



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA

**NEXOS LOCALES**  
Para La Gobernabilidad Responsable



**HELVETAS**  
Swiss Intercooperation

GUATEMALA



# MANUAL DE GESTIÓN DE SISTEMAS DE AGUA A NIVEL URBANO Y COMUNITARIO

para el Fortalecimiento de Capacidades  
en la Gestión de la Calidad de Agua

# PRESENTACIÓN

El presente manual tiene el propósito de desarrollar capacidades técnicas y operativas sobre la gestión, implementación y manejo de los sistemas de agua que tienen a su cargo fontaneros municipales y comunitarios de 29 municipios de cobertura del Proyecto Nexos Locales. Además, de fortalecer las capacidades técnicas y operativas de funcionarios municipales, sobre la importancia de la cloración del agua para mejorar su capacidad de incidencia.

El conjunto de temáticas es el siguiente:

Módulo 1. Conceptos generales.

Módulo 2. Sistema de distribución y administración.

Módulo 3. Operación y mantenimiento de un sistema de agua

Módulo 4. Control y tratamiento del servicio de agua potable

Módulo 5. Vigilancia y monitoreo de la calidad del agua

El contenido del documento brindará información básica para la gestión de la calidad del agua, con un abordaje más amplio de los temas. Y también pueden consultarse por medio de otros documentos bibliográficos.

# INTRODUCCIÓN

Los sistemas de agua para consumo humano al no ser operados y administrados adecuadamente, pueden convertirse en un medio de propagación de enfermedades que afectan la salud. Estas condiciones ponen en riesgo a toda la población sobre todo cuando no se realiza un tratamiento apropiado para su consumo.

Existen prestadores de servicio de agua como las Oficinas Municipales de Agua, Comités y/o Comisiones de Agua en las distintas comunidades de los municipios de Guatemala, que no reciben ayuda técnica y carecen de recursos para incrementar la cobertura para asegurar el funcionamiento adecuado del suministro de agua debidamente clorada.

El presente documento está orientado a fortalecer las capacidades de gestión de la calidad del agua de fontaneros que tienen a su cargo el funcionamiento y mantenimiento en poblados en el área urbana y rural. Es un documento de consulta con contenido, gráfico, textual y de fácil comprensión que orientará sobre aspectos básicos; aunque otros documentos pueden ayudar a reforzar los conocimientos que no se incluyeron en este manual.

El agua debe tratarse de forma integral es decir, incrementar las condiciones sociales, ambientales y políticas que ayuden a su cuidado, preservación y protección reconociendo el valor que representa para la vida.

# TABLA DE CONTENIDOS

## **Módulo 1**

**Conceptos Generales**

## **Módulo 2**

**Sistema de Distribución y Administración**

## **Módulo 3**

**Operación y Mantenimiento de un Sistema de Agua**

## **Módulo 4**

**Control y Tratamiento del Servicio de Agua Potable**

## **Módulo 5**

**Vigilancia y Monitoreo de la Calidad del Agua**



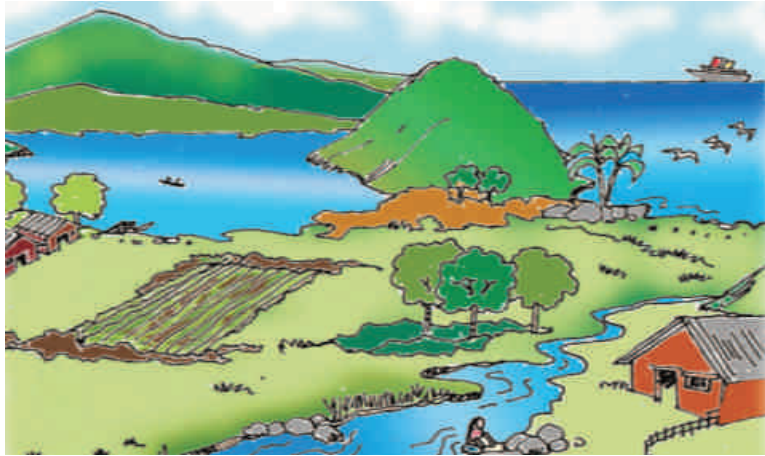
*Donde hay agua hay vida, hay alimento, hay salud.  
Hay comodidad para vivir y progresar.*

# MÓDULO I

## CONCEPTOS GENERALES



## 1.1 CONCEPTOS GENERALES



### El agua

El agua es un recurso y bien natural, esencial para la vida y el bienestar humano, indispensable para el desarrollo económico, social y ambiental de una comunidad, municipio o país. El agua en la tierra la encontramos en tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

El estado líquido es mayoritariamente salado (98%) y se encuentra en los mares el cual no es apto para el consumo humano, mientras que **menos del 1% es agua dulce** disponible para satisfacer las necesidades humanas, pero, está en proceso de agotamiento y su escasez afecta a más del 40% de la población mundial.

El agua dulce accesible y de calidad es muy escasa por lo que **es indispensable su cuidado y uso racional**.

### Agua para consumo humano

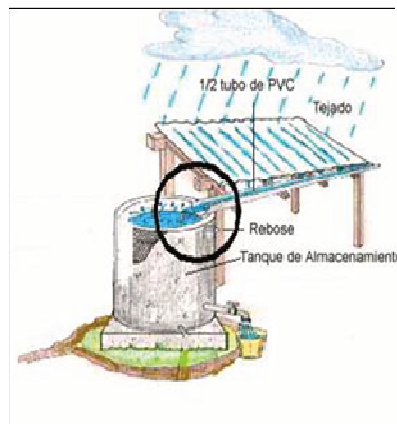
Es aquella que cumple con condiciones de calidad que la hace apta para el consumo humano, preparación de alimentos, higiene personal y domiciliar. Proviene de manantiales, ríos, agua subterránea, lluvia, pero tiene un sistema adecuado de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución.



## Ciclo del agua

El agua circula de forma permanente en la tierra, el sol la evapora desde el mar, ríos y lagos y la transporta hacia las nubes, desde donde cae nuevamente sobre la superficie de la tierra como agua de lluvia, escurriendo hacia ríos y lagos.

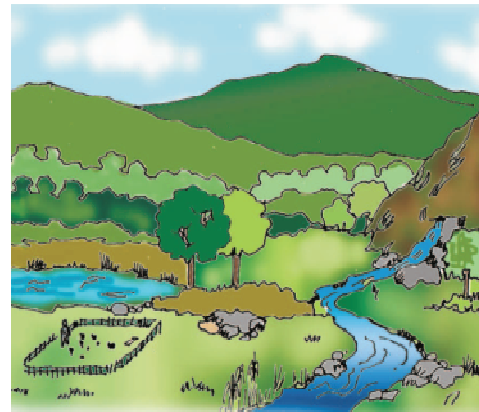
También, se infiltra en el suelo, dando origen a los nacimientos superficiales y subterráneos. Este ciclo se repite una y otra vez en la naturaleza. Por eso se llama el ciclo del agua.



Agua de lluvia



Agua subterránea



Agua superficial



Manantiales naturales

## 1.2 IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DEL AGUA

### Qué es una microcuenca

- La microcuenca es el área donde se localizan las fuentes de abastecimiento para el sistema de agua.
- La interacción de los seres humanos en esta misma área, puede afectar la producción y calidad del agua, por ello la cuenca es la unidad ideal para la planificación, gestión del agua, del suelo y la cobertura vegetal, considerando todo el ciclo hidrológico y las interdependencias calidad, cantidad, agua superficial y subterránea, además agua para el re-uso.

### Elementos de la microcuenca

- **Biofísicos:** relieve, clima, carreteras, sistemas de agua.
- **Natural:** suelo, animales, plantas, ríos.
- **Sociales:** familias, escuelas, creencias, tradiciones, costumbres.
- **Económicos:** uso de la tierra, producción agrícola.





## 1.3 TIPOS DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA

Un acueducto o sistema de agua, es un conjunto de componentes que permite transportar el agua de manera continua de una fuente hasta las viviendas donde será consumida.



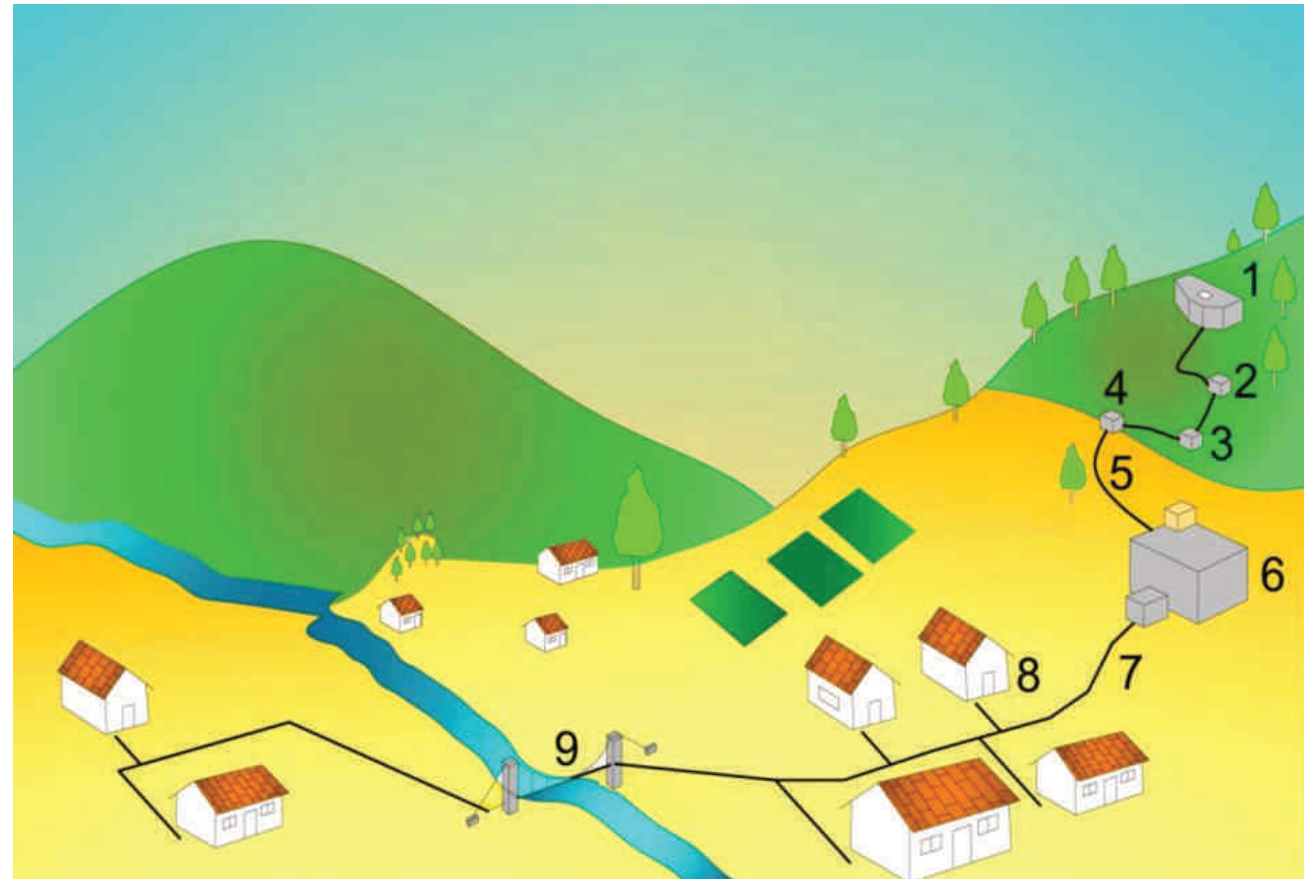
**a. Por gravedad:** Es un sistema donde el agua es captada desde el nacimiento (captación), fluye y cae por su propio peso, a través de las tuberías de agua; conducción y distribución.



**b. Por bombeo:** Se usa en caso que el nacimiento o la fuente de agua se encuentre por debajo de la ubicación del tanque de almacenamiento o distribución.

## 1.4 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD

1. Captación
2. Caja reunidora de caudales
3. Caja y válvula de limpieza
4. Caja y válvula de aire
5. Línea de conducción
6. Tanque de almacenamiento y sistema de desinfección
7. Línea de distribución
8. Conexiones domiciliarias - prediales
9. Paso aéreo



*“Olvidamos que el ciclo del agua y el ciclo de la vida son uno mismo”. Jacques Y. Cousteau*

## MÓDULO II

# SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y ADMINISTRACIÓN





## 2.1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE AGUA



- |   |   |
|---|---|
| 1. Comisiones de Agua y fontaneros            | 6. Estado actual del tanque de distribución                 |
| 2. Suministro del servicio de agua            | 7. Reglamento y tarifa del servicio de agua                 |
| 3. Control y vigilancia de la calidad de agua | 8. Sistema de desinfección (cloración)                      |
| 4. Monitoreo de cloro residual                | 9. Bodega de materiales                                     |
| 5. Captaciones del sistema de agua            | 10. Reforestación en nacimientos y zonas de recarga hídrica |

El diagnóstico se realiza con la finalidad de identificar las potencialidades y los problemas que nos afectan respecto al sistema de agua de nuestra comunidad.

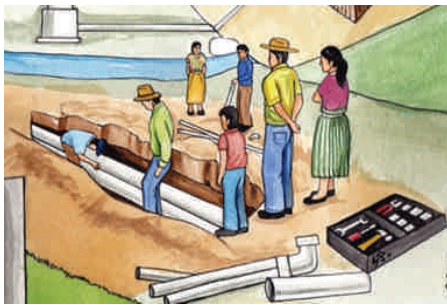
**■** Sí la Administración, Operación y Mantenimiento (AOM) está defectuoso o funcionando mal.

**■** Sí la AOM está en un estado de gestión intermedio.

**■** Sí la AOM del sistema está en condiciones aceptables.

## 2.2 FUNCIONES Y OBLIGACIONES DEL COMITÉ/COMISIÓN DE AGUA

En las comunidades los responsables de prestar el servicio de agua son los Comités o Comisiones de Agua, quienes son los encargados de velar por la adecuada administración, operación y mantenimiento del sistema de agua. Dentro de las principales funciones y obligaciones se encuentran las siguientes:



Coordinar a los fontaneros para la operación y mantenimiento del sistema



Administración y gestión del sistema de agua



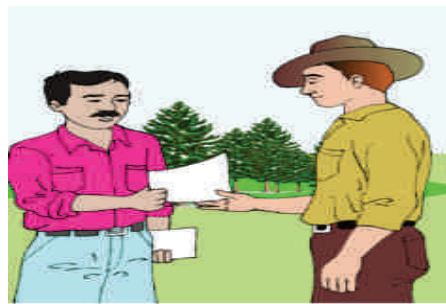
Aplicar el reglamento y rendir cuentas de los ingresos y egresos



Prestación del servicio de agua apta para consumo humano



Promover la reforestación de las zonas de recarga hídrica



Gestión de proyectos ante la municipalidad



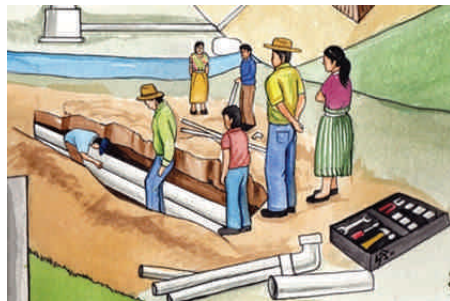
Coordinar con el Inspector de Saneamiento para la vigilancia de la calidad de agua



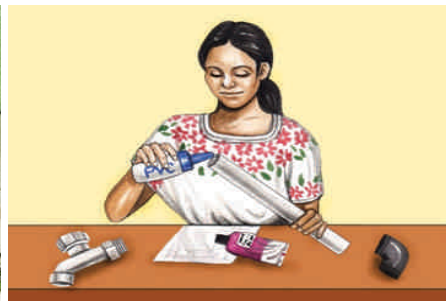
Implementación del plan de operación y mantenimiento

## 2.3 FUNCIONES DEL FONTANERO

Los usuarios del sistema lo identifican como la persona que garantiza que el agua sea de buena calidad en sus casas. De la misma manera, el fontanero representa a la Comisión/Comité de Agua y la municipalidad, ya que tiene mayor contacto con los usuarios y recibe el mayor número de quejas relacionadas con la calidad del servicio. Dentro de sus funciones principales están:



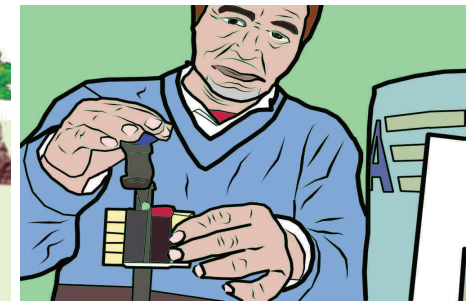
Reparar los daños en los componentes del sistema



Operación y mantenimiento del sistema



Revisión de la línea de conducción y distribución



Aplicar la dosis de cloro y medir el cloro residual de acuerdo a la normativa vigente



Coordinar con el Inspector de Saneamiento para la vigilancia de la calidad de agua





## 2.4 ASPECTOS LEGALES SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA QUE DEBEN CUMPLIRSE

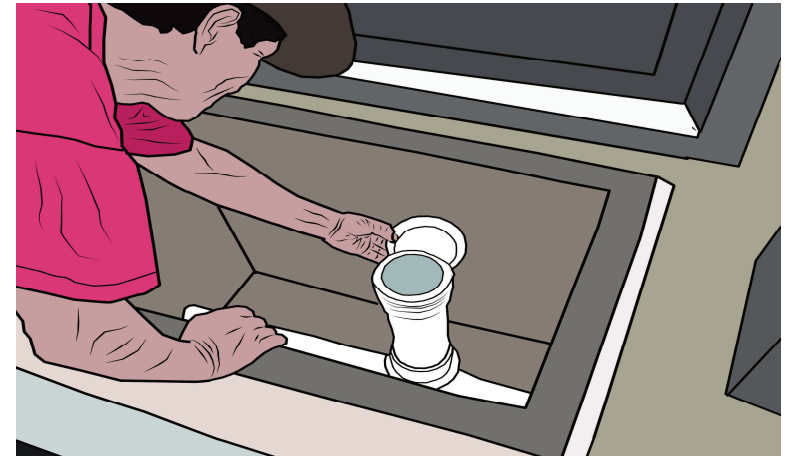
**El Código Municipal en el artículo 68, inciso a)** Establece que es responsabilidad de las municipalidades que los abastecimientos domiciliarios de agua potable deben estar debidamente clorados.

**El Código de Salud en el artículo 87, reza que:** La municipalidad y demás instituciones públicas o privadas, incluyendo las Comisiones de Agua y Saneamiento encargadas del manejo y abastecimiento de agua potable, tienen la obligación de purificarla en base a métodos establecidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), el Ministerio debe brindar asistencia técnica de manera eficiente para su cumplimiento. El incumplimiento de esta disposición conllevará a sanciones.

**El Acuerdo Ministerial 523-2013:** Otorga la responsabilidad al MSPAS, para efectuar la vigilancia de la calidad de agua en cada uno de los sistemas urbanos y rurales, para cloro residual libre. La frecuencia para los sistemas urbanos, al menos una vez por día. Para los sistemas rurales, al menos una vez por semana.

**El Acuerdo Ministerial 1148-09:** Establece en el artículo 17, los procesos de desinfección que son obligatorios para cualquier sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.

El artículo 18, explica los procesos de desinfección por el método de aplicación de cloro que se debe aplicar sin excepción alguna en todos los sistemas de agua y la cantidad necesaria.



## 2.5 LA INTEGRIDAD EN AGUA Y SANEAMIENTO

### Pilares de la integridad

#### Transparencia:

Se practica a través del cumplimiento de acuerdos, compromisos, reglamentos, normas, funciones, y obligaciones, tomando en cuenta que “El derecho humano al agua y saneamiento es indispensable para la vida digna de toda persona”.

#### Rendición de Cuentas:

Consiste en informar y explicar a los ciudadanos las acciones realizadas por el Gobierno Municipal, ISA's\*, COCODE's\*\*, OMAS\*\*\*, Comités/ Comisiones de Agua de manera transparente y clara para dar a conocer su funcionamiento.

#### Participación:

Es cuando mujeres y hombres participan con voz y voto en la toma de decisiones, sin discriminación alguna para favorecer a su comunidad, familia o municipio.

Para llegar a la integridad en agua y saneamiento se deben evitar los siguientes actos de corrupción:



La extorsión



Favoritismo y clientelismo



Complicidad



Soborno

\* Inspectores de Saneamiento Ambiental

\*\* Comités Comunitarios de Desarrollo

\*\*\* Oficinas Municipales de Agua y Saneamiento

## 2.6 SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA

### a. Fortalecimiento de la organización

Para que un sistema de agua sea sostenible es necesario realizar un conjunto de acciones:



Con participación equitativa



Con buena dirección y control



Fomentando la integridad



Planificando las acciones

### b. Reglamento del servicio de agua

Es un documento de orden legal que establece normas, derechos y obligaciones para la prestación del servicio de agua y destaca la participación comunitaria.

#### Objetivos:

- **Definir** derechos y obligaciones del comité y los usuarios.
- **Garantizar** una distribución equitativa a los usuarios.
- **Prevenir** conflictos relacionados al agua.
- **Facultar** al prestador o al usuario, para realizar acciones legales por incumplimiento de una de las partes.



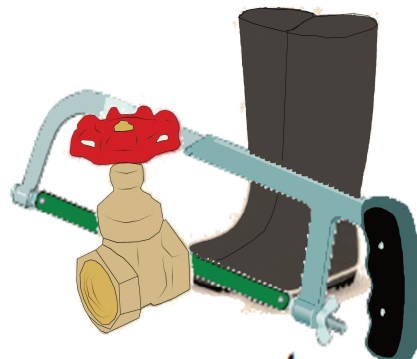
### c. La cuota de servicio

Es un pago que realiza el usuario para la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua de forma puntual y completo a la organización encargada de la prestación del servicio.

Se distribuye de la siguiente manera:



Útiles, libros, viáticos



Herramientas, accesorios, equipo



Pago de fontanero



Reforestación



Ahorro



Compra de pastillas de cloro

Útiles, libros, viáticos  
 Herramientas, accesorios  
 Pago de fontanero  
 Reforestación  
 Ahorro  
 + Compra pastillas de cloro

¿Cómo calcular la cuota?

**Total de Gastos**  $\div$  **Número de Usuarios**  $=$  **CUOTA**



## 2.7 ASPECTOS IMPORTANTES EN LA GESTIÓN DEL AGUA

### Participación equitativa

Hombres y mujeres tienen el derecho de participar y tomar decisiones en igualdad de condiciones. El agua debe ser accesible en calidad y cantidad, sin discriminación de género, condición económica, religión, edad y origen étnico. La gestión del agua es una responsabilidad de todos y todas en la comunidad.

Es necesario empoderar a las mujeres, es decir que, ellas formen parte de un proceso en donde poseen conocimientos, información y herramientas que les permite una efectiva participación.



### Interculturalidad

En un proceso de comunicación e interacción entre personas y grupos con identidades específicas, se deben respetar las distintas visiones del agua. En Guatemala existen cuatro pueblos diferenciados: Maya, Xinca, Garífuna, Ladino con costumbres y tradiciones que los identifican. En la Cosmovisión Maya, el agua representa la sangre de la tierra elemento valioso de vida, en algunas creencias religiosas el agua es un elemento para purificación, limpieza y sanidad; es por esa razón que todas las acciones que se realicen alrededor del agua deben tener pertinencia cultural, social y ambiental.



*“Tomar agua nos da vida... Tomar conciencia nos da agua”. Anónimo.*

## MÓDULO III

# OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA DE AGUA



### 3.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

El mantenimiento comprende todas las actividades que realiza el fontanero para que los componentes, los accesorios y las redes estén siempre en buen estado.

- a. **Mantenimiento preventivo:** Son las actividades realizadas para que todos los elementos del sistema de agua funcionen diariamente. Que el servicio se brinde a los usuarios sin interrupciones mayores y se puedan atender las emergencias que se presenten.
  
- b. **Mantenimiento correctivo:** Se hace para reparar fallas que no son previsibles. El fontanero debe tener en cuenta que cuando se presenta un daño, hay que repararlo en el menor tiempo posible, por lo general el daño causa la interrupción normal del suministro y el deterioro del sistema de agua.



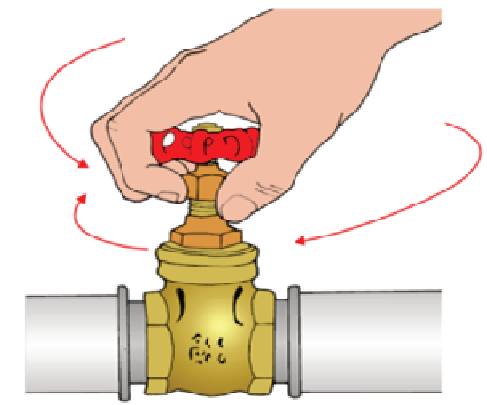
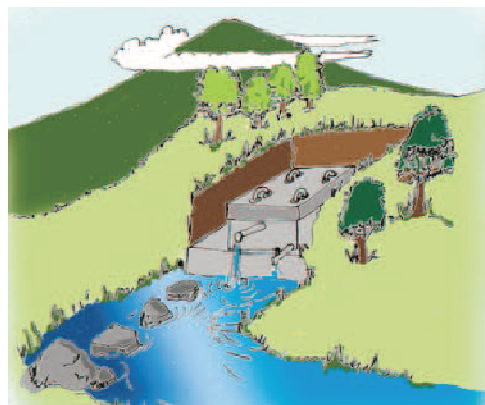
## 3.2 CAPTACIÓN

### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES

Es el componente necesario para obtener el agua de una fuente superficial o subterránea.

### Recomendaciones preventivas:

- Revisar la caja de captación, el muro y el sello sanitario para ver si hay grietas, filtraciones o tapaderas quebradas, para repararlas.
- Inspeccionar la contracuneta; si está obstruida con basura, tierra u otros es necesario limpiar.
- Revisar y lavar el interior de la caja de captación, usemos cepillo de raíz o plástico y botas de hule limpias. Nunca usar jabón o detergente.
- Asegurar que las válvulas giren con facilidad; si tienen fugas o partes quebradas.
- Una vez al año reforestar el área de la captación.
- Revisar y reparar el cerco de protección.



### 3.3 CAJAS REUNIDORAS O DISTRIBUIDORAS DE CAUDALES

Las cajas distribuidoras de caudales se colocan en las líneas de conducción para distribuir el agua proporcionalmente para diferentes sectores o comunidades.

Lavar el interior de la caja, de la siguiente forma:

- Cerrar la válvula de salida.
- Abrir el drenaje para vaciar la caja.
- Lavar el piso y paredes con agua y cepillo de raíz o plástico. No se debe usar jabón ni detergente.
- Aplicar bastante agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.
- Cerrar el drenaje.
- Abrir la válvula de salida.

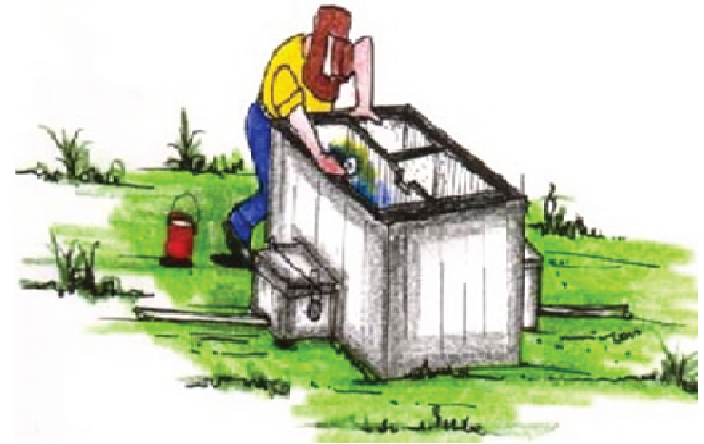
#### Cajas rompe presión sin flote

Las cajas rompe presión sin válvula de flote sirven para eliminar la presión que se forma dentro de la tubería de conducción, cuando ésta ha bajado grandes alturas.

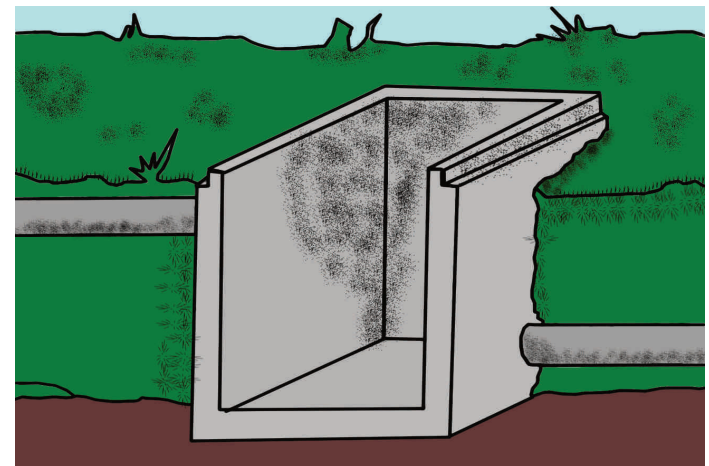
Lavar el interior de la caja, de la siguiente forma:

- Cerrar la válvula de salida.
- Abrir el drenaje.
- Lavar el piso y paredes con agua y cepillo de raíz o plástico. No se debe usar jabón ni detergente.
- Aplicar bastante agua al piso y a las paredes, después de pasar cepillo.
- Cerrar el drenaje.
- Abrir la válvula de salida.

#### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES



#### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES



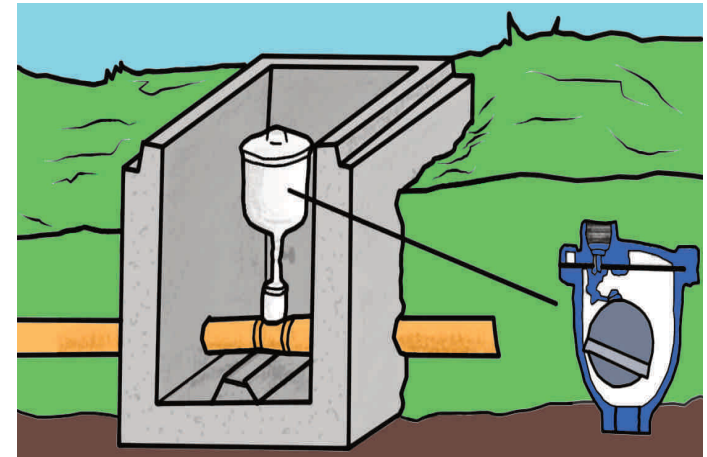


## Válvulas automáticas de aire

El aire disuelto en el agua o aquel que queda atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que puede acumularse reduce la sección en la tubería y por ende, su capacidad de conducción.

- Hacer una revisión de roturas o fugas en la válvula de aire, la válvula de globo o Te reductora.
- Verificar si expulsa aire.
- Revisar internamente la válvula de aire según el tipo.
- Verificar las piezas internas para el mantenimiento.

### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES

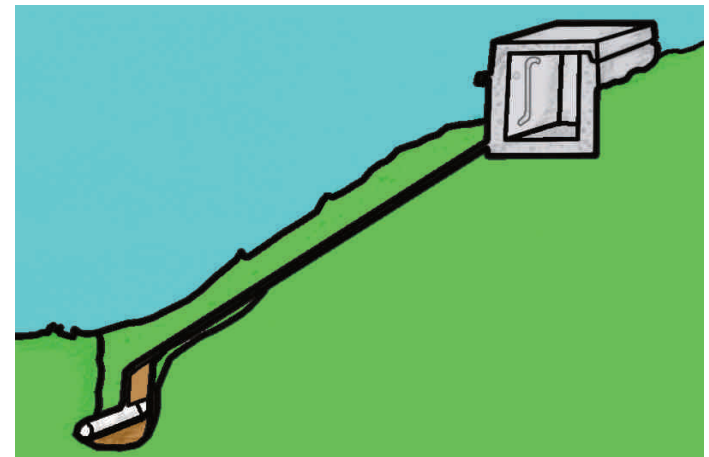


## Liberador de aire (Chimeneas)

En algunos casos, cuando las presiones en la línea de conducción lo permiten, se construye en lugar de la válvula automática de aire una chimenea, que permite el ingreso y la salida del aire.

- Hacer una revisión general del estado de la caja. Si hay grietas en los muros, las debemos reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena.
- Revisar si hay obstrucciones en el tubo de ventilación.

### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES

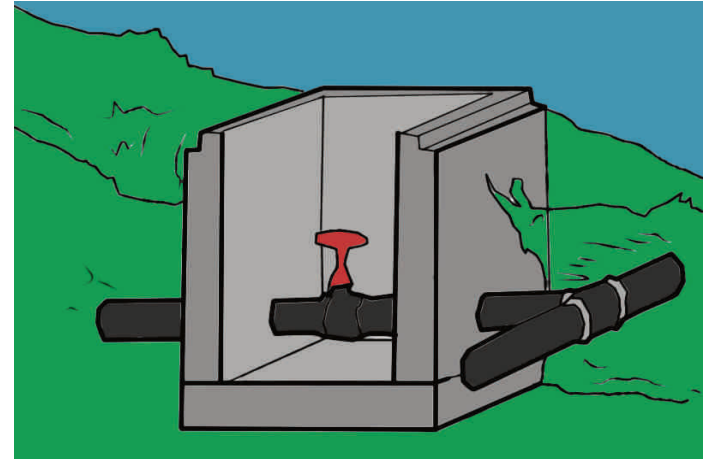


## Válvulas de compuerta para limpieza

Las válvulas para limpieza sirven para sacar sedimentos y lodos que se acumulan en las partes más bajas de la línea de conducción.

- Hacer una revisión general del estado de la caja. Si hay grietas en los muros, las debemos reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena.
- Revisemos las tuberías; si existen fugas, debemos repararlas inmediatamente.
- Abramos completamente la válvula para dejar salir los sedimentos y lodos.
- Después de dos minutos, volvamos a cerrar completamente la válvula.

### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES

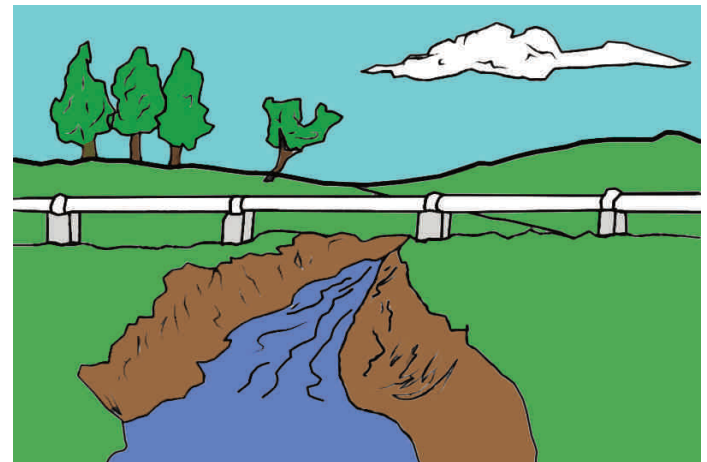


## Paso de zanjón

La línea de conducción a veces tiene que atravesar zanjas naturales o quebradas; para ello se construyen estructuras que se llaman pasos de zanjón.

- Pintar y/o aplicar galvanizado en frío, las uniones roscadas y las partes del tubo donde ya no tiene la capa de galvanizado.
- Realizar podas alrededor previendo daños por caída de árboles, con el fin de preservar la estructura existente.

### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES



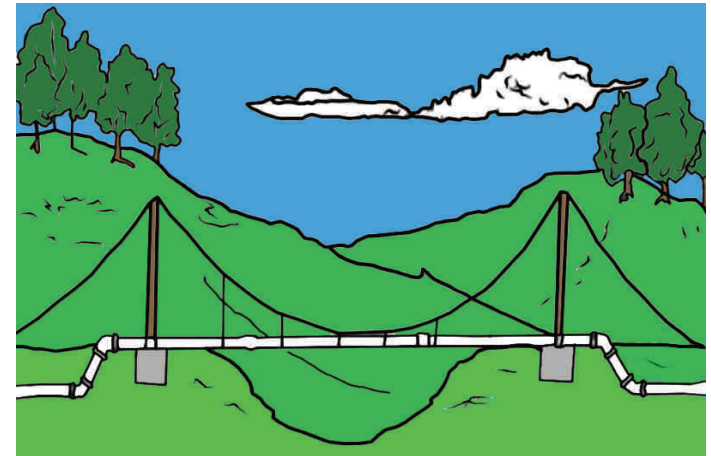


## Paso aéreo y paso de zanjón

Los pasos aéreos se construyen cuando la tubería tiene que atravesar ríos caudalosos o muy anchos.

- Revisar los cables de tensión, colgantes y mordazas.
- Verificar que el tubo HG\* este recto, operando el tensor.
- Realizar podas alrededor.
- Verificar que la unión de HG y PVC estén recubiertas con el anclaje respectivo.
- Pintar y/o aplicar galvanizado en frío, las uniones roscadas y las partes del tubo donde se requiera.
- Entorchar con alambre galvanizado, los extremos de los cables del paso aéreo, cuando se requiera.

### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES

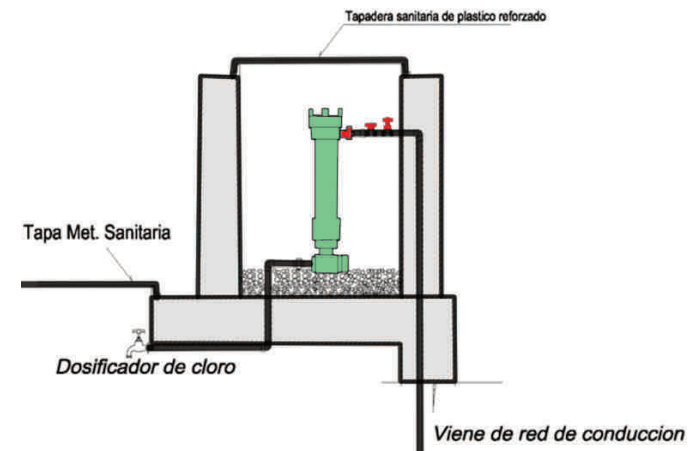


## Hipoclorador (Termoclorador)

La función del hipoclorador es suministrar constantemente una solución hecha a base de hipoclorito de calcio y agua, la que permite que el agua almacenada en el tanque de distribución sea apta para el consumo humano.

- Revisar la tapadera y lubricar candado.
- Lavar el deposito/termo del clorador.
- Cerrar válvula de salida del tanque.
- Abrir válvula de drenaje del hipoclorador.
- Dejar correr agua por el drenaje.

### MANTENIMIENTO CADA MES O CUANDO SEA NECESARIO

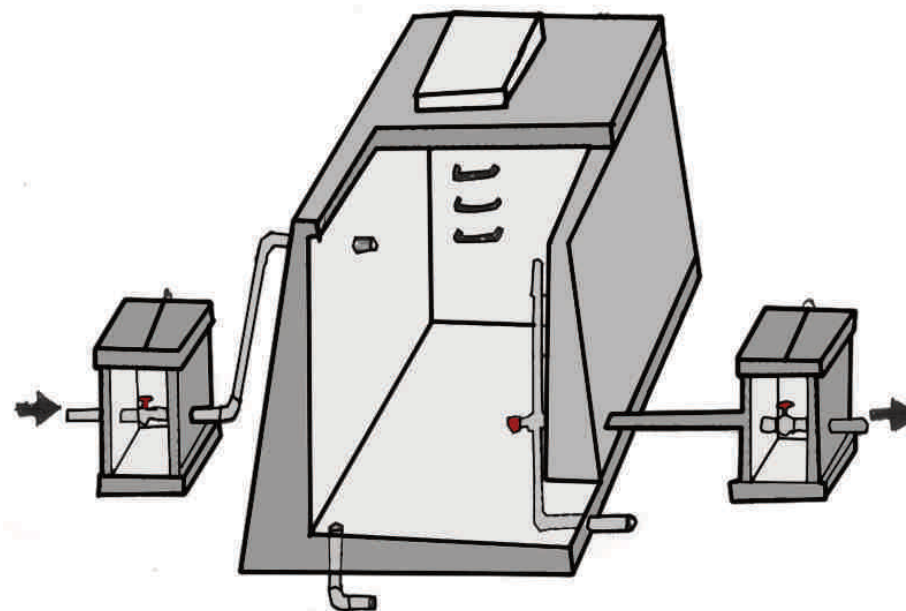


\* Ver descripción e imagen en la página 33. Tipos de tubería

## Tanque de distribución

El tanque de distribución sirve para almacenar y distribuir el agua a la comunidad. Su tamaño varía según el número de habitantes.

- Cerrar la válvula de la línea de distribución.
  - Cerrar la válvula del hipoclorador.
  - Cerrar la válvula de la línea de conducción.
  - Abrir la válvula de drenaje y/o rebalse para vaciar el tanque.
  - Usar equipo adecuado para el lavado interno y desinfección (paredes, piso, escalones). No debemos usar ningún tipo de jabón o detergente.
  - Abrir la válvula del hipoclorador y aplicar la dosis correspondiente.
- MANTENIMIENTO CADA TRES MESES**
- Abrir la válvula de la línea de conducción.
  - Cerrar la válvula de drenaje, esperar a que se llene medio tanque.
  - Abrir la válvula de distribución.



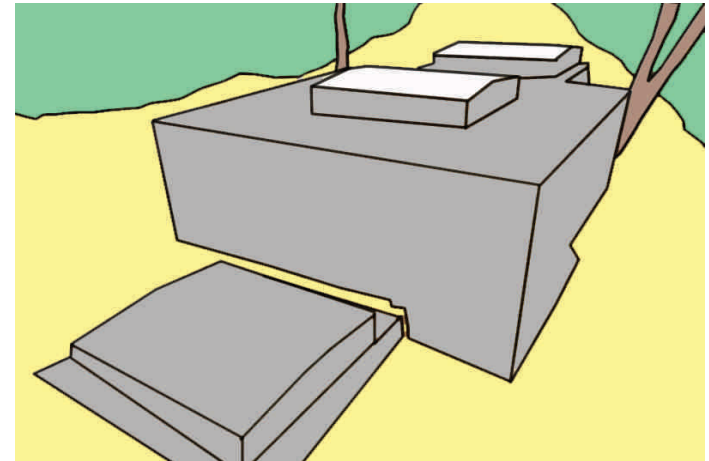
Debemos lavar el interior del tanque más seguido en caso que sea necesario (Cuando presenta sedimentación).

## Rompe presión con flote

Las cajas rompepresión con válvula de flote sirven para eliminar la presión que se forma dentro de la tubería de distribución, cuando ésta ha bajado de grandes alturas, hacia lugares mucho más bajos.

- Verificar si el flote cierra completamente la válvula, levantando el flotador.
- Verificar si el flote necesita graduación.
- Verificar el flotador y si presenta picaduras, sellémoslas inmediatamente.
- Alargar o acortar la acción del flote enroscándolo o desenroscándolo de la varilla.
- Lavar la caja, sin usar jabón ni detergente.

### MANTENIMIENTO CADA TRES MESES

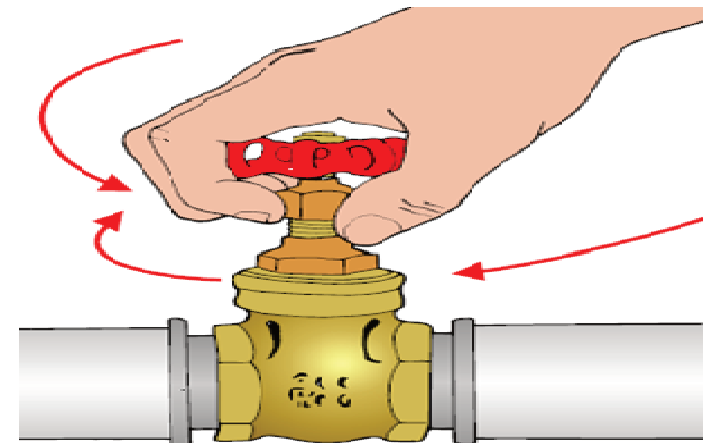


## Cajas y válvulas de control, reguladoras y de limpieza

Sirven cuando se realizan reparaciones o mantenimiento, pueda detenerse o regular caudales.

- Hacer una revisión general del estado en que se encuentra la caja. Si hay grietas en los muros, las debemos reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena.
- Verificar el buen funcionamiento de la válvula, dándole vuelta despacio (para evitar el golpe de ariete) para comprobar que se cierra y se abre fácilmente.
- Comprobar que no existan fugas al manejarla.

### MANTENIMIENTO CADA MES



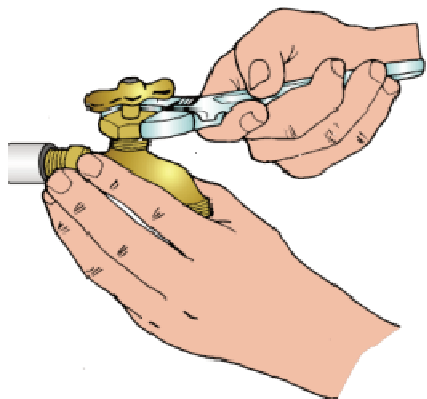
## Conexiones prediales y domiciliarias

Es el conjunto de tuberías y accesorios que llevan el agua desde la red de distribución hasta la caja de la válvula de paso y/o medidor que se encuentra a la entrada o en el predio de cada vivienda.

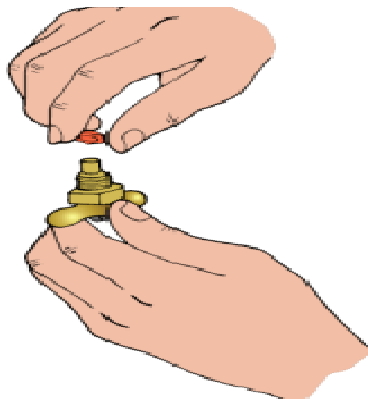
### Verificar continuamente:

- Que la tubería de la conexión predial no esté de manera superficial.
- Que el medidor de agua o la válvula no estén cubiertos con tierra o lodo.
- Que la caja del medidor y de la válvula no esté rota.

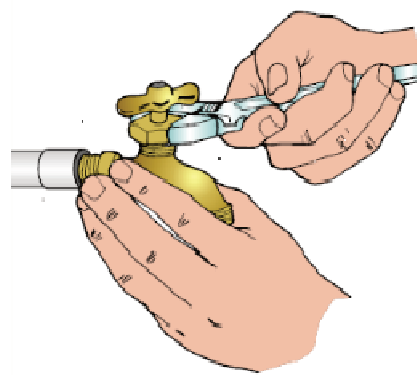
### Pasos para reparar la fuga de una llave de chorro:



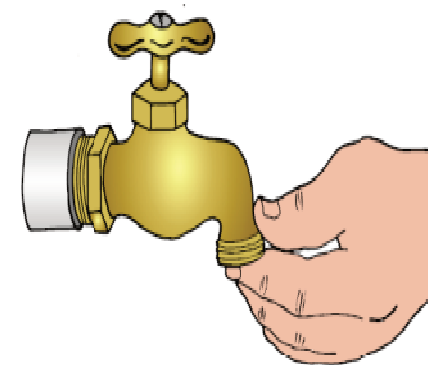
Quitar la contratuerca con una llave



Cambiar el empaque de hule



Armar nuevamente el chorro



Realizar la prueba



Es necesario informar sobre cualquier fuga o desperfecto al comité/comisión

## Micro medidores o contadores

Los medidores de agua se instalan en las conexiones prediales, para registrar la cantidad de agua potable consumida por los usuarios, como también en la salida del tanque de distribución, para medir el caudal que se está suministrando a la comunidad.

Si existe diferencia entre el caudal suministrado a la comunidad y el registrado en las conexiones, ésta nos indica que hay pérdidas de agua, debido a fugas en la tubería o que existen conexiones no medidas.

Con la instalación de medidores, se garantiza que los usuarios sólo paguen el monto que les corresponde por la cantidad de agua que realmente han consumido. Al mismo tiempo se evita el desperdicio de este líquido vital.

- Verificar si existen fugas, las que debemos reparar inmediatamente, apretando las coplas con un cangrejo.
- Limpiar las cajas y los medidores.
- Si un medidor no está funcionando, debemos cambiarlo por uno nuevo.



### 3.4 CAUDAL Y AFORO

El caudal, es el volumen de agua (m<sup>3</sup>o L) que pasa por una sección específica del cauce de un río o nacimiento en un tiempo determinado,  $Q = \text{Volumen/Tiempo}$ . Expresado en m<sup>3</sup>/s; l/s.

¿Qué es aforar? Es medir la cantidad de agua (Caudal) que produce y fluye del nacimiento de agua y que llega al tanque de distribución en una unidad de tiempo (segundos), para hacer un aforo, necesitamos lo siguiente:



#### Procedimiento

- Colocar el cronómetro del reloj en cero.
- Se coloca el recipiente en el chorro (cubeta con volumen conocido). Y se marca el tiempo de llenado (Tiempo, Segundos), este proceso se repite por tres veces.
- Luego se calcula el tiempo promedio de llenado.

#### Cálculo del Caudal

#### VOLUMEN / TIEMPO

#### Ejemplo:

*Un recipiente de 20 litros se llena en 5 segundos*

#### Entonces:

*Caudal: 20 litros / 5 segundos*

*$20 / 5 = 4$ , Resultado: 4 litros / segundo*

## 3.5 TIPOS DE TUBERÍA Y ACCESORIOS

### Tubería PVC y HG

#### Material

#### Descripción

#### Características

Hierro Galvanizado  
HG

Longitud de 6 metros, tubería de diversos diámetros desde 1/8 hasta 12 pulgadas

De preferencia es utilizado donde la presión de agua es mayor a 250 PSI.

#### Clasificación:

Tipo liviano  $\varnothing$  1/2 a 6", PSI\* 700  
Tipo pesado  $\varnothing$  1/8 a 6" PSI 700-1500

Polivinilo de Cloruro  
PVC

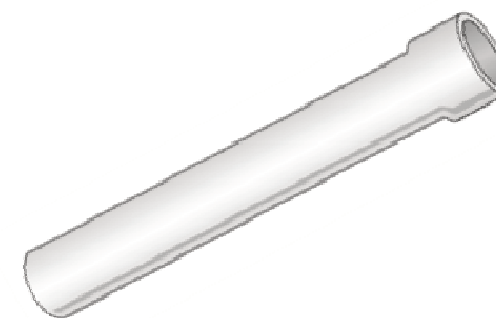
Longitud de 6 metros con campana, diámetros de 1/2 hasta 8 pulgadas.

Es utilizada enterrada a 80 centímetros de profundidad, no expuesta al sol.

Longitud de 6 metros con junta rápida, diámetros de 4 hasta 18 pulgadas.

Existen presiones de 100, 125, 160, 250 y 315 PSI (según planos de diseño).

Es liviana y fácil de instalar.



#### Recomendaciones generales:

- Nunca utilice hule amarrado con alambre para reparar fugas.
- Siempre utilice tubería para agua y no tubería para drenaje o riego.
- No haga una unión si la tubería esta húmeda.
- Utilice la tubería con las especificaciones de presión recomendadas.

\* Del inglés pounds-force per square inch (libras de presión por pulgada cuadrada). Las abreviaturas son usadas para indicar la presión básica en un sistema de agua



## 3.6 PRESIONES EN EL SISTEMA DE AGUA

### Presión en la red de distribución

#### Presión mínima:

Es la que permite que el agua llegue a todas las casas, no debe ser menor a 10 m.c.a.\*

#### Presión máxima:

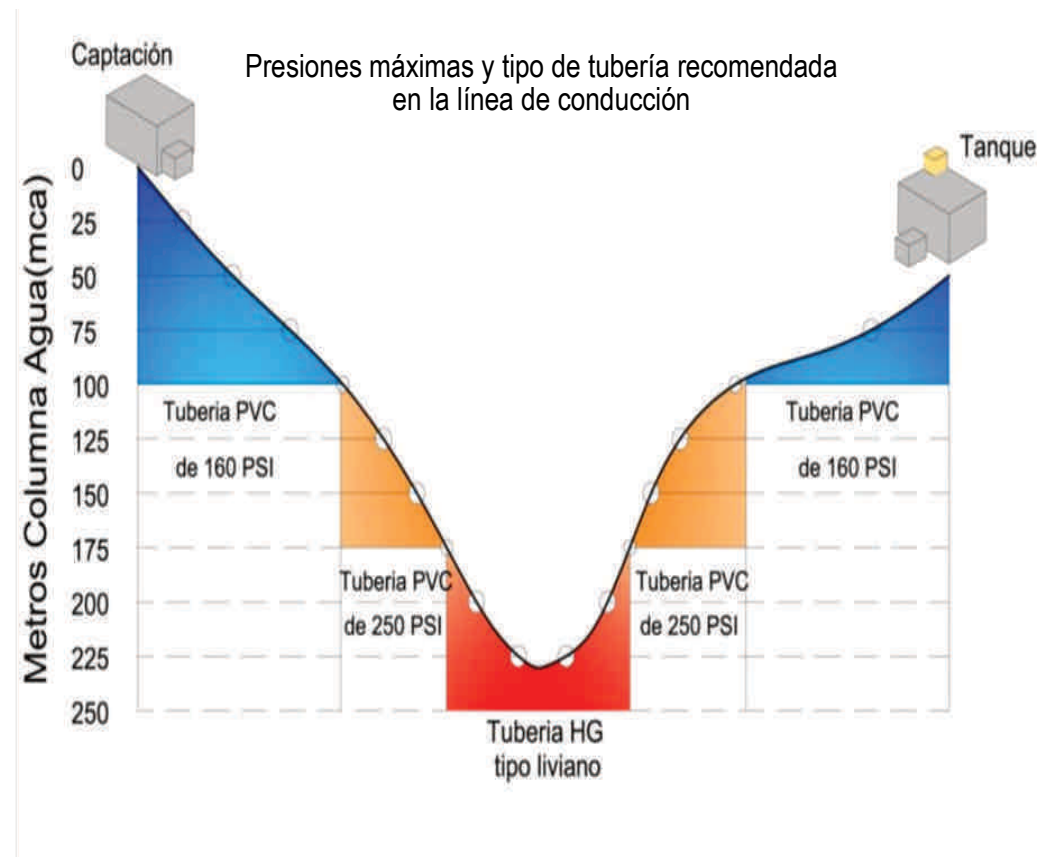
Es la máxima presión que pueden resistir las tuberías, accesorios, válvulas sin sufrir daño, no debe ser mayor a 60 m.c.a. en la red de distribución.

#### Presión estática:

Es la que ejerce el agua en las tuberías cuando no hay consumo.

#### Presión de servicio:

Es la presión en la red de distribución cuando fluye el agua en el sistema.



Al realizar una reparación en la tubería, se recomienda utilizar el mismo diámetro para no provocar variaciones en el caudal y presión

\* m.c.a. representa la presión en el fondo, en el volumen de un metro de profundidad de agua.

## 3.7 ACCESORIOS PVC Y HG

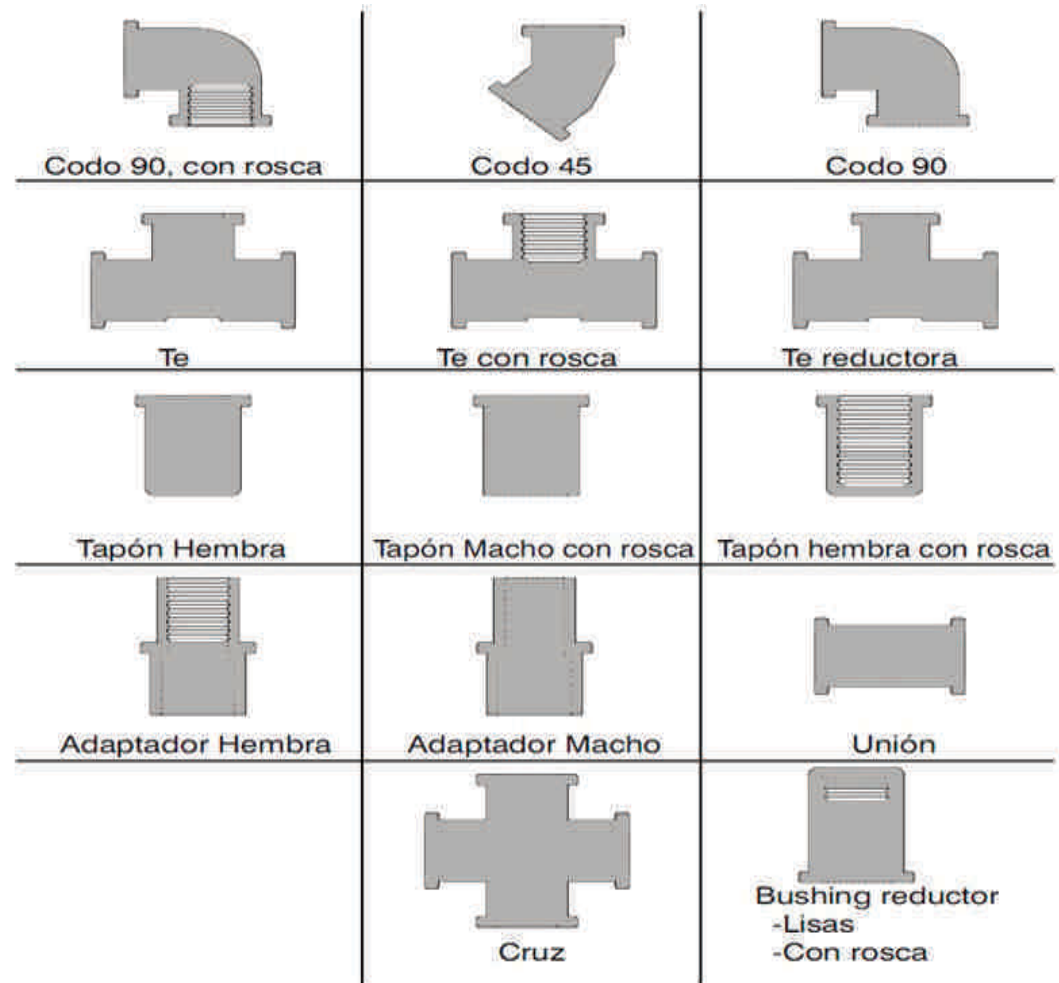
### ¿Qué son los accesorios?

Son elementos fabricados casi siempre del mismo material de las tuberías, que sirven para ensamblarlas y repararlas.

### ¿Qué función tienen?

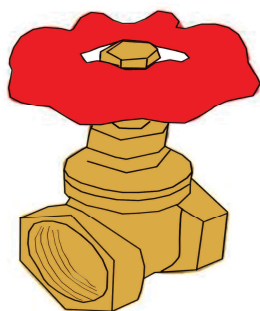
Hacen mas fácil la instalación de las tuberías del sistema, por lo general son del mismo material de las tuberías y tienen las mismas especificaciones de presión?

El diámetro y diseño de los accesorios se adaptan a las condiciones de las tuberías a las cuales se conectan. Para el caso de tuberías de PVC vienen para presión y unión mecánica.



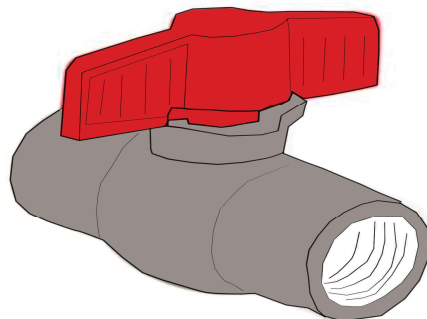
## 3.8 VÁLVULAS

Son aquellos dispositivos que se colocan en la tubería de distribución, de conducción y en algunas estructuras, con el fin de controlar o suspender el paso de agua, de acuerdo a las necesidades de operación y mantenimiento, además facilitan los trabajos en la red.



**De compuerta**

Sirve para abrir o cerrar el flujo de agua totalmente, no para regular



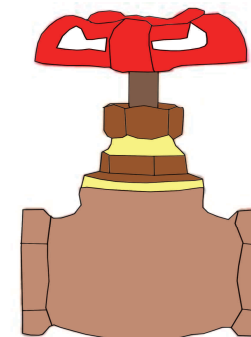
**De bola HG y PVC**

Generalmente utilizada para abrir y cerrar el flujo de agua



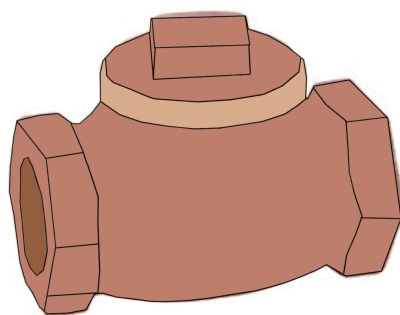
**De aire**

Sirven para dejar salir el aire acumulado en una tubería



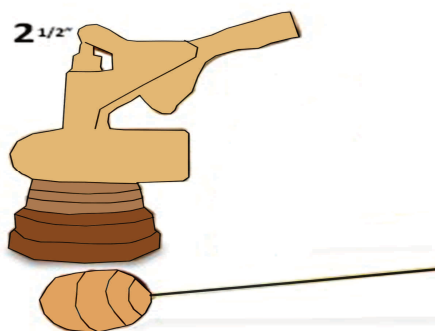
**De globo**

Generalmente utilizada para regular el caudal en la red de distribución



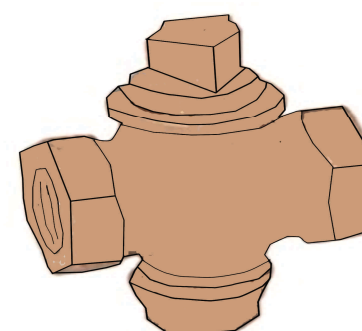
**De cheque**

Sirve para evitar que el agua regrese por la misma tubería



**De compuerta**

Sirve para abrir o cerrar el flujo de agua totalmente, no para regular



**De dado/paso**

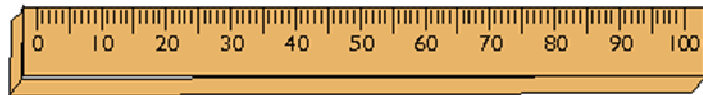
Generalmente utilizada para abrir y cerrar el flujo de agua

## 3.9 UNIDADES DE MEDIDA UTILIZADAS EN EL TRABAJO DEL FONTANERO

### Unidades de medida

El Sistema Internacional de Unidades, también denominado Sistema Internacional de Medidas SI, es el nombre que recibe el sistema de unidades que se utiliza en casi todos los países.

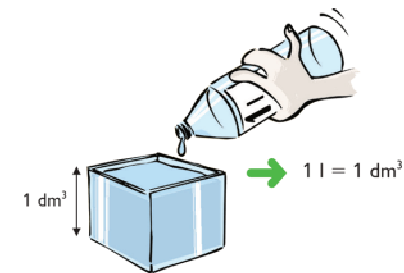
#### 1- De longitud:



- 1 metro (m) = 100 centímetros (cm)
- 1 centímetro (cm) = 10 milímetros (mm)

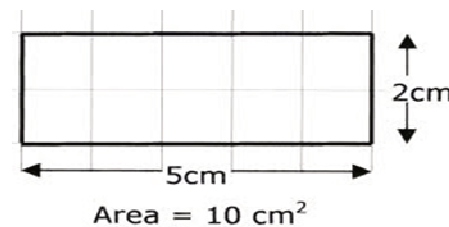
#### 2. De capacidad

- 1 litro = 1,000 cm<sup>3</sup>
- 1 litro = 1,000 ml

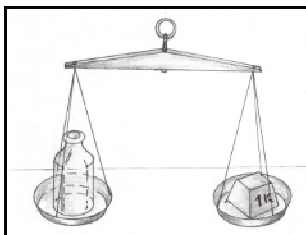


#### 3. De área

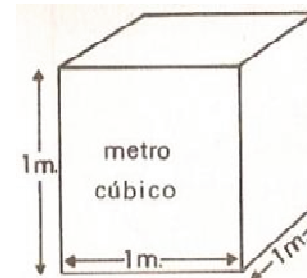
- 1 m<sup>2</sup> = 10,000 cm<sup>2</sup>
- 1 cm<sup>2</sup> = 1,000,000 mm<sup>2</sup>



#### 4. De masa



- 1 kilogramo (Kg) = 1000 Gramos (g)
- 453.592 gramos (g) = 1 libra (Lb)
- 1 libra (Lb) = 16 onzas (Oz)
- 1 onza (Oz) = 28.3495 gramos



- 1 metro cubico (m<sup>3</sup>) = 1000 litros (Ls)
- 1 litro (L) = 1000 Mililitros (Ml)
- 1 Mililitro (ml) = 1 centimetro cubico (cm<sup>3</sup>) = 1 gramo (gr)

#### 5. De volumen

*“Todo mundo viene del agua, nadie puede renunciar a su destino con el agua... El agua es la vida misma”.*  
*Anónimo*

## MÓDULO IV

## CONTROL Y TRATAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE



## 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### Características físicas y organolépticas

Son las características de sabor, olor y percepción visual que hacen que el consumidor pueda elegirla para su consumo.

Pueden ser detectadas sensorialmente o por medios analíticos de laboratorio.

### Características químicas

Es lo que a simple vista no se pueden ver, sentir y oler.

### Características bacteriológicas

Depende de los microorganismos (hongos, bacterias, etc.) presentes en el agua y no se ve a simple vista, pero nos puede causar enfermedades.

La vigilancia y protección de las fuentes de agua son actividades necesarias para evitar la contaminación



## 4.2 CONTROL PARA LA CALIDAD DE AGUA

**Protección de fuente:** Consiste en proteger las fuentes de agua de posible contaminación desde su origen. La protección puede consistir en prácticas ambientales, como la reforestación, construcción de pozos y zanjas de infiltración, etc.

**Sedimentación:** Sirve para eliminar partículas grandes en suspensión. Para lo cual, se debe dejar reposar el agua durante 24 horas. Este método no es efectivo para eliminar contaminación microbiológica y tampoco la turbidez.

**Filtración:** Es usado para separar arena, grumos, arcilla y algunos patógenos presentes en el agua. Puede realizarse con tela, candelas de cerámica o filtro de arena. No elimina la turbidez y tampoco contaminación microbiológica.

**Desinfección:** Es usado para eliminar la presencia de contaminación microbiológica del agua, sin embargo se puede considerar como el último paso ya que no remueve partículas o turbidez en el agua.

***Para mayor información, consultar el Acuerdo Ministerial 1148 - 09 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.***



## 4.3 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL CONSUMO DE AGUA CONTAMINADA

### ¿Cómo llegan los microbios al agua?

En la mayoría de casos, el agua para consumo humano está contaminada con diferentes microbios, bacterias, virus y protozoos que causan enfermedades y hasta la muerte de las personas que la consumen. Hay bacterias y virus que viven en intestinos de personas y animales como la Escherichia coli.

### Si tomamos agua contaminada, podemos contraer algunas enfermedades tales como:

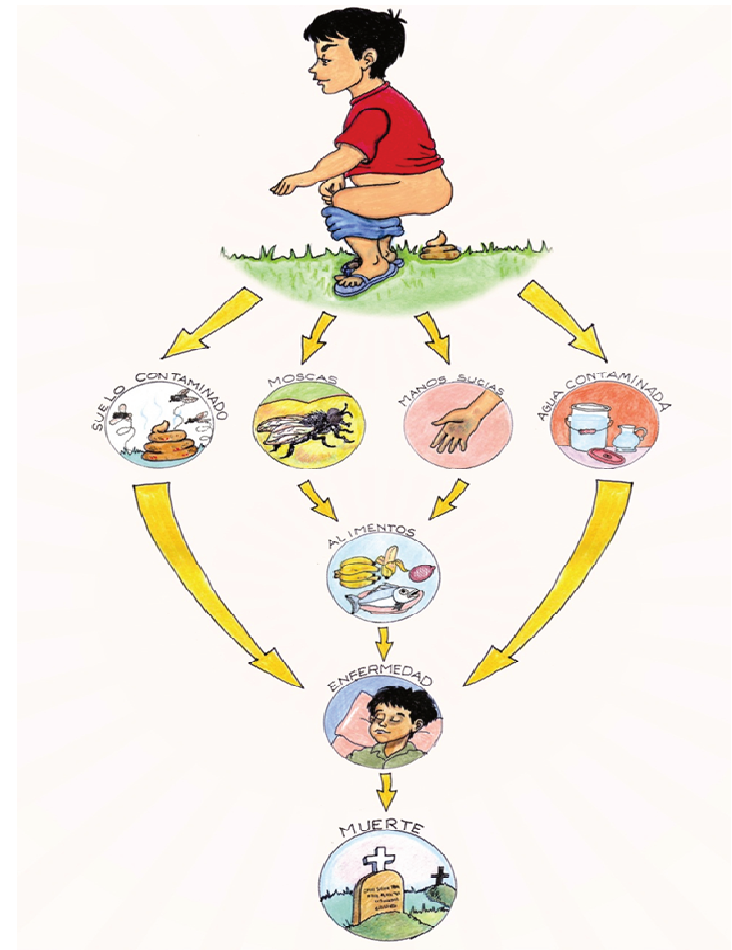
Fiebre tifoidea y paratifoidea	Cólera
Amebiasis	Disentería
Gastroenteritis causados por rotavirus	Hepatitis A infecciosa
Diarreas causadas por Escherichia Coli	Poliomielitis

### ¿Cómo podemos prevenir las enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada?

- Protegiendo las fuentes de agua para que estén libres de contaminación
- Mejorando el saneamiento a nivel familiar y comunitario
- Adoptando y practicando adecuados hábitos de higiene
- Desinfectando el agua con cloro (hipoclorito de calcio) con la dosificación adecuada

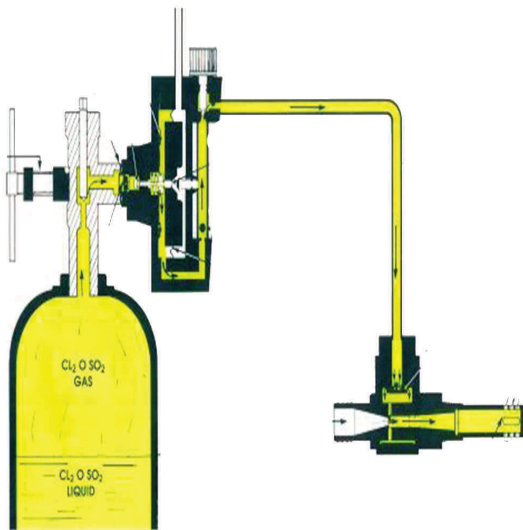
### Ventajas de aplicar cloro en el sistema de agua:

- Es el método más económico y práctico de implementar
- Es un método normado por el Acuerdo Ministerial 1148-09,
- Eficiente (elimina el 99% de bacterias)
- El cloro residual puede prolongar el efecto de desinfección aún después del tratamiento inicial



## 4.4 TIPOS DE CLORO MÁS UTILIZADOS PARA AGUA POTABLE

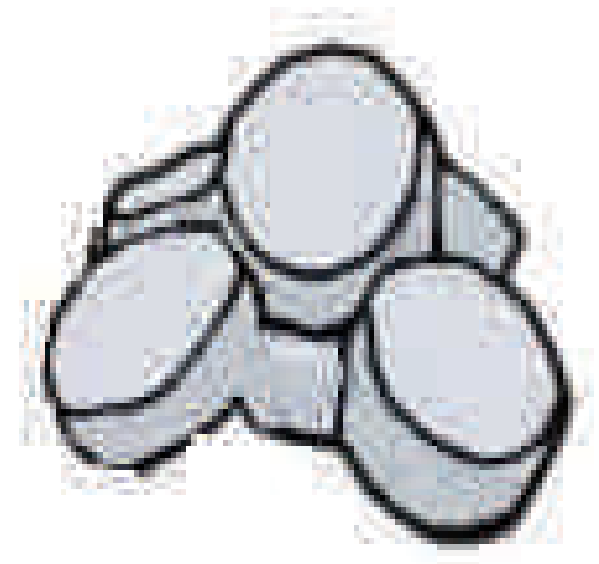
El cloro es un producto químico relativamente barato y ampliamente disponible, cuando se disuelve en agua y en cantidad suficiente según lo recomendado, destruye la mayoría de los microorganismos causantes de enfermedades, sin poner en peligro a las personas. Los tipos de cloro más utilizados son:



Cloro gas



Hipoclorito de sodio



Hipoclorito de calcio

La selección del equipo e instalación de un sistema de desinfección depende básicamente de:

- Tipo de fuente de agua
- Existencia o no de energía eléctrica
- Acceso al lugar de instalación del sistema de desinfección
- La calidad actual del agua
- El caudal de la fuente
- Capacidad técnica de los fontaneros
- Disponibilidad financiera del prestador del servicio de agua.

## 4.5 ASPECTOS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DEL CLORO

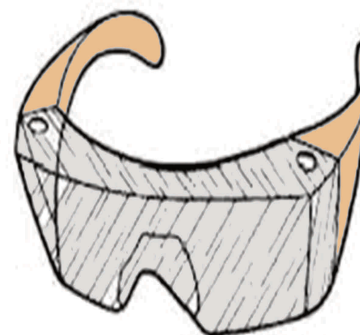
### Equipo Básico



Mascarilla para gases



Guantes



Lentes



Botas

### Equipo Básico:

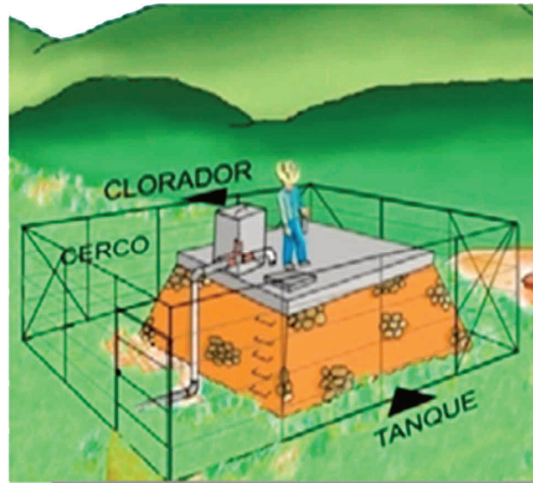
- Contar con equipo de protección personal.
- Mantenga fuera del alcance de los niños.
- Lavarse las manos y ojos con agua y jabón si ha estado expuesto con cloro.
- No coma, beba o fume cuando manipule cloro.
- Almacene el cloro (granulado y pastillas) en recipientes bien cerrados y en lugares ventilados.
- Nunca exponga un cilindro de cloro gas a calor.
- Nunca trate de forzar un tapón fusible del cilindro de cloro gas.
- No conecte a un colector común dos o más cilindros que estén descargando líquido.
- Nunca deje caer o tirar un cilindro.

### Riesgos:

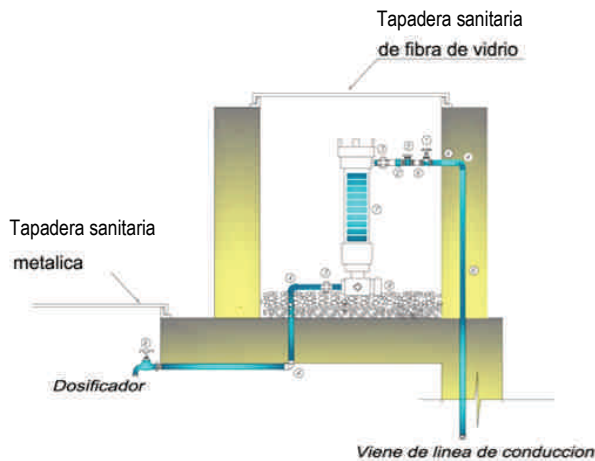
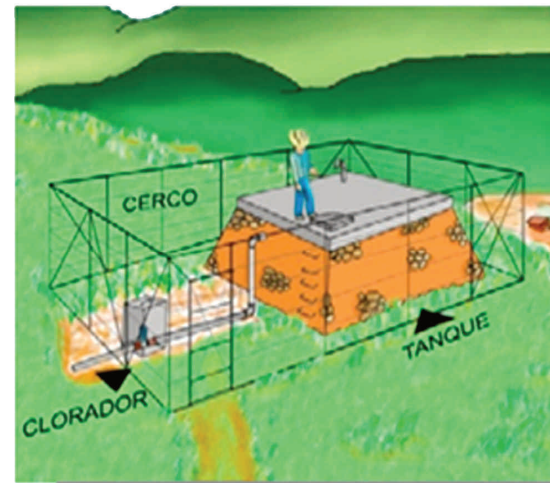
- Puede causar irritaciones en la nariz y garganta
- Puede producir graves irritaciones y quemaduras en los ojos
- Puede producir quemaduras y ampollas en la piel.

## 4.6 FORMAS DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CLORACIÓN

Instalación sobre el tanque de distribución



Instalación antes del tanque de distribución



Detalles de la instalación y accesorios

CUADRO DE ACCESORIOS PARA CLORADOR

N°	ACCESORIO
1	Válvula PVC de globo de 1/2"
2	Adaptadores macho PVC
3	Unión Universal PVC
4	Codo PVC a 90°
5	Valvula reguladora de caudal
6	Niple PVC de 1/2" corrido
7	Clorador de pastillas Rainbow modelo 320
8	Tapon hembra liso PVC de 2"
9	Grifo PVC con rosca de 1/2"

### Observación:

El tipo de instalación dependerá de las condiciones de caudal, presión, calidad de agua y capacidad técnica del prestador de servicio.

Solicitar asistencia técnica al Inspector de Saneamiento Ambiental del MSPAS y/o al Técnico de la municipalidad.

## 4.7 DOSIFICACIÓN DEL CLORO

Para aplicar la dosis de cloro en el sistema debe tomarse en cuenta aspectos como el caudal, número de viviendas, temperatura y turbidez.

### Recomendaciones generales:

- El cloro debe estar en contacto con el agua, por lo menos, media hora para desinfectarla a una temperatura de 18°C y si está más fría incrementar el tiempo.
- La desinfección es sólo una defensa contra las enfermedades. Se deben hacer todos los esfuerzos posibles para proteger las fuentes de agua de la contaminación, además de las prácticas higiénicas y saneamiento adecuado.
- Aplicar la dosis adecuada de cloro y el procedimiento estricto para asegurarse que el agua está libre de bacterias.
- Utilizar la dosis de cloro necesaria para desinfectar un suministro de agua. (Se incrementa si está muy turbia).

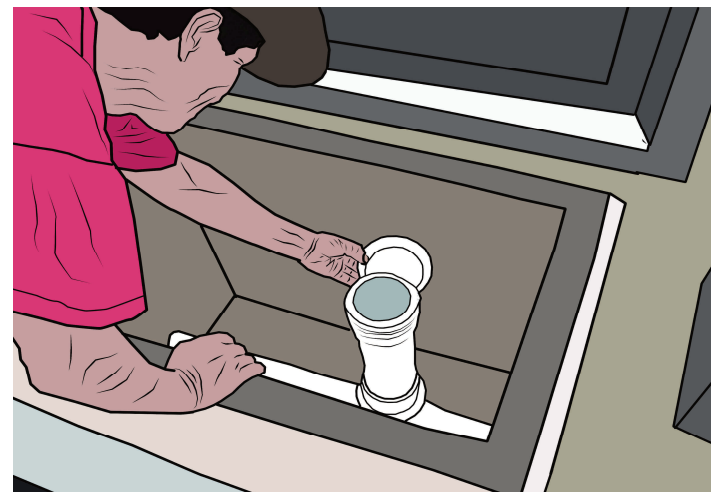


Tabla para el cálculo promedio de la cantidad de tabletas de cloro al mes.

Caudal Litros/ segundos	No. de viviendas	Demanda de hipoclorito de calcio al 70 % por día	Uso de tabletas al mes
0.25	19	21.62	Gramos 3.35
0.50	38	43.24	Gramos 6.70
0.75	57	64.86	Gramos 10.05
1.00	76	86.48	Gramos 13.40
1.25	95	108.10	Gramos 16.75
1.50	114	129.71	Gramos 20.11
1.50	114	129.71	Gramos 20.11
1.75	133	151.33	Gramos 23.46
2.00	152	172.95	Gramos 26.81



*“El agua es fuente de vida para nuestro planeta y para nosotros mismos ahora y para los que vendrán mañana, debemos recibir con abundante agua a las generaciones que están por nacer”.*  
Anónimo

## MÓDULO V

# VIGILANCIA Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA





## 5.1 VIGILANCIA Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

### La vigilancia

Es el conjunto de acciones adoptadas por el MSPAS para evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua suministrada por los sistemas públicos y privados de abastecimiento de agua, así como para valorar el grado de cumplimiento de la legislación vinculada con la calidad del agua\*.

### El monitoreo

Es el conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el prestador del servicio (Municipalidad, Comités/Comisiones de Agua) con el objetivo de verificar que la calidad del agua suministrada a la población cumpla con la legislación\*.

Parámetro a vigilar	Frecuencia con que el MSPAS realiza la VIGILANCIA	Frecuencia que los Comités/Comisiones o la Municipalidad realiza el CONTROL
Cloro residual	Sistemas urbanos (1 por día)	Sistemas urbanos (1 por día)
	Sistemas rurales (1 por semana)	Sistemas rurales (1 por semana)
Coliformes totales y Escherichia Coli	Sistemas urbanos: > 100,000 habitantes (1 por día) < 100,000 habitantes (Según Acuerdo Ministerial de MSPAS** 523-2013, artículo 12, página 10)	Sistemas urbanos: > 20,000 habitantes (1 por día) < 20,000 habitantes (Consultar tabla en Acuerdo Ministerial 523-2013, artículo 12)
	Sistemas rurales: Al menos una vez por bimestre	Sistemas rurales: Al menos una vez por semestre.

\* Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, OPS 2002.

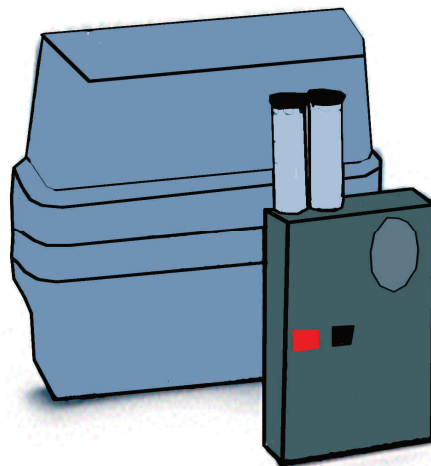
\*\* Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

## 5.2 CLORO RESIDUAL

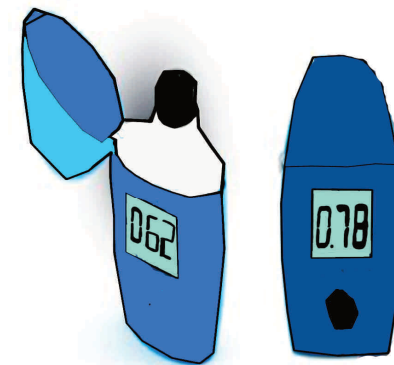
El cloro que contiene el agua se llama CLORO RESIDUAL = Cantidad de cloro que permanece en el agua durante un tiempo y mantiene su efecto de desinfección, se puede medir en un instrumento llamado COMPARÍMETRO. En Guatemala los modelos más comunes son:



Método Ortotodilina



Método DPD, con disco



Método DPD, fotómetro portátil HI 701

Según las normas de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR (NTG 29001), se establecen los siguientes rangos de cloro residual en el sistema de agua:

**0.5 miligramos/litro** es el Limite Mínimo Aceptable  
**1.0 miligramos/litro** es el Limite Máximo Permisible

**Puntos de muestreo recomendados:**

- Casa más alta de la red de distribución.
- Casa más lejana de la red de distribución.
- Una casa en el centro de la red de distribución.

Es importante tomar en cuenta que el ISA debe ser muy estricto en la vigilancia de cloro residual en la red de distribución para mantener dentro de los rangos establecidos y así evitar consecuencias graves a la salud.

## 5.3 VIGILANCIA BACTERIOLÓGICA

### Temporalidad:

El MSPAS deberá efectuar la vigilancia de los parámetros “Coliformes Totales” y “Escherichia Coli”, en cada uno de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, al menos una vez por mes dependiendo de su cobertura.

### Transporte:

Para el traslado al laboratorio no deben transcurrir más de 24 horas desde la recolección. Se deben trasladar en neveras portátiles a 4°C y en la oscuridad. Tener cuidado de sellar los empaques para no contaminar el agua con el hielo derretido.

### Análisis:

El análisis se realiza en el laboratorio del MSPAS y se identifica la presencia de bacterias como la **Escherichia Coli**, que es una bacteria común que vive en los intestinos de las personas y animales.

Usted puede enfermarse muy gravemente si la bacteria **Escherichia Coli** está presente en el agua. Por lo tanto la norma COGUANOR NTG 29001 establece en 0 la presencia de dicha bacteria en el agua para consumo humano.

Los datos que incluye cada muestra:

- Número de código de la muestra
- Nombre de la prestadora o comisión
- Nombre de quien recolecta las muestras
- Hora de toma de la muestra
- Lugar de toma de la muestra

### Puntos de Muestreo



- En el tanque a una profundidad de 60 centímetros desde la superficie del agua.
- Al menos en tres puntos de la red de distribución, seleccionados aleatoriamente.

# GLOSARIO

**Acometida domiciliar:** Caja, válvulas, contador que permite la distribución del agua proveniente de la red hacia la vivienda.

**Cloro residual:** Cantidad de cloro mantenida dentro del agua, luego de haber procedido a su desinfección.

**Escherichia coli:** También conocida por la abreviación de su nombre, *E. coli*, Se trata de una enterobacteria que se encuentra generalmente en los intestinos animales, y por ende en las aguas negras, pero se le puede encontrar en multitud de ambientes.

**Fuentes de abastecimiento de agua:** La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes. Los sistemas de abastecimiento de agua potable se pueden clasificar por la fuente del agua, de la que se obtienen.

**Hipoclorito de calcio:** Sustancia química derivada del ácido hipocloroso y calcio que actúa sobre microorganismo, eliminándolos.

**Hipoclorito de sodio:** Sustancia química derivada del ácido hipocloroso y sodio que actúa sobre microorganismos, eliminándolos.

**Longitud:** Dimensión de una línea o de un cuerpo considerando su extensión en línea recta.

**Mantenimiento:** Acciones permanentes que se realizan con la finalidad de conservar un adecuado estado de funcionamiento de los componentes o partes del sistema.

**Mantenimiento correctivo:** Consiste en las acciones que se efectúan para reparar daños o reponer piezas deterioradas por el uso.

**Mantenimiento preventivo:** Es aquel que se realiza con una frecuencia determinada con la finalidad de prevenir y evitar daños al sistema.

**Reglamento de agua:** Es un documento de orden legal que establece normas, derechos y obligaciones para la prestación del servicio de agua y destaca la participación comunitaria.

**Saneamiento:** Control de todos los factores del ambiente físico del hombre que ejercen o pueden ejercer un efecto pernicioso en su desarrollo físico, salud y supervivencia.

**Sedimentos:** Material depositado por acción de la gravedad.

**Sello sanitario:** Elemento que protege e impide la contaminación del agua.

**Sistema de desinfección:** La desinfección del agua significa la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua.

**Sostenibilidad:** Se refiere a la capacidad de poder mantener aspectos sociales, económicos y ambientales en su productividad y diversidad a lo largo del tiempo; y de esta manera ocupándose por la preservación de los recursos naturales para fomentar una responsabilidad consciente sobre lo ecológico y al mismo tiempo crecer en el desarrollo humano, cuidando el ambiente donde se vive.

**Tratamiento:** Proceso de transformación físico, químico o biológico de los excrementos, aguas negras o aguas residuales.

**Volumen:** Es una magnitud métrica de tipo escala, definida como la extensión en tres dimensiones de una región del espacio. Es una magnitud derivada de la longitud, ya que se encuentra multiplicando la longitud, el ancho y la altura.



# BIBLIOGRAFÍA

- Guía de Formación por Competencias a Comisiones de Agua y Promotores Comunitarios. HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala - Proyecto A´jin.
- Cartilla de Desinfección de Agua para Consumo Humano. HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala - Proyecto A´jin.
- Reglamento de Agua de la Cabecera Municipal de Tejutla, San Marcos. HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala - Proyecto A´jin.
- Trifoliales de Fomento de Integridad en Agua y Saneamiento. HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala - Proyecto A´jin.
- Cartillas de Tradiciones, Cuentos y Leyendas relacionadas al Agua. HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala - Proyecto A´jin-CSS.
- Semáforo Diagnóstico Rápido Participativo de Agua y Saneamiento. HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala - Proyecto A´jin.
- Mantas Vinílicas de Condiciones Positivas y Negativas de la Gestión del Agua, HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala - Proyecto A´jin.
- Rotafolio de Organización y Participación Comunitaria. Catholic Relief Services (CRS).
- Manual de Administración Operación y Mantenimiento. Instituto de Fomento Municipal (INFOM - UNEPAR).
- Acuerdos Ministeriales de Vigilancia y Calidad de Agua de Guatemala. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).
- Normas COGUANOR de Guatemala.
- Diagnósticos de Modelo de Gestión de la Calidad de Agua. Proyecto Nexos Locales - USAID.
- Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de agua Potable PC - Fortalecimiento de capacidades con el pueblo Mam para la Gobernabilidad Económica del Agua y Saneamiento.



**USAID**  
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS  
UNIDOS DE AMÉRICA

**NEXOS LOCALES**  
Para La Gobernabilidad Responsable



**HELVETAS**  
Swiss Intercooperation

**GUATEMALA**

“La realización de esta publicación fue posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América, proporcionado a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y HELVETAS Swiss Intercooperation. El contenido aquí expresado no necesariamente refleja las opiniones de USAID o del Gobierno de los Estados Unidos de América o de HELVETAS Swiss Intercooperation”.