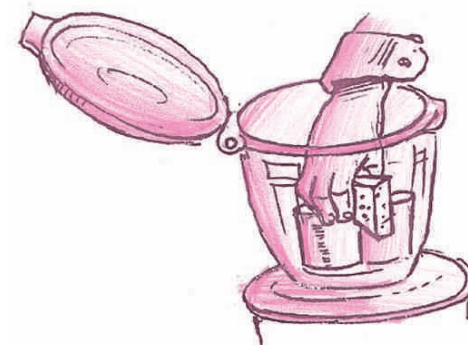


Luego de la filtración puede almacenar el agua en recipientes seguros y apropiados

### ❑ Limpieza del filtro de vela

La limpieza se realiza con un trapo o esponja cuidando no quebrar las velas (no utilizar detergente).

El reemplazo de la vela está determinado por el desgaste que tienen por su uso, o cada año





# Tecnologías Alternativas para Saneamiento



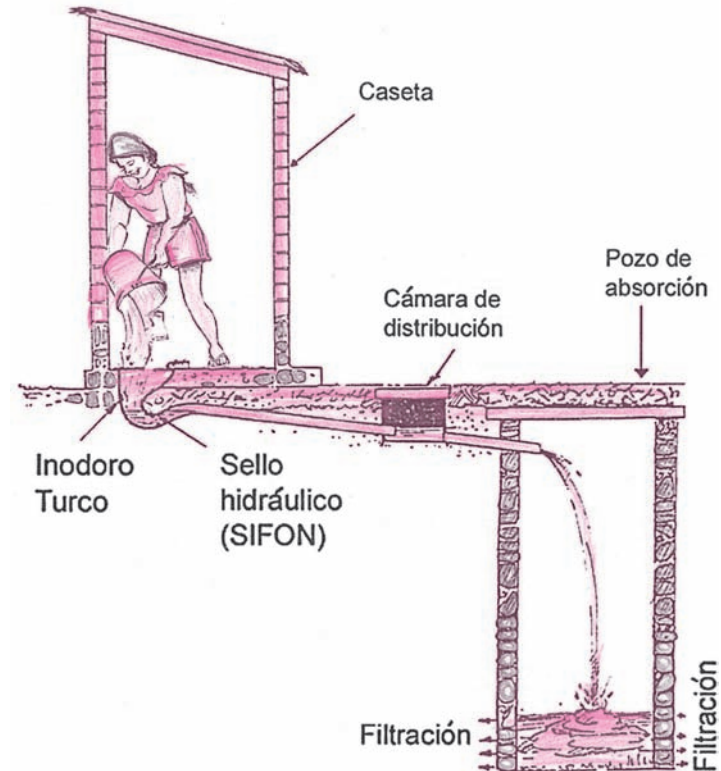
## 4.1 Letrina con Arrastre de Agua

Se trata de una letrina que funciona con descarga manual de agua, tiene incorporado en la taza un sifón para evitar el paso de olores, conectado mediante una tubería de PVC u hormigón a un tanque séptico y pozo de absorción o simplemente a un pozo de absorción.

Las letrinas de uso familiar generalmente están conectadas a pozos de absorción, a diferencia de las letrinas públicas o comunales que están conectadas a un tanque séptico y pozo de absorción o zanja de infiltración.

Las partes de la letrina son:

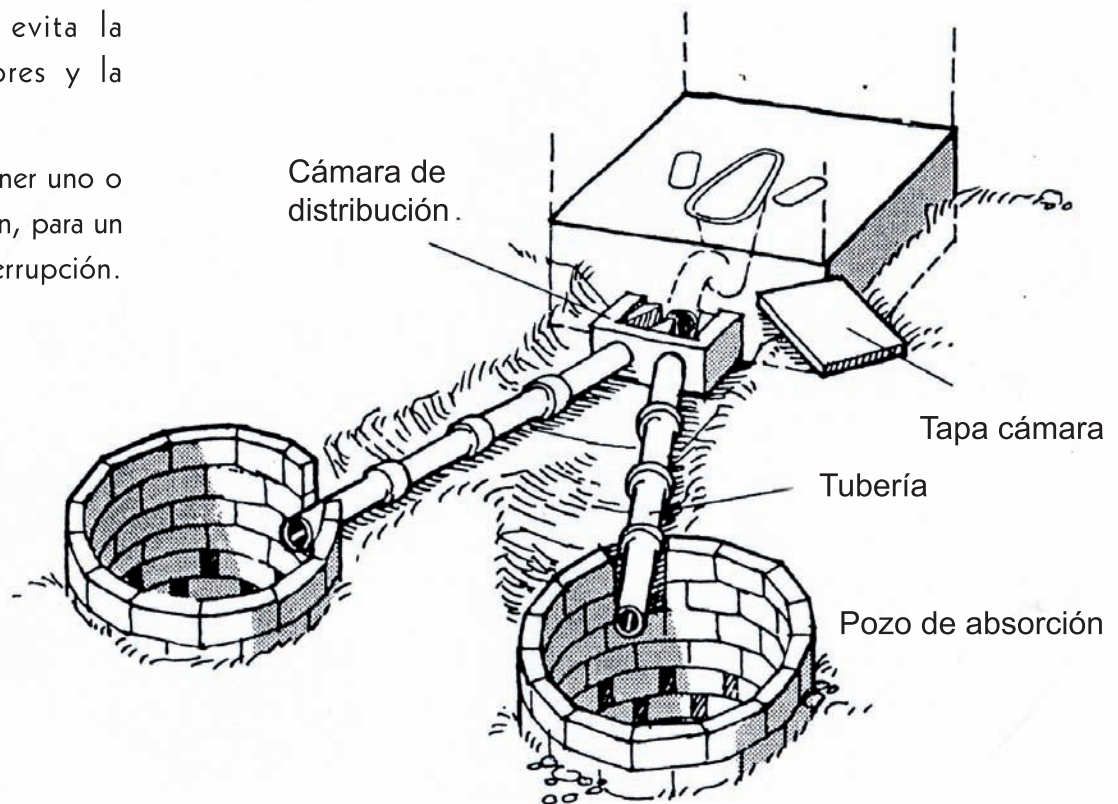
- ☞ Caseta.
- ☞ Tuberías de conducción.
- ☞ Tanque séptico.
- ☞ Pozo de absorción.
- ☞ Brocal.
- ☞ Losa.
- ☞ Asiento o taza con sello hidráulico.



## CARACTERÍSTICAS

Las principales características de las letrinas con arrastre de agua son:

- ☞ Requiere de agua para el transporte de los desechos líquidos y sólidos.
- ☞ El sello hidráulico evita la propagación de olores y la presencia de moscas.
- ☞ Las letrinas pueden tener uno o dos pozos de absorción, para un uso alternante sin interrupción.



## VENTAJAS

- 👍 Económica.
- 👍 Simple.
- 👍 El mantenimiento es sencillo.
- 👍 Fácil de construir.
- 👍 No hay presencia de moscas.
- 👍 Ausencia de malos olores.
- 👍 Puede ser construida dentro de la vivienda.
- 👍 Apropia para población dispersa.
- 👍 Apropia donde no hay sistema de alcantarillado.
- 👍 De construcción sencilla.
- 👍 Adecuada en lugares donde hay agua.
- 👍 Fácil de replicar.

## OPERACIÓN

Son las acciones que se realizan para usar adecuadamente la letrina, una vez que se ha utilizado la letrina se deberá botar el papel de limpieza en el papelerero y no en la taza, luego de usar la letrina, se debe mantener tapada la taza y el papelerero.

**Este tipo de letrina requiere entre 2 a 4 litros de agua. Se deberá echar agua cada vez que se use.**

## DESVENTAJAS

- 👍 Si se arroja piedras en la taza puede taparse el tubo.
- 👍 Hay posibilidad de contaminar el acuífero freático.
- 👍 Solo funciona cuando hay agua.





## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar el área adyacente a la letrina, quitando plantas, hierbas, piedras y otro material extraño.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Usuario.
☞ Limpiar el interior de la letrina.	Diaria (cada día).	Escoba.	Usuario.
☞ Lavar la taza con agua y jabón.	Diaria (cada día).	Trapo, agua, balde.	Usuario.
☞ Controlar el nivel de excretas en el pozo de absorción o tanque séptico.	Bimestral (cada 2 meses).	Lámpara, palo.	Usuario.
☞ Limpiar el canal en el contorno de la letrina, porque éste la protege de las aguas de lluvia.	Trimestral (cada 3 meses).	Pico, pala.	Usuario.



En caso de taponamiento deberá abrir la cámara de inspección y verificar si hay algún obstáculo, en caso de no encontrar nada y que la cámara esté vacía introducir un alambre para destapar entre la cámara y la taza, si hay agua y heces en la cámara se introducirá el alambre entre la cámara y el pozo de absorción o tanque séptico. Una vez que se ha logrado destapar, deberá echar bastante agua para que se lave el tubo.

## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Daño en el pozo de absorción.	Cuando el pozo o la tapa del mismos estén dañados, deben reponerse (si es posible) o construir uno nuevo.	Construcción de la parte afectada o construcción de un nuevo pozo de absorción.	Pico, pala, cemento, arena, piedra o ladrillo, martillo, clavos.	Usuario.
Rotura en el sifón y tubería.	Cambio de las piezas dañadas.	Excavado del lugar; luego se procede al cambio de las piezas dañadas.	Picota, pala, piezas nuevas.	Usuario.
Taponamiento del sifón o tubería.	Destapar sifón de taza o tubo.	Es caso de taponamiento, abrir la caja distribuidora y verificar si hay algún obstáculo y proceder a destapar.	Pala, alambre N° 12 o fierro de construcción „”, balde.	Usuario.
Piezas rajadas o rotas.	Reparar daños en la estructura de la letrina como por ejemplo rajaduras, en la losa, paredes techo, puerta.	Cambiar piezas dañadas de la caseta.	Balde, pala, martillo, cemento, arena, agua, madera, clavos.	Usuario.

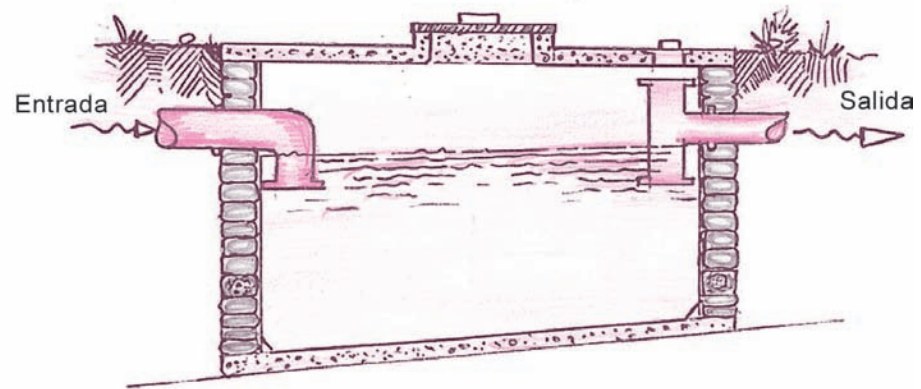
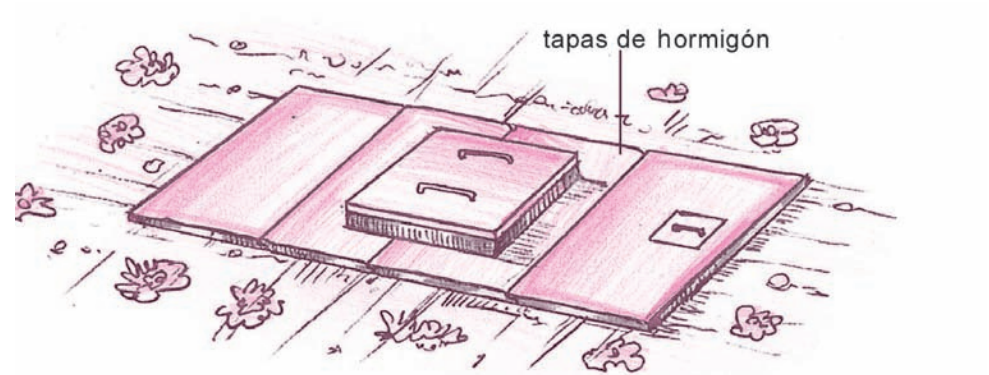


## Tanque séptico

Es una tanque construido con hormigón armado, hormigón ciclópeo o ladrillo, en su mayoría tiene forma rectangular, muchas veces está dividido en compartimentos. También se construyen cilíndricos en materiales como plástico, asbesto cemento o fibra de vidrio.

Se construyen o instalan debajo del nivel de terreno y reciben las aguas con excretas de las letrinas y realiza los procesos de:

- Separar sólidos de la parte líquida.
- Proveer digestión limitada a la materia orgánica.
- Almacenar los sólidos separados o sedimentados.
- Permitir la descarga del líquido clarificado para un tratamiento posterior y disposición.

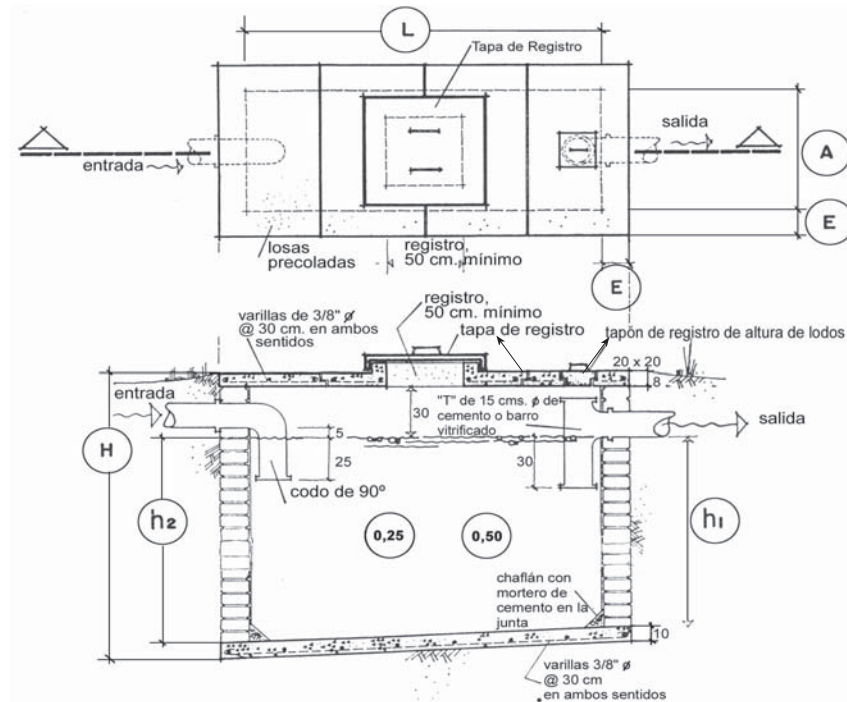


Corte de Tanque Séptico

Los sólidos sedimentados se acumulan en el fondo del tanque y se denominan "lodos"; las espumas y grasas se acumulan en la superficie y se denominan natas.

Todo el proceso se realiza en dos o tres días, toda la materia orgánica se transforma en gases, líquidos y lodos, por medio de un proceso anaeróbico (falta de oxígeno), en él actúan bacterias.

Esta descomposición de aguas residuales es llamada "séptica" de aquí el nombre del tanque.



### DIMENSIONES DE TANQUES SÉPTICOS (METROS)

Personas Domestico	Personas Escuelas	Capacidad tanque	L	A	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	H	E TABIQUE	E PIEDRA
Hasta 10	Hasta 30	1500	1.90	0.70	1.10	1.20	1.68	0.14	0.30
20	60	3000	2.30	1.00	1.30	1.40	1.88	0.14	0.30
40	120	6000	2.90	1.30	1.50	1.70	2.18	0.28	0.30
60	180	9000	3.60	1.50	1.60	1.80	2.28	0.28	0.30
80	240	12000	3.90	1.70	1.70	1.90	2.38	0.28	0.30
100	300	15000	4.40	1.80	1.80	2.00	2.48	0.28	0.30

L = Largo interior del tanque

h<sub>1</sub> = Tirante menor (altura de agua menor)

H = Profundidad máxima

A = Ancho interior del tanque

h<sub>2</sub> = Tirante mayor (altura de agua menor)

E = Espesor

## OPERACIÓN

Abrir las tapas y verificar niveles de nata y lodos del tanque séptico cada año a nivel doméstico y cada seis meses en escuelas o establecimientos públicos.

### Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar el área adyacente al tanque séptico, quitando plantas, hierbas, piedras y otro material extraño.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Usuario.
☞ Controlar el nivel de lodos y natas en el tanque séptico.	Anual (cada año).	Vara de madera con aletas, vara de madera con trapo.	Usuario.
☞ Limpiar el canal en el contorno del tanque séptico, porque éste la protege de las aguas de lluvia.	Semestral (cada 6 meses).	Pico, pala.	Usuario.

La limpieza del tanque séptico será necesaria cuando:

- ☞ El espacio entre el extremo inferior del tubo de salida o conexión y el fondo de la capa de nata sea menor a 8 cm.
- ☞ El espesor de la capa de lodos es menor a los valores indicados en la tabla siguiente:

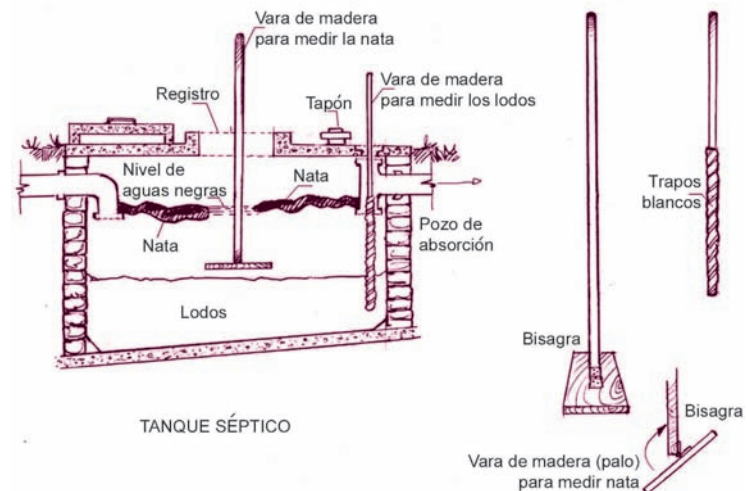
Profundidad del líquido en ( cm.)				
	75	100	125	150
Capacidad del tanque (m3)	Distancia del extremo inferior de la descarga a la cúspide de los lodos en ( cm.)			
1.9	22	32	42	50
2.3	15	24	34	45
3.0	10	18	25	32
3.4	6	12	18	25
3.8	6	12	16	20

### Procedimiento para medir profundidad de las natas

- ☞ Se construirá una vara de 1.80 m de largo, con una aleta articulada de 15 cm x 15 cm.
- ☞ La vara se empuja a través de la nata hasta el borde inferior del tubo de conexión.
- ☞ Se hará una marca con lápiz en la vara.
- ☞ Se subirá la vara, la aleta se pondrá en posición horizontal y se levantará, hasta que la resistencia de la nata se sienta.
- ☞ Se hará una marca con el lápiz en la vara.
- ☞ El espacio entre las dos marcas determinará la distancia que hay entre el extremo inferior del tubo de salida o conexión y la parte inferior de la nata. ( no deberá ser mayor a 8 cm ).

### Procedimiento para medir el espesor de la capa de lodos

- ☞ Se construirá una vara de 1.80 m de largo, a la cuál se le envolverá con 90 cm de tela de toalla blanca.
- ☞ Se meterá la vara hasta que toque el fondo del tanque.
- ☞ Después de varios minutos la vara se retirará cuidadosamente mostrando la profundidad de los lodos y la profundidad del líquido del tanque.



Al abrir un tanque séptico se debe dejar ventilar los gases que se acumulan en él y que pueden causar explosiones o asfixia humana.

La limpieza del tanque se hará por medio de baldes y sogas; es importante dejar un poco de lodo al terminar la limpieza.

Los lodos extraídos deben hacerse secar y enterrarse en zanjas de unos 60 cm. de profundidad.

**No se deben utilizar antorchas o mecheros para inspeccionar tanques sépticos.**

## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Grietas y rajaduras.	Reparación de grietas y rajaduras.	Verificar si el tanque está lleno, para esto se utiliza las varillas de medición. Vaciar el tanque. Realizar la reparación.	Balde, escoba, pala, soga, vara de madera, arena y cemento.	Operador, usuario.

## 4.2 Letrina Ecológica Seca Familiar

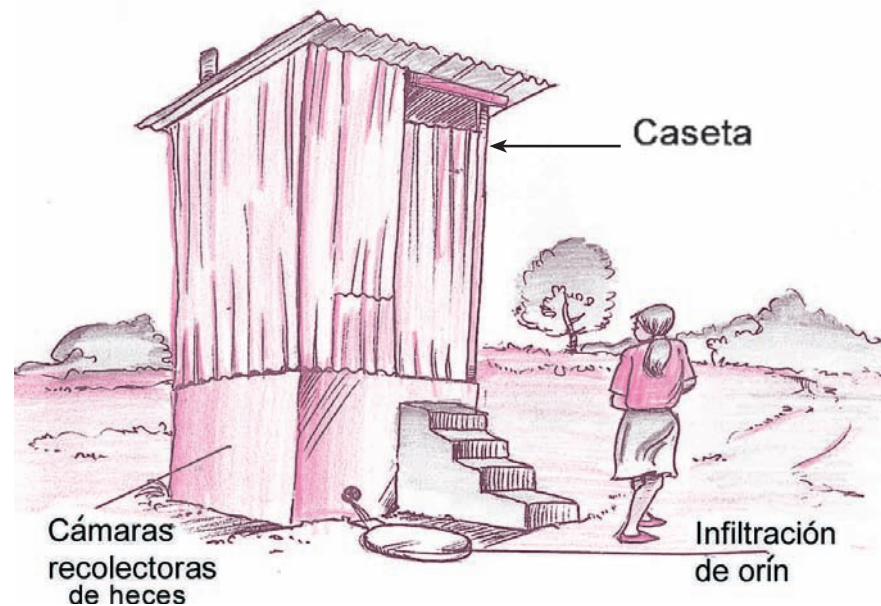
Es una letrina que tiene dos cámaras o depósitos contruidos uno a lado de otro, estas cámaras permiten la recolección de heces, en forma alternada, cuando se llena una cámara se cambia a la otra, junto con la taza.

Un aspecto importante de esta letrina es que se realiza la separación de la orina de las heces, con ello se eliminan los malos olores que se producen cuando la orina entra en contacto con las heces fecales.

La aplicación de esta letrina es recomendada en lugares con nivel freático muy elevado o cuando no es posible excavar para construir una letrina de pozo ventilado.

Una letrina ecológica está compuesta por:

- ☞ Caseta
- ☞ Cámara doble
- ☞ Losa
- ☞ Asiento o taza separadora de orina y heces

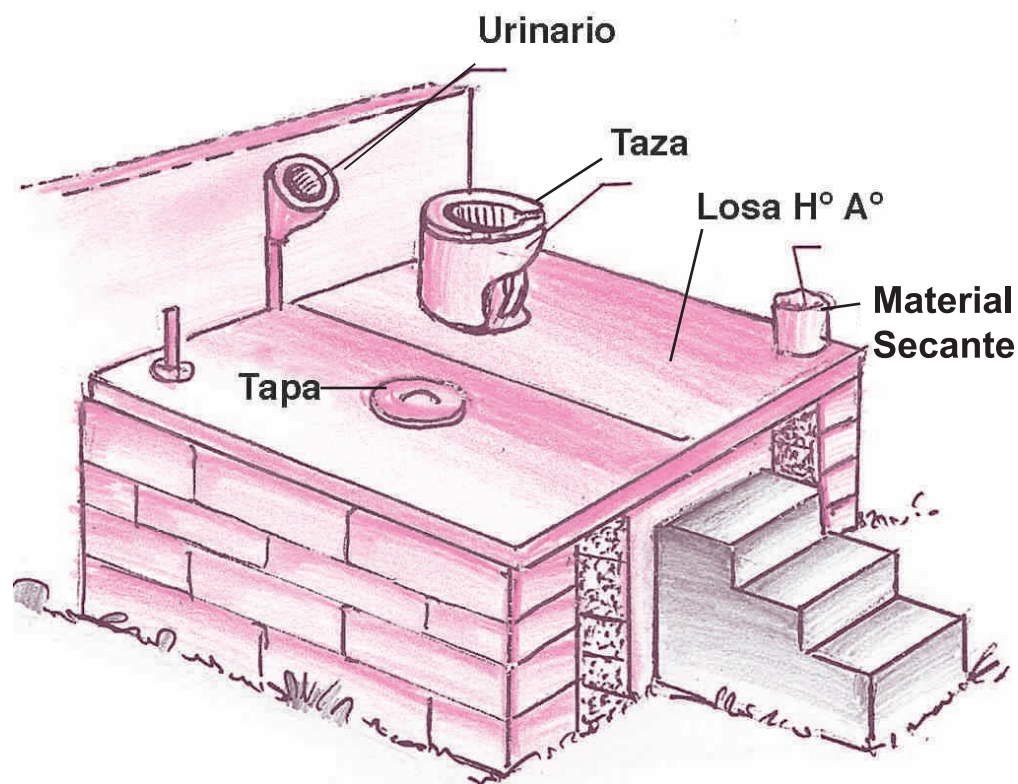




Para una familia entre 5 a 8 miembros y para un tiempo de 6 a 8 meses de digestión, se ha estimado una cámara de aproximadamente 1,00 m x 0,80 m x 0,60 m (largo, ancho, alto). El proceso es seco porque no se utiliza agua y las heces se secan con cal o ceniza. Los desechos una vez secos, después de aproximadamente 6 meses, se pueden extraer y enterrarlos, también pueden ser usados como base de abono.

## CARACTERÍSTICAS

- ☞ De construcción sencilla.
- ☞ Permite almacenar desechos en forma protegida del suelo.
- ☞ Fácil de replicar.



## VENTAJAS

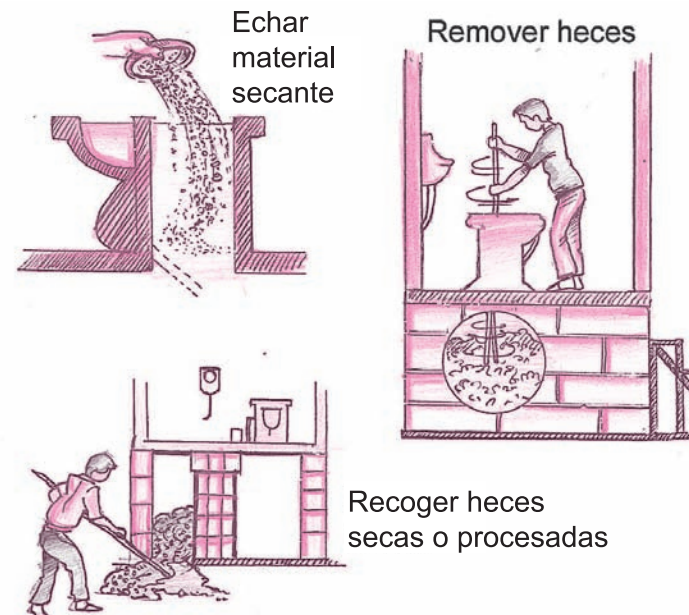
- 👍 Simple y fácil de construir.
- 👍 No requiere de agua para su funcionamiento.
- 👍 No contamina el suelo ni las aguas freáticas.
- 👍 Puede ser construida en lugares con nivel freático elevado.
- 👍 Es una solución para lugares donde no se puede excavar.
- 👍 Apropiaada para población dispersa.
- 👍 La orina puede usarse como abono en diluciones con agua de 1:8 a 1:10; o como desinfectante en diluciones con agua de 1:3 a 1:5.

## OPERACIÓN Y USO

El usuario se sienta comodamente en la taza donde la orina se separa de las excretas, los varones no deben orinar en la taza de parados, lo harán en el urinario. El papel de limpieza debe ser depositado dentro de la cámara, luego se cubren las heces con material secante, como ceniza, tierra cernida, arena fina, aserrín, cal o mezcla de estos y se tapa la taza.

## DESVENTAJAS

- 👎 Produce olores si no se hecha material secante encima de las heces frescas.
- 👎 Requiere de una capacitación y seguimiento post construcción.



Cada semana se debe remover las heces con el material secante para que la mezcla sea homogénea, esto se realiza con una varilla de madera u otro dispositivo de remoción.

En el caso de una letrina con cámara doble, a los 6 meses verificando que la cámara casi esté llena, debe cambiar a la otra dejando la primera bien tapada por 6 meses, el cambio será de la taza por la tapa en una de las cámaras y la tapa por la taza en la otra.

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar el área adyacente a la letrina quitando plantas, hierbas, piedras y otros materiales extraños.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Usuario.
☞ Limpiar el interior de la letrina.	Diaria (cada día).	Escoba.	Usuario.
☞ Limpiar la taza y el urinario lavando con jabón (evite que ingrese agua al interior de la cámara durante el lavado)	Semanal (cada semana).	Cepillo, agua y jabón.	Usuario.
☞ Controlar el nivel de excretas en el pozo.	Mensual (cada mes).	Lámpara, palo.	Usuario.
☞ Limpiar el canal del contorno de la letrina, éste la protege de las aguas de lluvia.	Trimestral (cada 3 meses).	Pico, pala.	Usuario.

## Mantenimiento correctivo

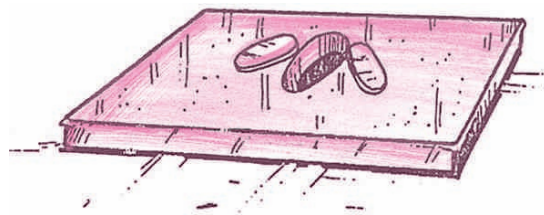
Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Cámara llena.	Cuando la primera cámara se encuentre llena se debe cambiar a la otra, tapando la primera.	Se verificará previamente que falte 20 cm de espacio entre la losa y las heces fecales, agitar, luego completar 10 cm con material secante proceder a tapar en forma hermética. Se debe cambiar la taza a la otra cámara haciendo la conexión del tubo para el separador de orina.	Madera, tubo de polietileno o varilla de madera.	Usuario.
Rajadura y roturas en la caseta.	Reparar daños en la estructura de la letrina como por ejemplo, rajaduras en la losa, en paredes, en el techo, puerta.	Cambiar piezas rajadas o rotas.	Balde, pala, martillo, cemento, clavo, arena, agua. madera, clavos.	Usuario.

### 4.3 Letrina Mejorada de Pozo Ventilado

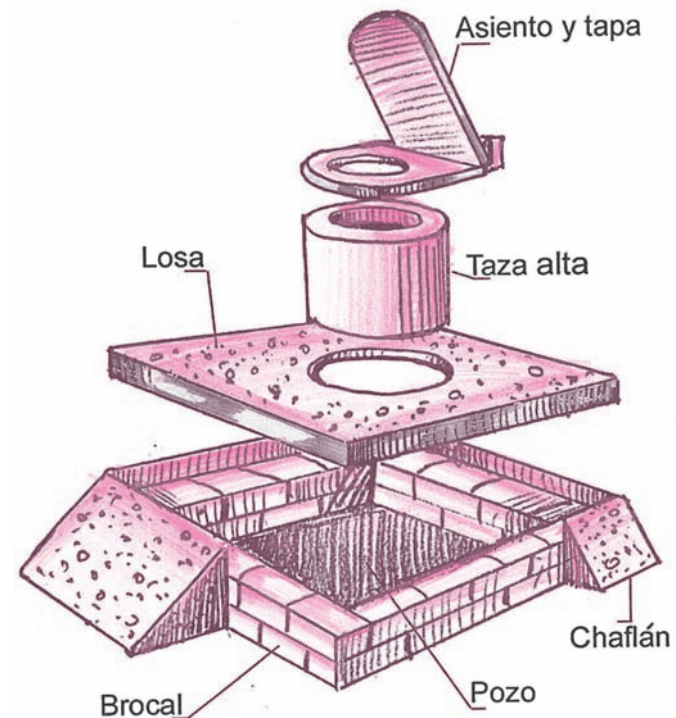
A diferencia de la tradicional letrina de pozo seco, la Letrina Mejorada de Pozo Ventilado, tiene incorporados elementos que permiten la circulación del aire desde la puerta hacia el tubo de ventilación evitando así, la presencia de olores en el interior de la misma.

Las partes de la letrina son:

- ☞ Caseta
- ☞ Pozo
- ☞ Brocal
- ☞ Losa
- ☞ Asiento o taza

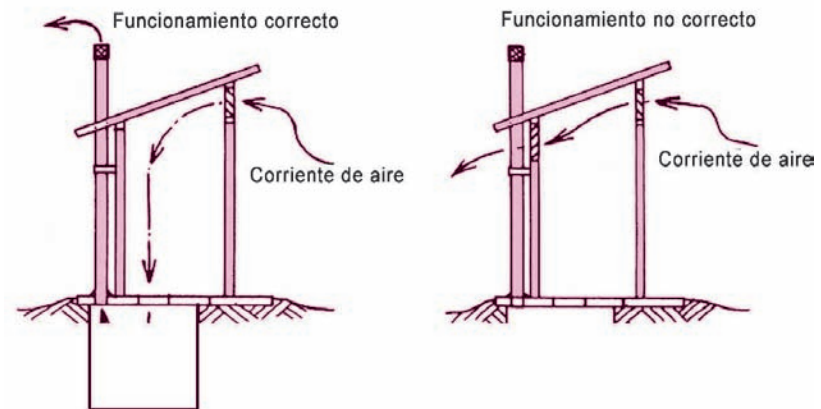
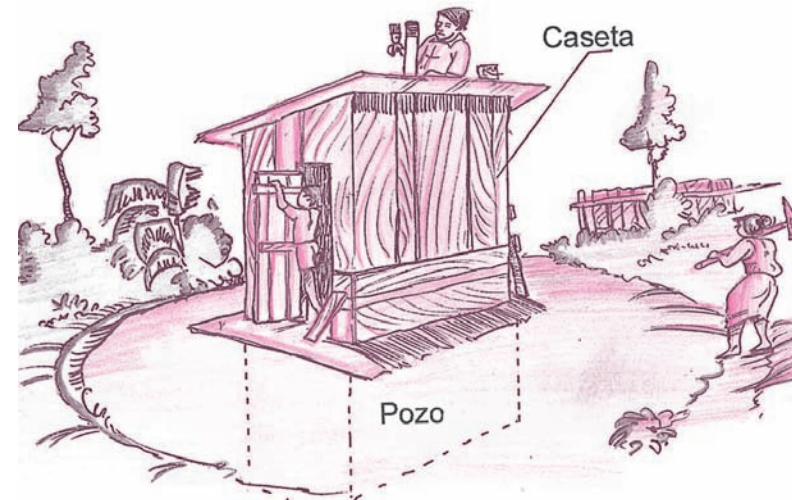


Las tazas turcas son más higiénicas, principalmente para lugares públicos.



## CARACTERÍSTICAS

- ☞ Apropiaada para poblaciones dispersas.
- ☞ De construcción sencilla y apta donde no hay sistema de alcantarillado y hay poca agua.
- ☞ La circulación constante del aire elimina los olores de las excretas en el pozo y hace que los gases que se producen sean expulsados por la parte superior del tubo y no por la caseta.
- ☞ El tubo de ventilación generalmente es  $\phi$  4" a 6" de PVC o metálico., en la parte superior tiene una malla fina para que no entren moscas u otros insectos o los que están dentro queden retenidos en ella.
- ☞ La corriente de aire es mayor si la puerta de la caseta está colocada del lado que el viento sopla.
- ☞ En la pared donde está la puerta debe tener una abertura en la parte superior, para permitir que la corriente de aire ingrese. Esta abertura debe tener un tamaño mayor a 30 cm.

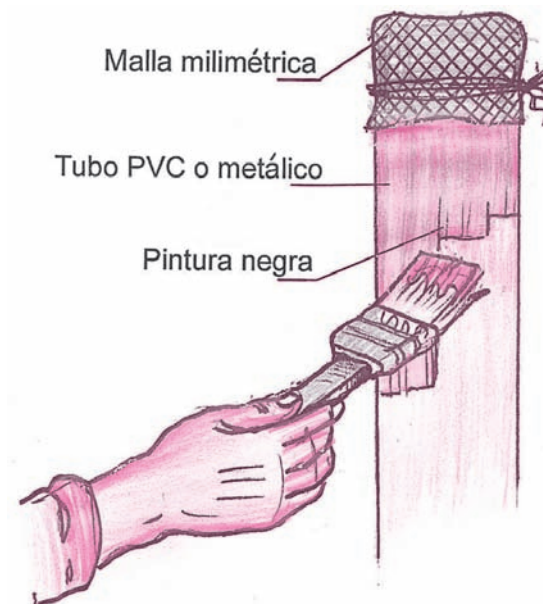


- ☞ La puerta de la caseta debe mantenerse cerrada para que en el interior esté siempre oscuro ya que la luz atrae insectos.
- ☞ El tubo de ventilación debe sobresalir 50 cm, por encima de la caseta y debe estar colocado de tal forma que el sol lo caliente directamente en la mayor parte del día, se puede pintar de negro para aumentar la absorción de energía solar.

**Se pinta de negro el tubo de ventilación para que el aire que está dentro del tubo se caliente, ya que el aire caliente es más liviano y tiende a subir, esto ayuda a ventilar el pozo.**

## VENTAJAS

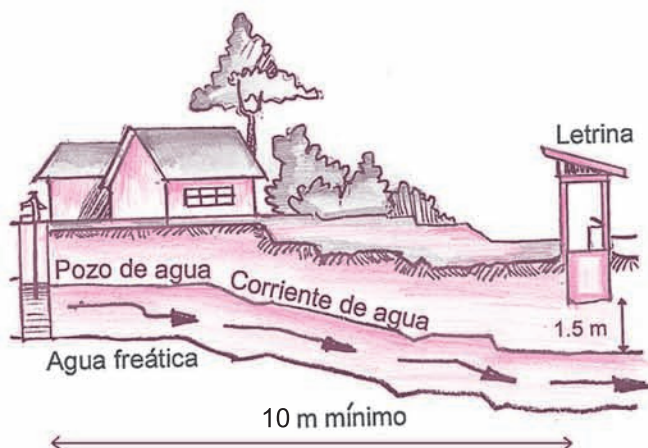
- ☞ Económica.
- ☞ Fácil de construir.
- ☞ Se puede construir con material local.
- ☞ Permite almacenar desechos en forma protegida en el suelo.
- ☞ Fácil de reproducir o copiar.



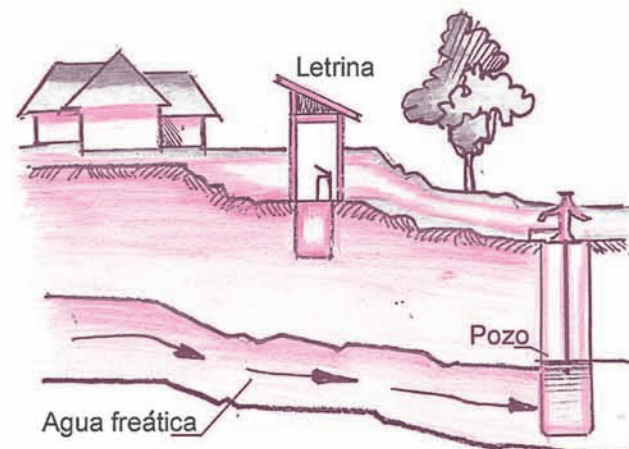
## DESVENTAJAS

- ☞ Produce malos olores en el interior de la caseta.
- ☞ No es posible construirla en suelos rocosos, tampoco en suelos anegados.
- ☞ No se puede construir cuando el nivel freático es alto o está cerca de la superficie.
- ☞ Hay posibilidad de contaminar el acuífero.
- ☞ Determinado tiempo de uso (4 años) por el volumen del pozo.
- ☞ Atrae moscas por el mal olor.

La ubicación de la letrina de pozo ventilado debe ser en un lugar que no contamine el agua en el suelo:



Ubicación adecuada de la letrina



Ubicación no adecuada de la letrina



## OPERACIÓN

Se refiere al uso adecuado de los componentes de la letrina, es decir tapar la taza después de cada uso, también se debe eliminar o arrojar dentro el pozo los materiales (papel, piedra, etc.) que se ha utilizado para la limpieza.

### Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar el área adyacente a la letrina, quitando plantas, hierbas, piedras y otro material extraño.	Mensual (cada mes).	Pico, pala, machete, azadón, rastrillo.	Usuario.
☞ Limpiar el interior de la letrina.	Diaria (cada día).	Escoba.	Usuario.
☞ Controlar el nivel de excretas en el pozo.	Trimestral (cada 3 meses).	Lámpara, palo.	Usuario.
☞ Limpiar la malla milimétrica.	Trimestral (cada 3 meses).	Alambre, alicate, trapo.	Usuario.
☞ Limpiar el canal en el contorno de la letrina, este proceso protege de las aguas de lluvia.	Trimestral (cada 3 meses).	Pico, pala.	Usuario.



## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Llenado del pozo	Cuando el pozo esté lleno se debe cambiar de lugar la letrina	Echar material secante, ceniza, cal, aserrín. Desarmar la caseta de la letrina, trasladar caseta y llenar de tierra el pozo.	Pico, pala, martillo, clavos.	Usuario.
Rajaduras en la losa	Reparar daños en la estructura de la letrina: por ejemplo rajaduras en la losa, paredes, techo, puerta.	Picar el área dañada, rellenar con mezcla de hormigón.	Balde, pala, martillo, Cemento, arena, agua. Madera, clavos	Usuario.
Rajaduras en la caseta	Repara la rajadura de la caseta usando el mismo material que ha sido utilizado para la construcción	Revocar, cambiar piezas etc.	Cemento, arena, madera, tierra, agua.	Usuario
Malla milimétrica rota	Cambiar malla milimétrica	Sacar la malla dañada y colocar la nueva sujetándolo con alambre.	Alicate, malla milimétrica, alambre	Usuario

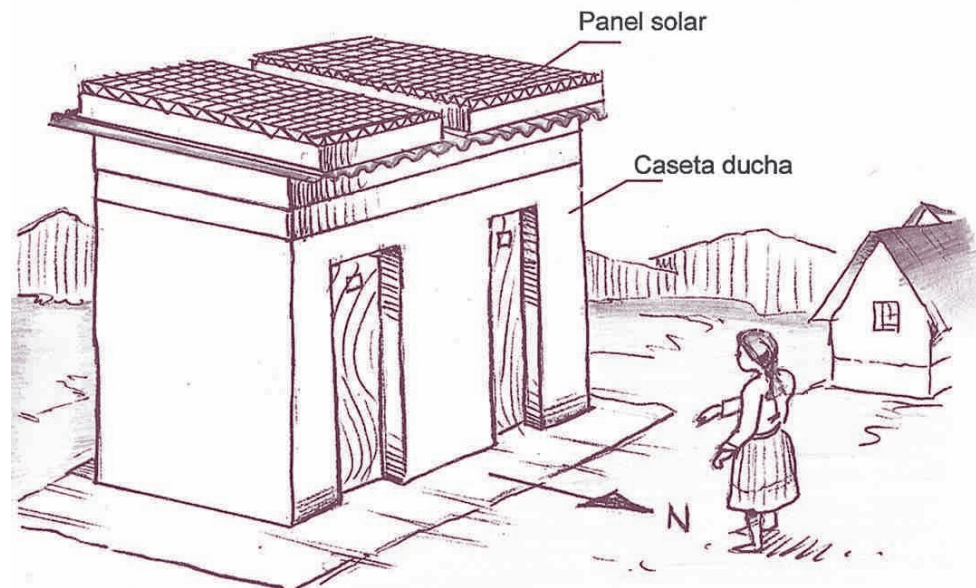


## 4.4 Ducha Solar

Consiste en una caseta construida con materiales simples, incorpora paneles solares que calientan el agua con los rayos del sol y permiten el aseo personal en los lugares de clima frío.

Las partes principales de la ducha solar son:

- ☞ Panel solar
- ☞ Caseta
- ☞ Instalación de tuberías de agua caliente, fría y desagüe.

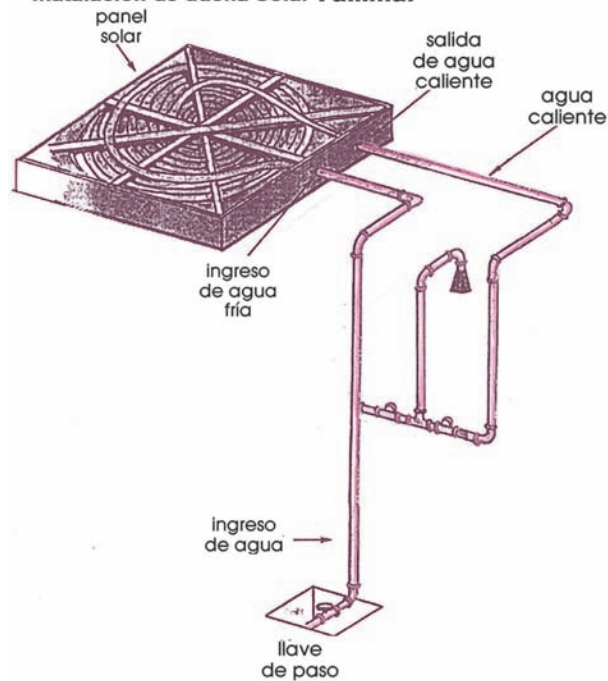


## CARACTERÍSTICAS

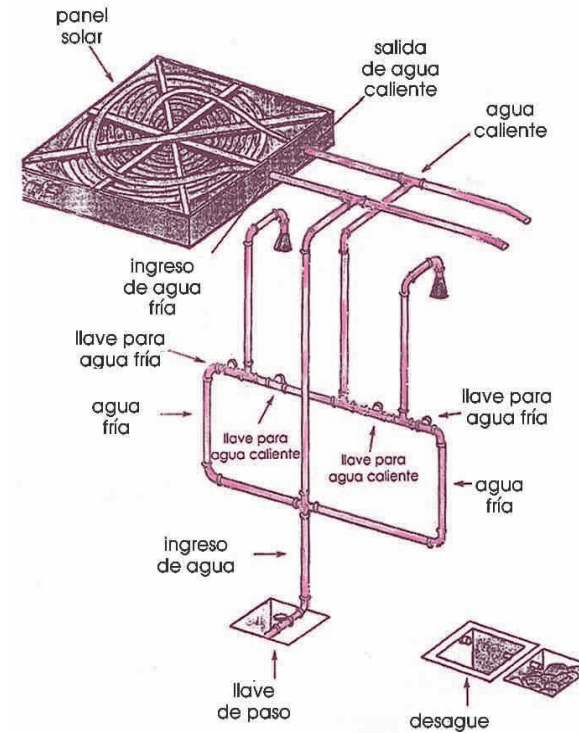
La ducha solar es una alternativa:

- ☞ Apropriada para zonas donde no hay energía eléctrica por cable.
- ☞ Apropriada para comunidades muy dispersas.
- ☞ Apropriada para comunidades que tienen abastecimiento de agua a presión.
- ☞ Apropriada para reducidos grupos de familias.

**Inalación de ducha Solar Familiar**



**Instación de ducha Solar Comunal**



## VENTAJAS

- 👍 Utiliza energía solar para el funcionamiento.
- 👍 Permite calentar agua para bañarse sin costo.
- 👍 Puede ser operado por las familias.

## DESVENTAJAS

- 👎 Elevado costo de instalación por familia.
- 👎 No funciona en forma óptima en días con nubes.
- 👎 Cantidad de agua caliente limitada al volumen del panel.
- 👎 No permite almacenar agua caliente por la noche.

## OPERACIÓN

La operación de la ducha solar, se realiza mediante el uso correcto de las llaves de paso de agua caliente y agua fría. Girar la llave a la izquierda para abrir y girar a la derecha para cerrar, no se deben forzar las llaves.

## Mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia	Herramientas y materiales	Responsable
☞ Limpiar el piso de la caseta.	Diaria (cada día).	Escoba, trapo.	Usuario.
☞ Verificar si el panel solar está limpio.	Semanal (cada semana).	Trapo, cepillo.	Usuario.
☞ Limpiar el panel con agua y trapos con cuidado.	Semanal (cada semana).	Trapo, agua, balde.	Usuario.
☞ Pintar la caja y piezas que requieran.	Trimestral (cada 3 mes).	Pintura, brocha, lija.	Usuario.
☞ Verificar si no hay fugas en el panel solar, tuberías de agua caliente y agua fría.	Mensual (cada mes).	Cuaderno, lápiz.	Operador, usuario.
☞ Limpiar restos de jabón, cabellos de las caja desagüe.	Mensual (cada mes).	Balde, alambre, agua, guantes.	Usuario.

## Mantenimiento correctivo

Daño	Actividad	Procedimiento	Herramientas Materiales	Responsable
Tubería de polietileno rota.	Cambiar tubería de polietileno.	Desmontar el panel y cambiar todo el politubo.	Alicate, martillo, desarmador, politubo, tarraja, cuplas.	Operador, usuario.
Rajadura en el panel.	Reparar daños en la estructura del panel e instalaciones de agua.	Verificar si el daño requiere desmontar el panel. Cambiar la pieza dañada.	Llaves, alicate, repuestos, tubería de polietileno.	Operador, usuario.
Fuga en accesorios.	Cambiar piezas dañadas.	Quitar piezas dañadas y cambiar por otras nuevas.	Llaves, pegamento, tubería, accesorios.	Operador, usuario.





# GLOSARIO





## GLOSARIO

**Aforo.** Medir la cantidad de agua en un determinado tiempo (caudal) de cualquier tipo de fuente, superficial o subterránea.

**Aguas naturales** (ó aguas crudas). Aguas cuyas propiedades originales no han sido modificadas por la actividad humana. Se clasifican en: (i) aguas superficiales, (ii) aguas subterráneas, (iii) aguas meteóricas o atmosféricas (lluvia).

**Aguas negras.** Aguas de desecho, provenientes de los inodoros y urinarios.

**Agua potable** Agua que por su calidad química, física y bacteriológica, es apta para el consumo humano y cumple con las normas de calidad establecidas en la Norma Boliviana.

**Agua segura.** Agua natural, que no se encuentra dentro de los rangos de potabilidad física y química establecidos en la Norma Boliviana, pero cumple con los requisitos de calidad bacteriológica, y puede ser consumida por los seres humanos sin daño para su organismo.

**Análisis de la calidad del agua.** Análisis bacteriológico, físico y químico de una muestra de agua, relacionado con las condiciones en las que ésta se encontraba en el punto de muestreo.

**Calidad del agua.** Es un conjunto de características representativas que le confieren al agua el atributo de ser adecuada, ó inadecuada, para consumo humano, en términos de aspectos organolépticos, aspectos biológicos, microbiológicos y aspectos químicos, que pueden influir en la salud humana.

**Caudal.** Cantidad o volumen de líquido por unidad de tiempo.

**Desinfección.** Proceso que permite la eliminación o destrucción de los microorganismos patógenos.

**Enfermedad diarreica aguda (EDA).** Las enfermedades diarreicas agudas se definen como las evacuaciones intestinales de heces líquidas ó acuosas, cuyo número varía de 3 a 4 ó más veces durante un período de 24 horas.

**Ferrocemento.** Mezcla de arena y cemento, reforzada por una malla metálica delgada o refuerzo similar; se usa como material de construcción para tanques de almacenamiento de agua, partes de viviendas etc.

**Lavandina.** Nombre comercial del hipoclorito de sodio en concentración del 8%.

**Lodos.** Residuos semi-sólidos generados en las fosas sépticas.

**Mantenimiento.** Acciones que deben llevar a cabo los responsables de la infraestructura sanitaria, para prevenir ó reparar fallas que perjudiquen su funcionamiento y sostenibilidad. Estas acciones pueden ser de mantenimiento preventivo, ó de mantenimiento correctivo.

**Mantenimiento preventivo.** Acciones de mantenimiento que se realizan para evitar ó mitigar la ocurrencia de fallas, en las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.

**Mantenimiento correctivo.** Acciones de mantenimiento que realizan los responsables y operadores, para reparar daños ó fallas en las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.

**Noria o pozo excavado** También conocido como **Pozo somero** que capta el agua de un acuífero libre. Es un pozo usualmente excavado a mano y revestido con mampostería de ladrillo, piedra ú hormigón; Como pozo somero también se conoce a un pozo perforado no profundo. Por consideraciones sanitarias debe ser protegido con una losa tapa y equipado con una bomba manual.

**Pileta pública.** Estructura y dispositivos que permiten el suministro de agua desde la red de distribución de un sistema, en puntos de acceso públicos.

**Pozo profundo.** Pozo que capta agua de un acuífero semi confinado, donde el nivel estático se eleva por encima del nivel superior del acuífero. Usualmente tiene profundidades mayores a los 40 metros, es de diámetro reducido, y es perforado con equipo especial y manual.

**Saneamiento.** Servicio o sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición sanitaria de aguas residuales, excretas ú otros desechos. Comprende los servicios de alcantarillado sanitario y letrina.

**Saneamiento básico.** Comprende los Servicios de: provisión de agua potable, alcantarillado sanitario, disposición de excretas, residuos sólidos y drenaje pluvial.

**Sistema de agua potable.** Conjunto de estructuras, equipos e instalaciones, que tienen por objeto transportar el agua desde la fuente de abastecimiento, hasta los puntos de consumo, en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión de servicio.

**Tratamiento de aguas residuales.** Proceso físico, químico y/o biológico, que modifica alguna propiedad física, química y/o biológica del agua residual.

**Vector.** Cualquier material ú organismo que pueda servir como vehículo transmisor de enfermedades, a seres humanos o animales.

**Vertiente.** Afloramiento natural del agua almacenada en acuíferos subterráneos no confinados ó semiconfinados.

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

<b>EMAS</b>	:	Escuela Móvil de Agua y Saneamiento
<b>OPS/OMS</b>	:	Organización Panamericana de Salud / Organización Mundial de la Salud
<b>e</b>	:	Espesor
<b>FG</b>	:	Fierro Galvanizado
<b>m</b>	:	Metro
<b>mm</b>	:	Milímetro
<b>F°C°</b>	:	Ferrocemento
<b>AYNI</b>	:	Palabra quechua, trabajo colectivo de ayuda mutua
<b>PVC</b>	:	Polivinilo de Cloruro; Cloruro de Polivinilo
<b>Kg</b>	:	Kilogramo
<b>cm<sup>2</sup></b>	:	Centímetro cuadrado
<b>l</b>	:	Litro
<b>In situ</b>	:	En sitio
<b>D</b>	:	Diámetro
<b>H</b>	:	Altura
<b>R</b>	:	Radio
<b>H°A°</b>	:	Hormigón Armado
<b>H°C°</b>	:	Hormigón Ciclópeo
<b>UNT</b>	:	Unidades Nefelométricas de Turbiedad
<b>pH</b>	:	Potencial de Hidrogeniones
<b>E. coli</b>	:	Escherichia Coli
<b>mg</b>	:	Miligramo



# Referencias Bibliográficas y Proveedores



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ibarra Carlos (1999); Diseño y Construcción de Tanques de Ferrocemento; PAS - BM
- Hernández Henry (1993); Tecnología Apropriada en Agua Potable y Saneamiento Básico OPS/OMS – BM
- Franceys Reed (1994); Guía para el Desarrollo del Saneamiento in Situ; BM
- Dirección de Ingeniería Sanitaria de México (1999); Manual de Saneamiento; LIMUSA
- Witt M. Vicarte, (1993); La desinfección del agua a nivel casero en zonas urbanas marginales y rurales; OPS/OMS, WASHINGTON, D.C.
- Reiff M. Fred.(1995); Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección de agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y El Caribe; OPS/OMS Washington.
- Ulric P. Gibson (1990); Manual de los pozos pequeños; LIMUSA
- Wolfgang Buchner (2001); El concepto EMAS, Escuela Móvil de Agua y Saneamiento Básico; EMAS
- YACUPAJ (1992); Manual de albañilería para obras de saneamiento básico; BIRF, CORDEPO
- Bernart Van Hemert (1991); La bomba de mecate ( rosario); inaa-Nicaragua
- Guía Técnica (1988); Letrina con arrastre hidráulico; UNDCP
- Daniel Cabrera (1996); Sistemas Solares; PROPER
- YACUPAJ (1992); Construyamos nuestra letrina con arrastre de agua; BIRF, CORDEPO
- Manual (2003); Construcción , uso y mantenimiento ducha solar; UNICEF.



- Norma Boliviana NB 512; Agua potable requisitos.
- Reglamento Técnico (1999); Diseño de proyectos de agua potable para poblaciones menores a 5000 Habitantes; MVSB.
- Jean Luc Potelon (1999); La protección de las captaciones; OPS/OMS.
- Erico Navarro (1999); Guía para la implementación de proyectos de agua y saneamiento en el área rural; PAS-BM.
- Memoria taller (1998); Aplicación de tecnologías apropiadas en servicios de agua y saneamiento rurales; CARE –PERU.
- YACUPAJ; Guía de mantenimiento bomba manual Yaku.
- FPS (2001); Manual técnico para operadores de infraestructura en saneamiento básico.
- Manual (2000); Agua uso y calidad; PROTESA- OPS/OMS.
- Manual (2000); Operación y mantenimiento pozo perforado y bomba manual; OPS/OMS
- Manual (2000); Mejoremos la calidad del agua antes de consumir; OPS/OMS.
- Guía básica (2000); Tecnologías apropiadas en agua potable y saneamiento básico; UNICEF- BM, Colombia.
- Memoria taller (1994); “Recursos y Tecnologías Alternativas”, para el mejoramiento del medio ambiente y la calidad de vida de la población de escasos recursos; FONVIS/Venezuela – UNICEF – OPS/OMS.
- MVSB (2001); Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Rurales; PROSABAR
- Saul Arlosoroff (1988); Abastecimiento de agua a la comunidad “ La opción de la bomba manual”; BM.

## REFERENCIAS DE PROVEEDORES DE TECNOLOGÍAS Y REPUESTOS

INSTITUCIÓN	PERFORACION MANUAL DE POZOS	BOMBA MANUAL YAKU	BOMBA MANUAL EMAS-OPS	BOMBA MANUAL AYNI	FILTROS DE VELA, VELAS DE REPUESTO	GENERADORES DE CLORO SOLUCION CLARO	TORRE HIDRONEUMATICA	BOMBA EOLICA	BOMBA DE ARIETE	BOMBA CON PANEL SOLAR	BOMBA MANUAL ROSARIO
FUNDACION SUMAJ HUASI "Para la Vivienda Saludable" Desarrollo, capacitación en tecnologías alternativas Landaeta No. 546 esq. Juan Pablo II Telf. 2-2493947; 2-2116098; 71565780 www.sumaj.org E-mail: contacto@sumaj.org Casilla 5036 La Paz	X			X	X	X		X	X		
ECO SOL Carretera a Sacaba Km. 1 Telf. 4-4529729 E-mail: ecosol@acelerate.com Cochabamba		X								X	
ENERGÉTICA Calle La Paz E-573, Telf.4-4253647 www.energetica.info Cochabamba										X	
HELIOTERMICA Perez Velasco Ed. De Col piso 11 of. 5 Telf. 2-2111955 E-mail: f_riosblanco@entelnet.bo La Paz										X	

INSTITUCIÓN	PERFORACION MANUAL DE POZOS	BOMBA MANUAL YAKU	BOMBA MANUAL EMAS-OPS	BOMBA MANUAL AYNÍ	FILTROS DE VELA, VELAS DE REPUESTO	GENERADORES DE CLORO SOLUCION CLARO	TORRE HIDRONEUMÁTICA	BOMBA EOLICA	BOMBA DE ARIETE	BOMBA CON PANEL SOLAR	BOMBA MANUAL ROSARIO
AGUAPURA Esteban Arce S-0662 1er Piso Telf. 4-4501104 E-mail: aguapura@entelnet.bo Cochabamba					X						
EMAS Amor de Dios, Florida Calle 1 N° 8 Telf. 2-2740286 E-mail: emas@ceibo.entelnet.bo La Paz	X		X								
COMITÉ CENTRAL MENONITA Puerto Pacheco Esq. Arenales N° 14 Telf. 3343773 Centro de Capacitación y Tecnología Apropriada Zona La Cuchilla Telf. 3-33521757 E-mail: mcc.bolivia.ccap@scbbs-bo Santa Cruz											X
TALLERES AES Pasaje Alexander N° 15 final Oeste Av. América Telf. 4-4421777 E-mail: aes@bo.net Cochabamba									X		
AGUA TUYA Av. Blanco Galindo O-3011 Km. 4 Telf.4-4245193 www.aguatuya.entelnet.bo Cochabamba							X				

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua - Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico agradece al Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia UNICEF por haber hecho posible la re-impresión de estos importantes documentos.



El detalle de los cuatro manuales de apoyo al sector de Saneamiento Básico en Bolivia es el siguiente:

- 1.- Implementación de Proyectos Sostenibles de Agua y Saneamiento
- 2.- Operación y Mantenimiento de Tecnologías Alternativas en Agua y Saneamiento
- 3.- Gestión de Servicios de Agua Potable y Saneamiento
- 4.- Cálculo de Tarifas para Servicios de Agua Potable y Saneamiento



***Bolivia: Una alianza  
hacia las metas del milenio***

Ministerio de Medio Ambiente y Agua  
Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico  
Calle Capitán Castrillo N° 434  
Telf. 2115571 - 2115582  
Página WEB: [www.mmaya.gob.bo](http://www.mmaya.gob.bo)  
La Paz - Bolivia