

Edificio Torre Alfa,
Colonia Lomas del Guijarro
Avenida República Dominicana,
Tegucigalpa, M.D.C. Honduras.
Teléfonos (504) 2239-0067, 71, 72, 73

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

MANUAL 23
CAJA DE HERRAMIENTAS 2



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



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

MANUAL 23

SERVICIOS PÚBLICOS
CAJA DE HERRAMIENTAS 2

“Un compromiso compartido para mejorar los servicios locales”

ACLARACIÓN

Los puntos de vista expresados por el autor en esta publicación, no necesariamente reflejan los puntos de vista de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional o del Gobierno de los Estados Unidos de América.

Este documento ha sido revisado conforme a los cambios de La Real Academia Española RAE 2010.

Tiraje: 100 Ejemplares

Edición, diseño, diagramación e impresión:

RILMAC Impresores, S. de R.L. de C.V.

PBX: (504) 2245-1625, E-mail: gerencia@rilmacimpresores.com

www.rilmacimpresores.com

Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A., 2016

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	5
1. SISTEMAS RURALES DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD	6
2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA	8
3. DESCRIPCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	12
3.1 Fuente de abastecimiento de agua	12
3.2 Microcuenca	12
3.3 Presa	16
3.4 Obra de captación	17
3.5 Desarenador o sedimentador	24
3.6 Línea de conducción	26
3.7 Tanque rompe presión	28
3.8 Tanque de almacenamiento	29
3.9 Red de distribución	33
3.10 Conexiones domiciliarias	37
4. TRATAMIENTO DEL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN: DESINFECCIÓN	38
5. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO Y CALIDAD	47
6. FORMATOS	50
7. ACRÓNIMOS Y SIGLAS	55
8. BIBLIOGRAFÍA	56

PRESENTACIÓN

El presente Manual de Operación y Mantenimiento ha sido adaptado por el Programa USAID|NEXOS para ser aplicado en sistemas rurales de abastecimiento de agua potable y sistemas urbanos con un número igual o menor a los 2000 usuarios, que representa la mayor parte de los prestadores del área de influencia de los municipios donde está trabajando el Programa.

Debido a la ausencia de buenas prácticas en la operación y mantenimiento, la mayoría de los sistemas de agua potable duran menos tiempo del que fue considerado en su diseño; debido mayormente por el desconocimiento de los procedimientos por parte de los miembros de las Juntas Administradoras de Agua Potable y de las comunidades.

Este manual proporciona a los miembros de las Juntas Administradoras de Agua y a todo ciudadano/a que se encuentre vinculado con la prestación de servicios de agua potable rurales, los conocimientos básicos para que dentro de la misma comunidad exista la capacidad para dar un mantenimiento adecuado al sistema de agua potable y que tenga la vida útil para el cual fue diseñado.

También es importante que las personas que integran la comunidad estén conscientes de que para un buen funcionamiento del acueducto, es importante un buen mantenimiento preventivo y correctivo de los diferentes componentes del sistema de agua potable de la comunidad.

El contenido del manual en sus capítulos 1 y 2, identifica los principales componentes de un sistema de agua potable rural por gravedad desde la fuente hasta las conexiones domiciliarias, y menciona los conceptos básicos e importancia de su buena operación y mantenimiento. Incluye un detalle del equipo, herramientas y materiales que como mínimo deben ser usados para realizar estas actividades.

En el capítulo 3 se hace una descripción de cada uno de los componentes del sistema de agua potable, sus funciones y actividades principales y los procedimientos básicos que se deben realizar para la operación y mantenimiento de cada componente del sistema.

El capítulo 4 aborda un tema vital para la salud de la comunidad, relacionado con la potabilización del agua utilizando como método básico de tratamiento la desinfección. Establece las características mínimas que debe tener al agua para ser potable, desinfección del agua, tipos de dosificadores y dosificación para la desinfección, importancia y forma de medición del cloro residual.

El capítulo 5 enlista los principales Programas que debe implementar la Junta Administradora de Agua para asegurar una suficiente producción de agua en la fuente, una buena operación y mantenimiento del sistema de agua potable y una provisión de agua que reúna las condiciones de calidad que la hacen óptima para consumo humano.

El capítulo 6 contiene una serie de formatos para registrar las actividades de mantenimiento que se realizan en el sistema, lo cual constituye un sistema de información para la planificación y toma de decisiones. Los formatos son tan solo modelos que deben ser adaptados por las Juntas de agua de acuerdo a la situación particular de cada comunidad.

Este Manual de Operación y Mantenimiento ha sido distribuido en un total de 192 Juntas Administradoras de agua potable -urbanas y rurales- bajo la influencia del Programa, con la finalidad de que les apoye en la mejora de la gestión y prestación del servicio de agua potable en sus respectivas comunidades.

I. SISTEMAS RURALES DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

¿Qué es un Sistema de agua potable?

El sistema de agua potable es un conjunto de instalaciones y equipos utilizados para abastecer de agua una población en forma continua, en cantidad suficiente y con la calidad y la presión necesarias para garantizar un servicio de buena calidad a la comunidad.

El sistema realiza procesos que reducen y eliminan bacterias, sustancias venenosas, turbidez, olores y sabores desagradables, haciendo posible que el agua sea apta para el consumo humano.

Se llaman “por gravedad” cuando el agua se conduce por tubería desde la obra captación hasta el tanque de almacenamiento y de allí a las conexiones domiciliarias instaladas en cada vivienda de la comunidad.

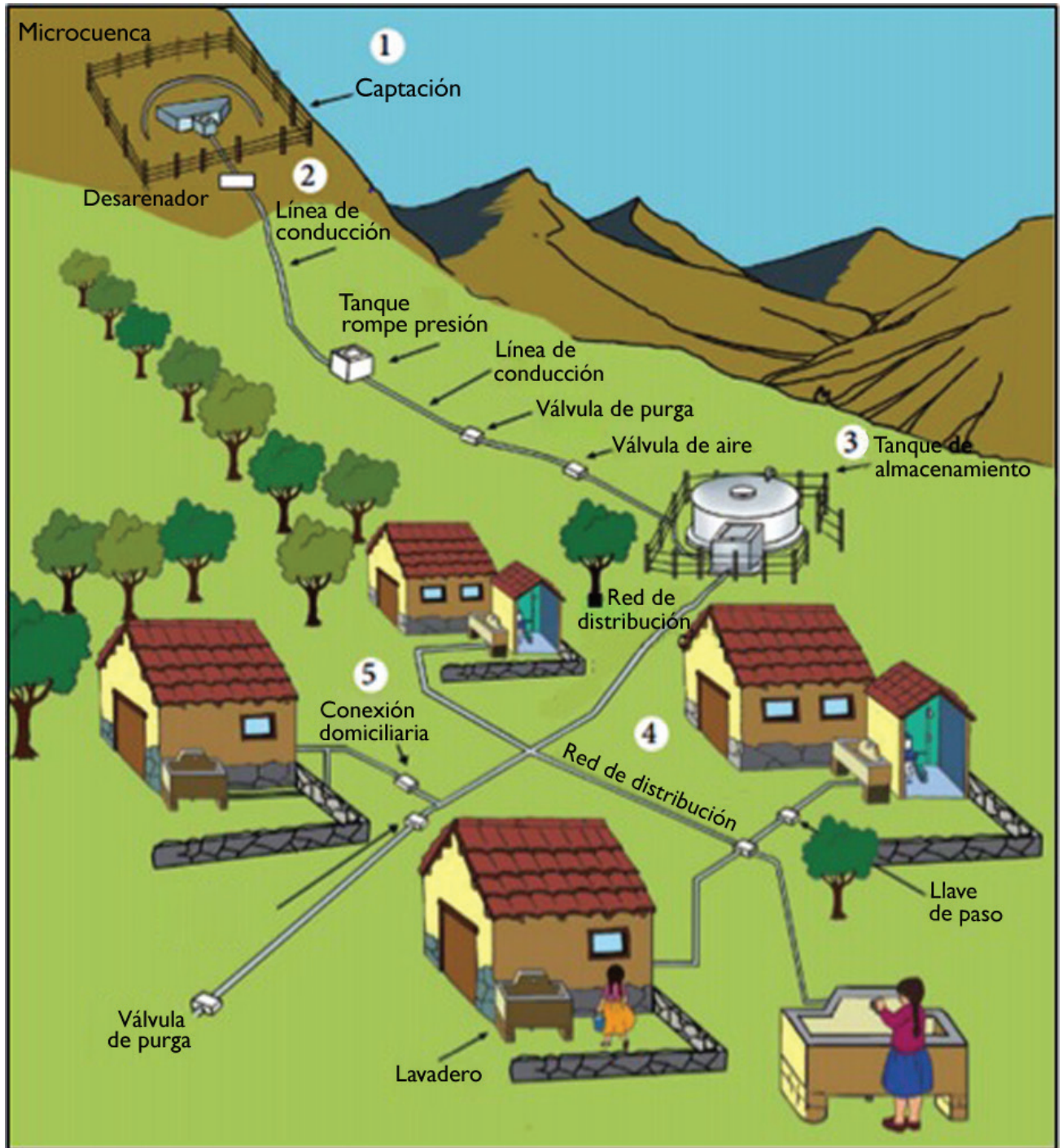
¿Cuáles son los componentes de un sistema de agua potable rural?

Los principales componentes de un sistema de agua potable por gravedad en la zona rural son:

1. Microcuenca
2. Fuente de abastecimiento
3. Obra de captación
4. Desarenador
5. Línea de conducción
6. Tanque rompe presión
7. Tanque de almacenamiento y
8. Conexiones domiciliarias

Además de los anteriores, algunos sistemas rurales cuentan con componentes adicionales en función de las condiciones topográficas, hidráulicas y otras de la zona, tales como:

- 1) Pequeñas presas o embalses y
- 2) Tanque rompe presión o rompe carga



2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

¿Qué es operación?

La operación de un sistema de agua potable en el conjunto de actividades que se realizan de manera cotidiana para poner en funcionamiento parte o todo el sistema de agua potable, para que funcione en forma continua y eficiente.

¿Qué es mantenimiento?

El mantenimiento de un sistema de agua potable es el conjunto de actividades permanentes que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que pueden producirse o se producen en los equipos e instalaciones del sistema de agua potable durante el funcionamiento de sus componentes.

Existen dos tipos de mantenimiento:

- a) Mantenimiento preventivo: son acciones permanentes que se realizan con una frecuencia predeterminada en las instalaciones y estructuras con la finalidad de prevenir y evitar daños o fallas posteriores en el sistema de agua potable.
- b) Mantenimiento correctivo: son acciones que se efectúan para reparar daños existentes por deterioro o mal funcionamiento del sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo. La frecuencia se da según la necesidad y cuando se requiere solución inmediata.

¿Cuál es la importancia de la operación y mantenimiento?

Operación: el sistema de agua potable se puede comparar con una máquina cuyo buen

funcionamiento depende de que cada una de sus partes o componentes funcione bien. Existen tres razones básicas para llevar a cabo una buena operación del sistema:

- a) La cantidad y calidad del agua de la fuente constituye el primer factor para el buen funcionamiento del sistema. Cuidar las fuentes y captar el agua que producen constituye la base fundamental del sistema.
- b) Un tanque de almacenamiento lleno es la primera condición para que el agua llegue hasta los lugares más apartados de la comunidad.
- c) La presión del agua se logra con el buen manejo de las válvulas. El abrir y cerrar válvulas permite que se acumulen presiones suficientes en la tubería para que al agua llegue a todas las conexiones domiciliarias tanto bajas como altas.

Mantenimiento: la mayoría de los proyectos de agua duran poco tiempo por descuidos en la operación y mantenimiento del sistema, pero principalmente por el desconocimiento de la importancia y forma de realizar estas actividades por parte de los responsables de estas actividades y de la población beneficiada. Esto trae como consecuencia lo siguiente:

- a) El sistema de agua no funciona apropiadamente, reduciendo la calidad del servicio que se entrega a las familias que usan el acueducto.
- b) La vida útil del sistema de agua potable se reduce, requiriendo entonces realizar muy pronto una nueva inversión en rehabilitación y hasta construcción del sistema, lo cual significa gestionar la obtención de nuevos recursos

financieros que no será fácil obtener. Existen casos donde sistemas que han sido diseñados para una vida útil de 20 años y que por descuido o falta de recursos para operación y mantenimiento se han deteriorado a los 5 años de haberlos puesto en funcionamiento.

Por lo anterior, es necesario proporcionar a los responsables de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, los conocimientos básicos para que dentro de la misma comunidad exista la capacidad para dar una operación y mantenimiento adecuado

¿Quiénes se encargan de la operación y mantenimiento?

Según el reglamento de Juntas Administradoras de Agua aprobado por el Ente Regulador de los Servicios de Agua y Saneamiento (ERSAPS) en Honduras, la Junta Administradora de Agua (JAA) es la responsable de operar y mantener el sistema de agua potable de la comunidad, para lo cual se debe apoyar en el Comité de Operación y Mantenimiento y el Comité de Microcuenca, conformados por residentes de la comunidad elegidos en asamblea general.

El Comité de Operación y Mantenimiento tiene como mínimo las responsabilidades siguientes:

- a) Velar por la desinfección del agua
- b) Supervisar el trabajo del fontanero y empleados temporales
- c) Conocer de los informes de calidad de agua
- d) Realizar con el apoyo de la comunidad actividades de mantenimiento que excedan la capacidad de trabajo del fontanero

- e) Registrar anomalías presentadas en el sistema
- f) Desarrollar los trabajos de construcción en caso de ampliaciones y/o reparaciones mayores.

El Comité de Microcuenca tiene como mínimo las responsabilidades siguientes:

- a) Representar a la Junta, a través de su coordinador, en los Consejos de Microcuenca
- b) Promover y realizar labores de reforestación en el área de cuencas, subcuencas y microcuencas
- c) Recomendar la adquisición de terrenos por parte de la Junta, para ampliar el área de captación y protección dentro de la microcuenca
- d) Vigilar el uso del suelo dentro de la microcuenca y recomendar a la Junta las medidas correctivas necesarias, para su trámite con la municipalidad correspondiente.

Para realizar eficientemente su gestión, estos Comités de Apoyo requieren de instrumentos de gestión tipo manuales que establezcan los procedimientos para realizar las actividades de operación y mantenimiento y conservación de la microcuenca del sistema de agua potable. El presente manual es uno de esos instrumentos que apoyará la gestión de ambos Comités.

¿Cuáles son los materiales, herramientas y equipo para la operación y mantenimiento?

Herramientas:

- 2 alicates o tenazas
- 1 barra de acero
- 1 carretilla de mano
- 1 cuchara de albañilería
- 2 cintas métricas (winchas)
- 2 desarmadores de ranura
- 2 desarmadores de estrella
- 1 llave de corona
- 1 llave crecent
- 12 limas
- 1 llave stilson
- 2 machetes
- 2 marcos de sierra
- 1 martillo
- 1 pico
- 1 serrucho
- 2 palas
- 1 piocha
- 1 piqueta
- 2 plomadas
- 1 plancha de albañilería
- 1 nivel
- 1 chupón desatorador
- 1 manguera
- 3 mascarillas
- 3 pares de guantes
- 1 manómetro (100 PSI)

Materiales e implementos:

- 1 balde
- 1 escoba
- 1 escobilla
- 1 bote de grasa
- Cloro
- Pintura anticorrosiva
- Diluyente
- 3 brochas
- Cemento
- Pegamento PVC
- Lija

Equipo:

- 1 comparador de cloro
- Laboratorio portátil para el análisis de muestras de agua



¿Cuáles son los accesorios para la operación y mantenimiento?

Accesorios

- | | | |
|---|---|--|
| - 12 Adaptadores macho PVC | - 3 juntas de expansión PVC de Ø 1" | - 6 tubos PVC de Ø 3" |
| - 12 Adaptadores hembra PVC | - 4 llaves de chorro de bronce de Ø ½ " | - 4 tubos PVC de Ø 2" |
| - 3 bolsas de cemento PVC | - 1 manguera plástica Ø ½" x 10 m. | - 4 tubos PVC de Ø 1" |
| - 12 codos PVC de 90°xØ ½" | - 1 niple de H°G° Ø ½" | - 4 tubos PVC de Ø ¾" |
| - 12 codos PVC de 90°xØ ¾" | - 6 reductores PVC Ø 1"X Ø ¾" | - 4 tubos PVC de Ø ½" |
| - 12 codos PVC de 45°xØ ½" | - 6 reductores PVC Ø¾" X Ø½ " | - 4 tubos HG de Ø ½" |
| - 12 codos PVC de 45°xØ ¾" | - 6 tee reductoras de PVC Ø 1"X Ø ¾" | - 4 uniones de PVC de Ø 1" |
| - 12 empaques de hule para llave de chorro Ø ½" | | - 3 uniones de PVC de Ø ¾" |
| - 25 lbs de hipoclorito de calcio | | - 3 uniones de PVC de Ø ½" |
| - 3 juntas de expansión PVC de Ø 3" | | - 3 válvulas de pase de bronce de Ø 3" |
| - 3 juntas de expansión PVC de Ø 2" | | - 1 válvula de pase de bronce de Ø 2" |
| | | - 1 Válvula de pase de bronce de Ø 1" |



3. DESCRIPCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

3.1 Fuente de abastecimiento de agua

La fuente de abastecimiento es el depósito natural de agua utilizado por el sistema para abastecerse del agua que distribuye entre población de la comunidad.

Los tipos de fuentes de agua disponibles en la naturaleza son los siguientes:

a) Fuentes Superficiales: se encuentran en quebradas, ríos o lagos y están sujetas a contaminación, tanto por medios naturales como por las actividades humanas. El agua superficial debe ser protegida para evitar que se convierta en un medio de transporte de agentes causantes de enfermedades. Para su utilización es necesario su tratamiento.

b) Fuentes Subterráneas: son las aguas que brotan o se filtran del subsuelo como manantiales y mantos acuíferos. Generalmente, su calidad es mejor que las fuentes superficiales ya que el agua, al ir pasando por las diferentes capas de la tierra, se va filtrando. Así se hace más pura y libre de materia orgánica y bacterias.

La cantidad y calidad del agua producida por la fuente de abastecimiento depende de la buena conservación y protección de la microcuenca donde se localiza.

3.2 Microcuenca

¿Qué es una microcuenca?

La microcuenca es el área que rodea la fuente de agua que abastece a una comunidad. En la microcuenca vive un cierto número de familias (comunidad) utilizando y manejando los recursos del área, principalmente el suelo, agua, vegetación, incluyendo cultivos y vegetación del lugar y animales domésticos y silvestres. Su buen estado garantiza la cantidad y calidad del agua que abastece el sistema de agua de la comunidad.



¿Cuál es la importancia de la microcuenca en el sistema de agua potable?

La microcuenca es la unidad natural productora del agua de la fuente que abastece nuestro sistema de agua potable; por lo tanto de su manejo depende la cantidad y calidad del agua disponible para abastecer el sistema.

Para el sistema de agua potable es sumamente importante que los habitantes que residen en la microcuenca usen apropiadamente el suelo, con la finalidad de que sus buenas condiciones ayuden a que el agua de lluvia se infiltre en sus capas internas en lugar de que corra o se escurra sobre su superficie, con lo cual se asegura la reserva o almacenamiento de agua suficiente para alimentar la fuente de agua en la época seca.

La calidad y cantidad del agua de la fuente se ven afectadas por todas las actividades humanas que se desarrollan en la cuenca.

Una buena práctica para lograr este objetivo, es que los habitantes de la microcuenca realicen actividades económicas y de protección y conservación que mantengan la cobertura vegetal natural de la microcuenca.

Cantidad del agua de la fuente

Es importante reconocer el valor que tienen los árboles y vegetación existente en la microcuenca, para asegurar que la fuente abastecedora de nuestro sistema produzca el agua en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de la población actual y las futuras generaciones de nuestra comunidad.



Reforestacion

Además de asegurar la cantidad de agua suficiente, es necesario que esa cantidad de agua que se va a tomar esté en buenas condiciones para ser consumida por la población, lo cual quiere decir que también debemos asegurar la calidad del agua de la fuente de abastecimiento.

Las cinco formas más importantes de contaminación del agua de la fuente que abastece nuestro sistema de agua localizado en la microcuenca son:

1. La descarga o vertido de aguas residuales y heces fecales de sistemas de alcantarillado sanitario, letrinas y tanques sépticos en las fuentes de abastecimiento de los sistemas.
2. La descarga o vertido de basura en las fuentes de abastecimiento de los sistemas.
3. La descarga o vertido de grandes cantidades de sedimentos arrastrados a las fuentes de agua debido a la erosión de los suelos en las laderas de las microcuencas.

Los sedimentos, no solamente producen daño físico a las obras físicas de los sistemas de agua potable, sino que también afectan la calidad del agua de la fuente, debido a que modifican sus características de aspecto, sabor y olor; además de que transportan contaminantes como plaguicidas, materia orgánica, bacterias y metales pesados. Además de esto, la presencia de sedimentos en forma de sólidos en el agua de la fuente, puede afectar la capacidad

de los sistemas de purificación del agua, especialmente el sistema de desinfección, a pesar de su buen funcionamiento.

4. La realización de procesos extractivos en la zona de la microcuenca, como por ejemplo la minería.
5. La realización de procesos productivos agropecuarios extensivos en el área de la microcuenca.

Malas prácticas

Calidad del agua de la fuente

Es importante reconocer la necesidad de modificar nuestros hábitos de manejo de las aguas residuales, heces fecales y basura, además de modificar los procesos productivos y agropecuarios que se realizan en la microcuenca incorporando en ellos prácticas amigables con el medioambiente.



¿Cuáles son las prácticas básicas de conservación de la microcuenca?

La implementación de buenas prácticas de conservación de la microcuenca, aseguran contar con agua en cantidad suficiente y de buena calidad para satisfacer las necesidades de la población actual y futura; lo cual tiene una relación directa con la sostenibilidad del sistema de agua potable en el largo plazo.

Si no conservamos nuestra microcuenca, tendremos cada vez menos agua. Por lo tanto debemos planificar su utilización y conservación.

Los manantiales provienen de aguas subterráneas (acuíferos) que se localizan en zonas donde se infiltra y almacena el agua de lluvia en el subsuelo, denominadas zonas de recarga. Estas aguas subterráneas salen a la superficie en zonas más bajas donde se convierten en fuentes superficiales como ríos, quebradas y riachuelos, las cuales utilizamos para abastecer de agua el sistema de agua potable de nuestra comunidad.



Las zonas de recarga de estos acuíferos debemos cuidarlas manteniendo su cobertura vegetal e implementando buenas prácticas de uso del suelo por las comunidades localizadas en ellas, para lo cual realizaremos las siguientes acciones:

- a. Identificar y delimitar las áreas donde se produce agua del acuífero, denominadas zonas de recarga.
- b. Evaluar la cobertura vegetal (árboles, arbustos y pastos) de la zona de recarga donde se produce el agua, para considerarlas como áreas protegidas.
- c. Evitar la quema de pastos, el sobrepastoreo y corte de arbustos, ya que éstos son los que conservan el agua.
- c. Solicitar el apoyo técnico de la municipalidad u otras instituciones que trabajen en la zona.

Las prácticas que debemos realizar para conservar el agua en nuestra microcuenca, son las siguientes:

En la zona de recarga del acuífero:

- 1) Planificar y controlar el pastoreo, determinando áreas de rotación con base en las canchas;
- 2) Manejar y mejorar las pasturas naturales evitando el sobrepastoreo, controlando y sancionando la quema de pastos y arbustos.
- 3) Declarar zonas protegidas las áreas donde se produce el agua de los acuíferos.

- 4) En áreas con problemas debemos realizar el repoblamiento de la pradera natural y en la ladera realizar una reforestación.
- 5) Construir zanjas de infiltración en laderas donde técnicamente sea factible realizarlas.
- 6) Evitar construir letrinas en áreas cercanas a los manantiales, a unos 30 m de radio; asimismo evitar la presencia de animales.
- 7) Promover la agricultura orgánica para evitar el uso de agroquímicos, especialmente en las áreas cercanas a los manantiales.

Desde el manantial hacia abajo:

- 1) Realizar la medición periódica de las fuentes de agua para conocer su rendimiento, actividad que debe efectuarse cada 6 meses, una en época de lluvia y otra en época de sequía.
- 2) Utilizar de mejor manera el agua.
- 3) No dejar las válvulas y llaves abiertas.
- 4) Reparar las fugas en las tuberías y cañerías.
- 5) No utilizar el agua de consumo para regar pequeñas huertas.
- 6) Conocer las diferentes partes del sistema de agua para realizar una buena operación y efectuar su mantenimiento periódico.
- 7) Proteger los principales componentes del sistema de agua con obras adecuadas y oportunas.
- 8) Tratar las aguas residuales con pozos sépticos u otra estructura de tratamiento similar.

3.3 Presa

¿Qué es una presa?

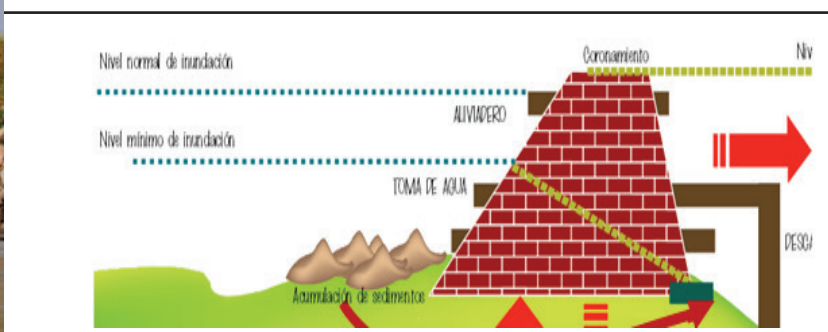
La presa es una barrera de concreto armado, piedra u otro material, que se construye para contener o regular el curso del agua de un cauce de agua superficial (río, arroyo o canal) para embalsar el agua en su cauce. Los embalses son construidos con dos finalidades principales:

a) Como reserva de agua para consumo humano, riego y otros usos, asegurando un caudal constante. También permite elevar el nivel de las aguas del río y situar la obra de captación a una altura del fondo que evite que ingresen en las tuberías los sólidos más gruesos (arenas y gravas).

b) Para la producción de energía eléctrica.

Las partes esenciales, además de la propia presa (muro de contención), son:

- Conexión para la captación del agua de la fuente (tubo inserto en la represa que recoge el agua para el abastecimiento).
- Tubería de descarga: se sitúa en la parte más baja del muro de contención de la presa, para vaciarla en su totalidad y darle mantenimiento así como para evacuar las arenas y gravas acumuladas en el fondo.
- Vertedero o aliviadero, que es por donde se evacuan las aguas cuando hay crecidas del río o quebrada y que tiene una función de seguridad importantísima ya que si el nivel del agua siguiese creciendo y rebasase la presa, ésta colapsaría y se produciría una avalancha de agua río abajo.



Mantenimiento de presas

Las actividades que se llevan a cabo en los embalses se realizan con el fin de mantener su vida útil y asegurar una eficiente operación de los sistemas de agua y energía. Dichas actividades son las siguientes:

a) Evitar las filtraciones de agua por debajo de la presa, ya que estas producen una fuerza vertical de empuje sobre el muro (hace que

flote) que pueden hacerlo volcar. Para aliviar esta situación puede hacerse un drenaje al pie del muro que evacúe esa agua (ver tubería de drenaje en la figura).

b) La acumulación de sedimentos en la parte trasera de la presa también es un problema que puede causar por una parte la reducción paulatina de su capacidad y por otra que la tubería de descarga se obstruya. Se deben tomar las siguientes medidas: limpiar el fondo

durante la época seca, sobre todo en presas de pequeña capacidad, y mantener una buena cubierta vegetal en el área de captación de agua.

- c) Revisar periódicamente que no existan grietas en el muro de contención de la presa. Las grietas más peligrosas son las transversales que tiendan a cruzar de lado a lado. Deben ser reparadas inmediatamente. Si el agua ha comenzado a fluir a través de dichas grietas el asunto es muy serio y habrá que pensar en vaciar la presa a través del descargador de fondo y hacer una reparación en profundidad ya que el muro puede colapsar rápidamente. Otras grietas que típicamente pueden aparecer son en el coronamiento (cresta) de la presa, éstas deben ser también selladas antes de que la lluvia las erosione y agrande, debilitando el muro.
- d) Se debe vigilar que conejos y otros animales no excaven túneles en las proximidades o en la misma presa.
- e) Se debe vigilar y prevenir la erosión en el muro aguas abajo que ocurrirá si hay un cambio brusco de pendiente justo después de la presa; esto socavará la base de la presa causando su rápida destrucción. Si se detecta erosión y si es posible hacerlo, es bueno nivelar el terreno aguas abajo del muro de contención.

3.4 Obra de captación

¿Qué es una obra de captación?

La obra de captación es la estructura necesaria para obtener o “captar” el agua de una fuente de abastecimiento de agua para luego tratarla o potabilizarla y distribuirla a la población.

Tipos de obras de captación

Las obras de captación varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y magnitud:

a) Obras de captación superficiales

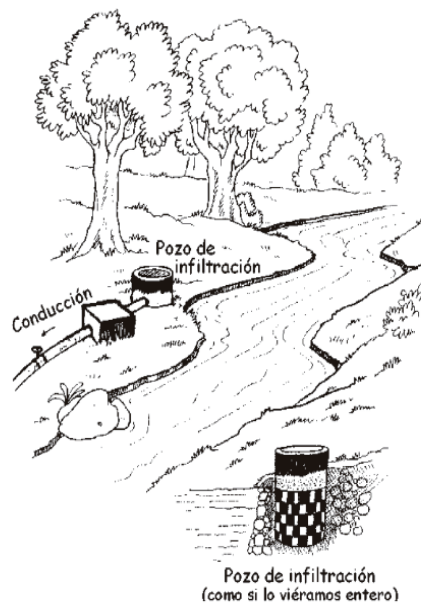
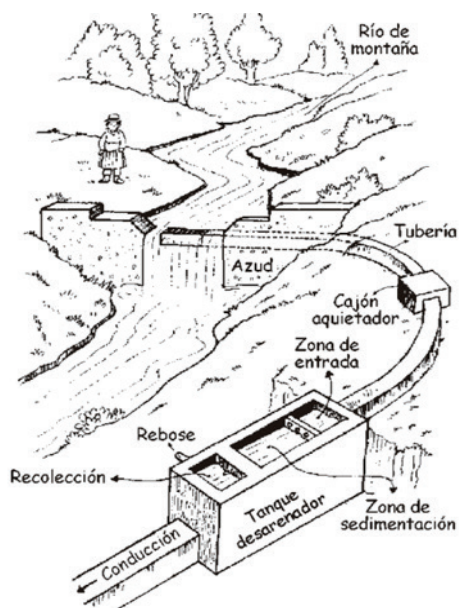
En el caso captación de aguas de fuentes superficiales, el tipo de obra de captación se selecciona de acuerdo con las características geológicas, hidrológicas y topográficas de la zona o cuenca.

En las fuentes superficiales el agua disponible para captarla hacia el sistema de agua potable, puede encontrarse almacenada a través de una presa o simplemente fluyendo en el curso de agua. Se pueden encontrar obras de captación en arroyos, ríos, presas de almacenamiento, presas derivadoras, lagos, etc., siendo uno de los elementos principales de la obra el dispositivo de toma o entrada del agua que puede ser un conducto, un orificio, etc.

Su diseño dependerá del tipo de fuente, de las características del fondo del cauce y de la magnitud de la obra; por ejemplo para fondos no estables generalmente se emplea una caja de concreto donde se coloca el tubo de toma, y para fondos estables se puede usar tubos perforados anclados en la roca o en pilote.

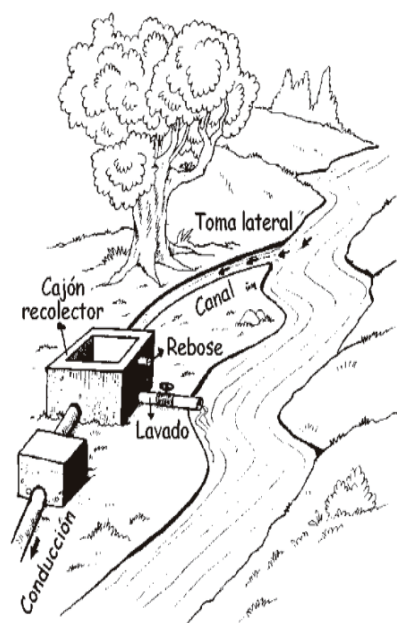
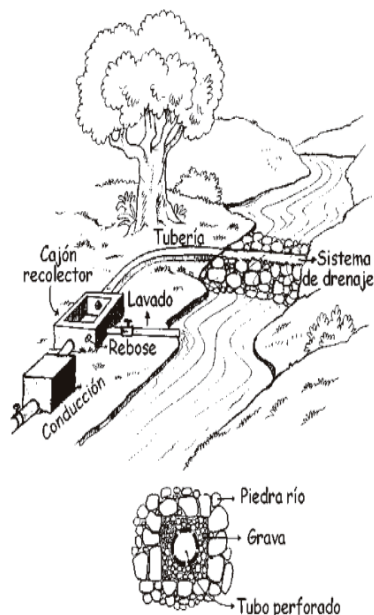
Azud: El agua ingresa por la rejilla y de allí es llevada a un tanque desarenador.

Pozos de infiltración: El agua se infiltra en los pozos perforados que están localizados a un costado del lecho, de allí sale directamente a la conducción.



Galería de infiltración: Son obras construidas en el lecho de una quebrada, estero o río. El agua se infiltra a través de material granular natural, es recogida mediante un sistema de drenaje y conducida a un tanque recolector.

Toma lateral: Se construye en la orilla de los ríos, cuando son caudalosos y tienen poca variación de nivel. Una parte de la corriente de agua superficial es encauzada hacia un costado. Pueden ser muros laterales con rejillas y compuertas que impiden el paso de sólidos flotantes y permiten regular la entrada del agua al canal o tubería. El agua es recogida por un tubo o canal revestido y es conducida hacia un tanque recolector.



b) Captaciones subterráneas

En aguas subterráneas la captación de agua puede realizarse desde un manantial, un pozo profundo o somero o una galería filtrante.

En el caso de captaciones desde un manantial, para evitar que el agua se contamine y que los afloramientos se obstruyan, se debe construir una obra de cámara o caja similar a la que se muestra en el siguiente esquema.



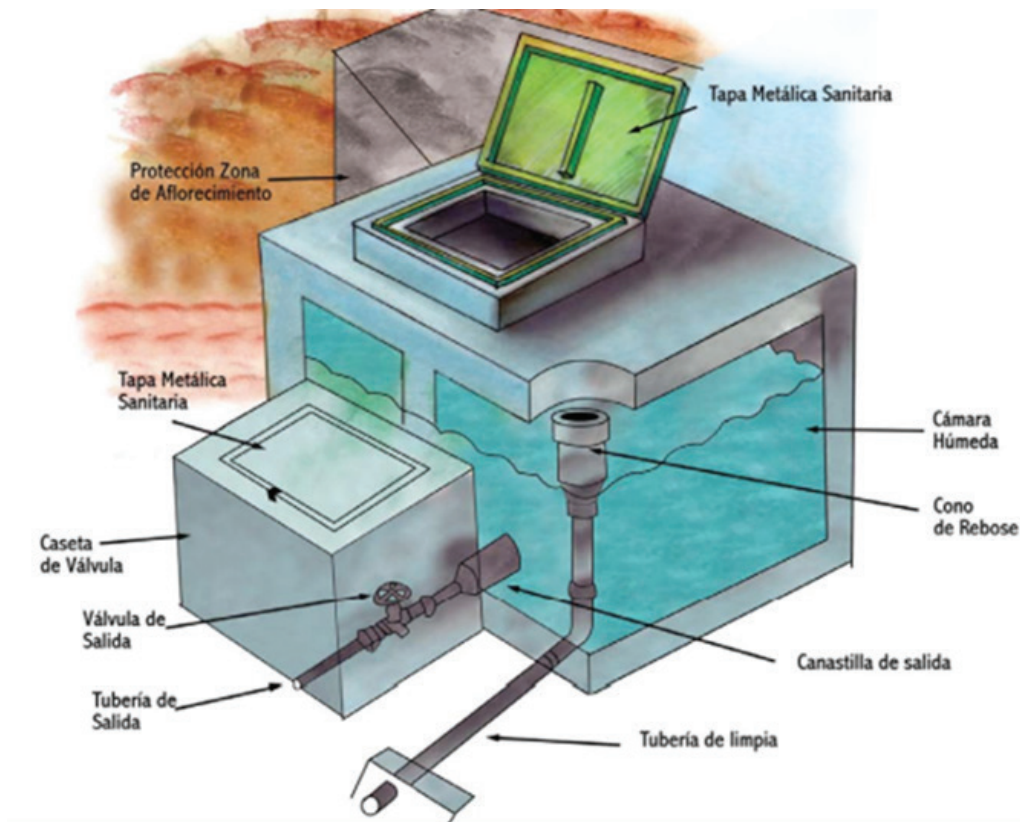
Operación de obras de captación

Actividades de operación de obras de captación de agua

No.	Actividad de operación
1	Realizar periódicamente una inspección ocular de la calidad del agua que ingresa a la obra.
2	Para realizar trabajos de mantenimiento en el sistema se debe cerrar la válvula de salida de la captación.
3	Para poner en marcha la obra de captación después de cada mantenimiento del sistema, abrir la válvula de salida cuando el agua ha llegado al nivel de rebose.
4	Las válvulas de control de la estructura se deben abrir o cerrar sin ofrecer resistencia.

Mantenimiento de obras de captación

Las actividades de mantenimiento descritas aplican a una obra de captación tipo caja o de cámara, similares a la que se muestra en el esquema siguiente, las cuales son las más usadas en los acueductos rurales de nuestro país.



Actividades de mantenimiento de obras de captación de agua tipo caja

No.	Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Subactividades de mantenimiento
1	Limpieza Externa	Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores retirando malezas, piedras y objetos extraños. 2. Profundizar y/o limpiar los canales de coronación y el de limpia. 3. Limpiar el dado móvil y el tapón perforado. 4. Reparar los alambres de púas del cerco perimetral y repintar los postes. 5. Limpiar las veredas perimetrales de la estructura. 6. Verificar el estado del sello de la cámara de protección. 7. En caso de fuga o grieta, resanar la parte dañada utilizando partes iguales de cemento y arena fina. 8. Lubricar y repintar los pernos, tapas metálicas y válvulas.
2	Limpieza interna de cámara húmeda	Semanal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir las tapas metálicas de la caja de válvula y de la cámara húmeda. 2. Cerrar la válvula de salida. 3. Retirar el dado móvil y quitar el cono de rebose para que salga el agua por la tubería de limpia y rebose. 4. Remover lo sólidos que se encuentran en el fondo y limpiar con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios. 5. Enjuagar las paredes y piso de la cámara húmeda. 6. Dejar correr el agua para que elimine la suciedad y finalmente colocar el dado móvil.
3	Limpieza interna de la caja de válvulas	Semanal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar la cámara seca retirando hierbas, piedras y todo material extraño. 2. Revisar la grava y si la válvula, accesorios y tuberías están de 3 a 5 centímetros por encima de ella. 3. Lubricar y pintar la válvula.

No.	Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Subactividades de mantenimiento
4	Desinfección de la caja húmeda (donde se almacena el agua)	Mensual	<p>Esta actividad se realiza para matar los microbios, algas y mucílago impregnados en las paredes, piso y accesorios de la cámara húmeda, ya que con la limpieza interna se eliminó solamente la suciedad.</p> <p>Los materiales necesarios para llevar a cabo esta actividad son: Guantes de hule, hipoclorito de calcio al 30% o al 70%, trapo, balde, escobilla, cuchara soper, mascarilla y lentes protectores.</p> <p>Las subactividades de esta actividad son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar la solución para una primera desinfección. <i>Instrucción: Echar 6 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio al 30% en un balde con 10 litros de agua o 3 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio al 70% en 10 litros de agua. Disolver bien removiendo cuidadosamente por espacio de 5 minutos.</i> 2. Con la solución y un trapo frotar los accesorios instalados en la cámara húmeda. 3. Frotar paredes internas y piso de la cámara húmeda. <i>Instrucción: La solución sobrante guardarla y utilizarla en otras estructuras con cámara húmeda: tanques rompedor, tanques de distribución, etc. Usar máximo hasta 4 veces.</i> 4. Preparar la solución para una segunda y última desinfección. <i>Instrucción: Echar 13 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio al 30% en un balde con 10 litros de agua o 7 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio al 70% en 10 litros de agua. Disolver bien removiendo cuidadosamente por espacio de 5 minutos.</i> 5. Colocar el tubo de rebose. 6. Esperar que la mitad de la cámara húmeda se llene de agua. 7. Echar la solución de hipoclorito de calcio y agua en la cámara húmeda. 8. Esperar que la cámara húmeda se llene de agua hasta el nivel de rebose. 9. Abrir la válvula de salida.

No.	Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Subactividades de mantenimiento
			10. Dejar correr el agua por la línea de conducción durante 30 minutos y transcurrido este tiempo, volver a cerrar la válvula de salida y quitar el tubo de rebose para que el agua corra y elimine los restos de cloro. 11. Colocar nuevamente el cono de rebose y cerrar la válvula de salida. 12. Esperar que se llene de agua la cámara húmeda. 13. Poner en marcha nuevamente la captación, abriendo la válvula de salida. 14. Cerrar las tapaderas de la cámara húmeda y de la caja de válvulas.

Registros de cantidad y calidad de agua

Durante se realizan las actividades de mantenimiento de la obra de captación de agua del sistema, se debe aprovechar para dejar registros históricos sobre la cantidad y calidad de agua producida por la fuente; utilizando los formularios

que se diseñan para ello. Para ello será necesario que el personal cuente con un laboratorio portátil para el análisis de las muestras de agua que se obtengan en la caja de captación.

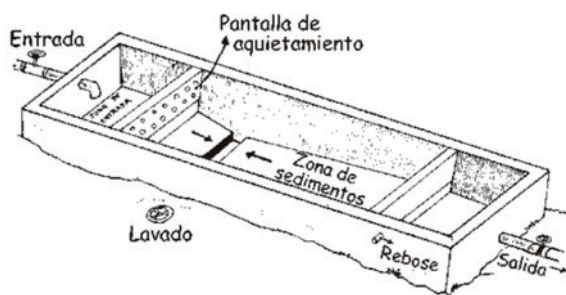
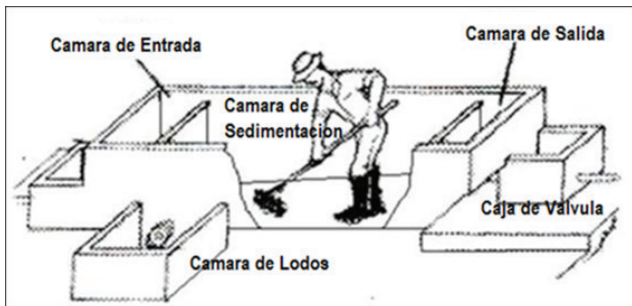
Actividades para registro histórico de cantidad y calidad del agua de la fuente

No.	Actividad	Frecuencia
1	Captar una muestra del agua que entra a la obra de captación para realizar un análisis físico – químico del agua y utilizar el equipo de laboratorio portátil que tiene el personal para realizar los análisis de laboratorio. Si no se cuenta con un laboratorio portátil, la muestra debe ser llevada a un laboratorio certificado para el análisis. (Consultar la metodología en literatura al respecto)	Cada seis meses
2	Captar una muestra del agua que entra a la obra de captación para realizar un análisis bacteriológico del agua y utilizar el equipo de laboratorio portátil que tiene el personal para realizar los análisis de laboratorio. Si no se cuenta con un laboratorio portátil, la muestra debe llevarse a un laboratorio certificado para el análisis. (Consultar la metodología en literatura al respecto).	Mensual
3	Aforar el caudal de agua que entra en la cámara húmeda de la obra de captación, en m ³ /seg o lts/seg. (Consultar la metodología en literatura al respecto).	Mensual

3.5 Desarenador o sedimentador ¿Qué es un desarenador o sedimentador?

Un desarenador o sedimentador es la primera unidad de tratamiento del agua con fines de su potabilización para consumo humano; mediante esta unidad se provee un tratamiento de tipo "físico". Es una estructura muy importante en los sistemas de agua potable superficiales, sobre todo cuando la corriente de agua arrastra mucho sedimento.

El desarenador o sedimentador puede ser un tanque rectangular; mucho más largo que ancho, dentro del cual el agua circula a muy poca velocidad.



Operación de desarenadores o sedimentadores

La operación de los desarenadores o sedimentadores básicamente es llevar una vigilancia de la eficiencia de éste para evacuar oportunamente los sedimentos acumulados en el fondo de la unidad. Esta vigilancia está relacionada

con el control del caudal que ingresa a la unidad y el control de la calidad de agua efluente.

Actividades de operación del desarenador o sedimentador

No.	Actividad	Subactividades
1	Medición y control del caudal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar el nivel del agua en el dispositivo de aforo de cada unidad. 2. Ajustar la válvula de entrada hasta alcanzar el caudal de operación.
2	Medición de turbiedad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medir la turbiedad del agua a la entrada de la unidad. 2. Medir la turbiedad del agua a la salida de la unidad.
3	Evacuación de lodos o sedimentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer la evacuación de sedimentos del fondo de la unidad, cuando la diferencia entre la turbiedad del agua efluente y el afluente sea baja.
4	Registro de información	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anotar en el libro de registro diario los valores de turbiedad en el ingreso y salida de la unidad. 2. Cambios en el caudal de la fuente durante el día. 3. Fecha de lavado de la unidad.

Mantenimiento de desarenadores o sedimentadores

El mantenimiento de los desarenadores o sedimentadores incluye actividades periódicas que consisten en el drenaje y evacuación de sedimentos acumulados en el fondo de la unidad. La evacuación de los sedimentos que se depositan

en el fondo de la unidad se realizará cada 6 u 8 semanas dependiendo de la calidad del agua cruda y del volumen del tanque. Si el agua es muy turbia la remoción de sedimentos se debe realizar con mayor frecuencia.

Actividades de mantenimiento de desarenadores o sedimentadores

No.	Frecuencia	Actividad de mantenimiento
1	Semanal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar la estructura para encontrar fugas, daños o deterioros de la unidad. 2. Verificar que las válvulas estén funcionando en forma adecuada. 3. Evaluar los lodos acumulados. La frecuencia puede variar dependiendo de la calidad del agua o según el criterio del operador. 4. Comprobar si hay evidencia de acceso a la unidad de personas extrañas, ganado o animales mayores. En caso de comprobarlo, verificar el estado de las cercas de aislamiento y reparar cualquier daño encontrado.
2	Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza de cámara de entrada: <ol style="list-style-type: none"> a. Cerrar la válvula de entrada al tanque para cortar el flujo de entrada de agua a este depósito. b. Desprender el material adherido en el fondo y en las paredes de la cámara utilizando escobilla con cerdas de material sintético. 2. Limpieza de cámara de sedimentación: <ol style="list-style-type: none"> a. Abrir la válvula de drenaje para la evacuación de lodos y dejar evacuar toda el agua y sedimentos; especialmente después de crecidas de caudal. b. Con palas, cubetas, baldes, tablas y carretilla, remover los sedimentos del tanque empujándolos hacia el drenaje y llevándolos fuera del lugar. Raspar el fondo del tanque y dejarlo completamente limpio. c. Si hubiera una bomba y manguera, rociar los sedimentos del fondo. d. Enjuagar completamente el tanque antes de restaurar su funcionamiento. 3. Limpieza de cámara de salida: <ol style="list-style-type: none"> a. Desprender el material adherido al fondo y paredes de la cámara. 4. Engrasado de los dispositivos de apertura de compuertas (mensualmente).
3	Anual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspección minuciosa de la unidad, resane de deterioros en la estructura, reparación o cambio de válvulas y compuertas. 1. Pintado de elementos metálicos con pintura anticorrosiva.
4	Cada dos años	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recubrimiento con mortero de las paredes exteriores de la estructura.

Una vez el limpio el desarenador o sedimentador, el tanque de almacenamiento debe volver a sus funciones en cuanto sea llenado. Este debe ser entre 4 a 6 horas dependiendo del volumen del tanque de almacenamiento

3.6 Línea de conducción

¿Qué es una línea de conducción?

La línea de conducción es el tramo de tubería que conduce el “agua cruda” desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento. El

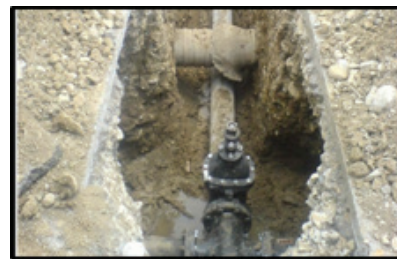
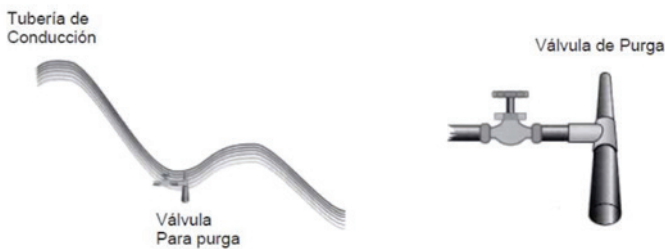
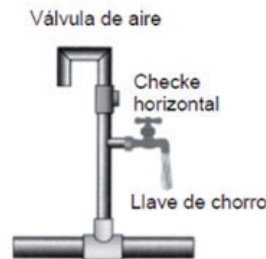
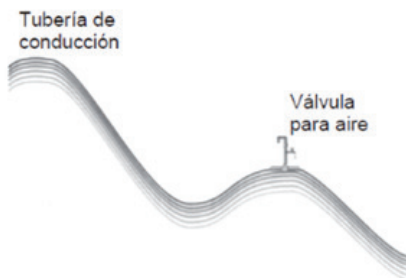
agua cruda es la que proviene directamente de la fuente en su estado natural; es decir, que no ha sido tratada, desinfectada o potabilizada.



¿Qué son las válvulas de aire y de purga (limpieza) en la línea de conducción?

En los puntos más altos de la línea de conducción se colocan válvulas de aire para sacar el aire acumulado en las tuberías, y en los puntos más bajos se colocan válvulas de purga o limpieza que se utilizan para eliminar el barro o arenilla que se

acumula en el fondo de la tubería. La acumulación de aire, barro y arenilla ocasionan que circule menor cantidad de agua para ser distribuida a la población.



Válvula de purga o limpieza

Operación de la línea de conducción

La operación de la línea de conducción significa llevar a cabo las siguientes actividades:

- 1) Para ponerla en funcionamiento se debe abrir la válvula de salida de la obra de captación para que el agua ingrese a la tubería de la línea de conducción. se debe abrir la válvula de purga y luego cerrarla.
- 2) Para eliminar sedimentos y residuos localizados en el punto más bajo de la línea de conducción 3) Para eliminar el aire acumulado en el punto más alto de la línea de conducción se debe abrir la válvula de aire y luego cerrarla.

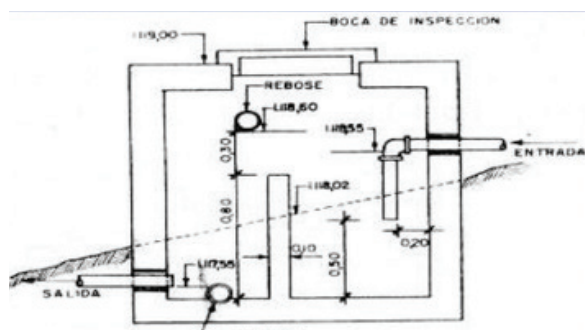
Mantenimiento de la línea de conducción
Actividades de mantenimiento de la línea de conducción

No.	Actividad	Frecuencia	Subactividades
1	Chequear que no exista atoro ni daños de la tubería de la línea de conducción.	Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recorrido sobre la línea para inspeccionar si hay fugas visibles y otros daños. Si hay fugas en la tubería reemplazar inmediatamente la parte dañada. 2. Resanar grietas o partes dañadas de las estructuras y cambiar válvulas y accesorios deteriorados.
2	Desinfección de las tuberías de la línea de conducción.	Mensual	Esta desinfección se realizó cuando se hizo la segunda desinfección de la obra de captación, al momento de abrir la válvula de salida de la captación y dejar transcurrir el agua por la línea de conducción durante 30 minutos.
3	Limpieza externa e interna de caja de válvulas de purga/limpieza y de aire.	Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1) Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores retirando malezas, piedras y otros materiales extraños. 2) Abrir la tapa metálica. 3) Engrasar pernos, tuercas de las tapas metálicas sanitarias y bisagras de las puertas del cerco perimetral. 4) En caso de grietas o rajaduras en las estructuras resanar con partes iguales de cemento y arena fina. 5) Mantener la parte superior de las estructuras por encima del nivel del suelo. 6) En el caso de las cajas para válvulas de purga o limpieza, profundizar y limpiar el canal de limpia, el dado móvil y el tapón perforado. 7) Retirar todo el material extraño que se encuentre al interior de la caja. 8) Revisar si la grava de la caja de la válvula se ubica entre 3 a 5 centímetros debajo del nivel de las tuberías, válvulas y accesorios. 9) Maniobrar en uno y otro sentido las válvulas. 10) Lubricar las válvulas. 11) Cerrar la válvula de purga y de aire. 12) Cerrar las tapaderas metálicas sanitarias.

3.7 Tanque rompe presión ¿Qué es un tanque rompe presión?

El material del que están fabricadas las tuberías muchas veces se rompe por el peso o la presión alta del agua. Un tanque rompe presión o rompe carga, es una estructura utilizada para bajar la presión del agua que a veces llega con mucha fuerza debido al fuerte desnivel entre dos puntos de la tubería; esta estructura evita las altas presiones en las tuberías ubicadas aguas abajo existiendo el riesgo de dañarse.

El tanque rompe presión tiene una tubería de entrada localizada en la parte superior y una tubería para la salida en la parte inferior. El agua, al caer en el tanque y pierde su presión. Por eso se le llama "tanque rompe presión".



Mantenimiento del tanque rompe presión

Actividades de mantenimiento del tanque rompe presión

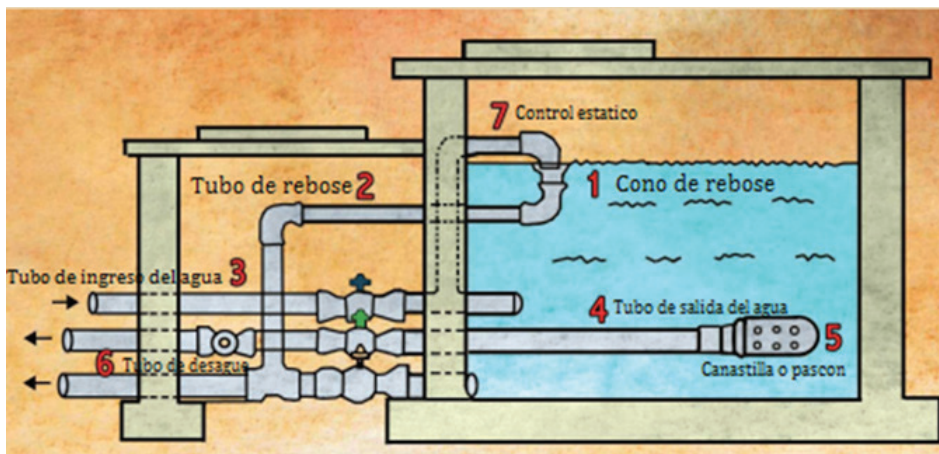
No.	Actividad	Frecuencia	Subactividades
1	Limpieza externa e interna de la cámara húmeda de tanques rompe-presión	Semestral	<ol style="list-style-type: none"> 1) Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores retirando maleza, piedras y otros materiales extraños. 2) Profundizar los canales de coronación y limpiar. 3) Limpiar el dado de móvil y el extremo del tubo de limpieza y rebosador. 4) Reparar el alambre de púas del cerco perimetral y repintar los postes. 5) Reparar el lecho de piedras del canal de limpieza y rebosador. 6) Limpiar y repintar las tapas metálicas. 7) Engrasar pernos, tuercas y bisagras de la tapa sanitaria y del portón del cerco perimetral. 8) Quitar el tubo de rebosador para evacuar las aguas de la cámara húmeda retirando previamente el dado móvil. 9) Limpiar con escobilla y badilejo las paredes, piso y accesorios de la cámara húmeda y la parte interna de la tapadera sanitaria. 10) Enjuagar con abundante agua y dejar salir el líquido por la tubería de limpieza.

No.	Actividad	Frecuencia	Subactividades
2	Desinfección del tanque rompe-presión	Semestral	<p>Información sobre la actividad: esta actividad se realiza para matar los microbios, algas y mucilagos impregnados en las paredes, piso y accesorios de la cámara húmeda del tanque rompe-carga, ya que con la limpieza interna se eliminó solamente la suciedad. Los materiales necesarios para llevar a cabo esta actividad son los siguientes: guantes de hule, hipoclorito de calcio al 3 a 33% o de 65 a 70%, trapo, balde, escobilla, cuchara soperas, mascarilla.</p> <p>Las subactividades de mantenimiento son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Preparar la solución desinfectante. <i>Instrucción: disolver 60 gramos o 6 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio de 30 a 33% en 10 litros de agua; ó 30 gramos o 3 cucharadas soperas de 65 a 70% en 10 litros de agua. Disolver bien removiendo cuidadosamente por espacio de 5 minutos.</i> 2) Colocar la solución preparada en un trapo y frotar las paredes, piso y accesorios de la cámara húmeda del tanque rompe-presión. 3) Colocar el tubo de rebose y guardar la solución sobrante para otras estructuras con cámara húmeda (máximo 4 usos).

3.8 Tanque de almacenamiento ¿Qué es el tanque de almacenamiento?

El tanque de almacenamiento es un depósito de concreto armado que sirve para almacenar el agua y distribuirla a la población para su consumo. Este depósito permite que la población cuente con un servicio eficiente en las horas de máximo consumo. Además, sirve para dar un tratamiento básico al agua mediante su desinfección .

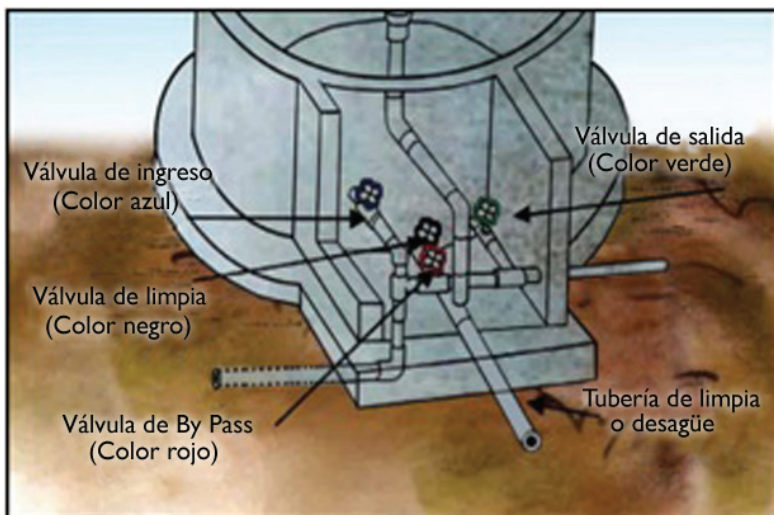




Operación del tanque de almacenamiento

La operación del tanque de almacenamiento consiste en llevar a cabo las siguientes actividades:

- 1) Para la operatividad del tanque abrir sus válvulas de entrada y de salida, y cerrar las válvulas del by-pass y de limpieza.



- 2) Cuando se realice el mantenimiento interno del tanque de almacenamiento se deben cerrar las válvulas de ingreso y de salida, y abrir las válvulas de by-pass y de limpieza.

Mantenimiento del tanque de almacenamiento

Actividades de mantenimiento del tanque de almacenamiento

No.	Actividad	Frecuencia	Subactividades
1	Limpieza externa del tanque	Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar externamente la estructura y sus alrededores eliminando hierbas, piedras y otros materiales extraños. 2. Profundizar y limpiar los canales de coronación y de limpieza. 3. Limpiar el dado móvil y el tapón perforado de la tubería de limpieza y rebose. 4. Reparar el alambre de púas y pintar los postes del cerco perimetral. 5. En caso de grietas y rajaduras resanar las partes dañadas con partes iguales de cemento y arena fina. 6. Abrir las tapaderas metálicas del tanque y de la caseta de válvulas. 7. Lubricar los pernos, tuercas, válvulas, bisagras y del portón del cerco perimetral.
2	Limpieza interna del tanque	Semestral	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantar la tapa metálica de la caseta de válvulas del tanque y retirar el dado móvil. Cerrar las válvulas de ingreso y salida, y abrir las válvulas de limpieza y by-pass. 2. Esperar a que el tanque se vacíe. 3. Ingresar dentro del tanque de almacenamiento con los equipos de protección personal y materiales necesarios; y limpiar con escobillas y escobas de plástico, espátulas y badilejos las paredes, piso, parte interna de las tapaderas metálicas y accesorios. 4. Salir del tanque y abrir la válvula de ingreso de agua lo suficiente como para enjuagar con abundante agua el tanque dejando salir el agua sucia por la tubería de limpieza. 5. Al terminar la actividad cerrar la válvula de ingreso o entrada del agua y colocar el dado móvil.

No.	Actividad	Frecuencia	Subactividades
3	Desinfección del tanque de almacenamiento	Semestral	<p>Instrucción: Precauciones: Para la desinfección del tanque se debe disponer como mínimo de dos operadores y un asistente, debiendo uno de ellos permanecer fuera del tanque por cualquier percance. El personal debe utilizar el equipo de protección, herramientas y material apropiado. No permanecer más de 15 minutos al interior del tanque para evitar intoxicaciones y asfixias por emanación del cloro.</p> <p>Subactividades de esta actividad:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparar la solución para una primera desinfección. <i>Instrucción: mezclar 40 gramos o 4 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio de 30% en un balde con 20 litros de agua o 20 gramos o 2 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio de 70% en 20 litros de agua. Disolver bien removiendo cuidadosamente por espacio de 5 minutos.</i> 2. Con esta solución y un trapo pasar las paredes, piso y accesorios dentro del tanque de almacenamiento. Si la solución no fuera suficiente preparar otra manteniendo la misma concentración. 3. Abrir la válvula de ingreso o entrada de agua el tiempo necesario como para poder enjuagar con abundante agua las paredes, accesorios y pisos, permitiendo que corra por la tubería de limpieza. 4. Preparar la solución para una segunda desinfección. <i>Instrucción: primero se debe calcular el volumen húmedo del tanque que corresponde a la capacidad de almacenamiento de agua en litros o metros cúbicos. En función del volumen del tanque, se debe calcular la cantidad de hipoclorito de calcio al 30% o 70% utilizando la tabla colocada a continuación de este cuadro.</i> 5. Diluir por partes el hipoclorito de calcio en un balde con agua (no importa la cantidad de agua). 6. Cerrar la válvula de limpieza y abrir al máximo la válvula de ingreso o entrada del agua al tanque 7. Cuando el nivel de agua se encuentre a la mitad, comenzar a arrojar poco a poco dentro del tanque la mezcla preparada de hipoclorito de calcio con agua. 8. Dejar que se llene el tanque hasta el cono de rebose a fin de obtener la concentración de desinfectante deseada. 9. Una vez lleno cerrar la válvula de ingreso o entrada de agua y abrir el by-pass para abastecer de agua directamente a la

No.	Actividad	Frecuencia	Subactividades
4	Limpieza y revisión de la caseta de válvulas del tanque	Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpiar internamente la caseta de válvulas retirando hierba y otros materiales extraños. 2. Verificar que las tuberías, accesorios y válvulas se encuentren entre 3 a 5 centímetros encima del lecho de grava. 3. Reparar el lecho de grava. Si existe tubería de drenaje limpiarla y mantenerla operativa. 4. Lubricar las válvulas y bisagras de las tapaderas metálicas de la caja de válvulas. 5. Pintar las válvulas según los colores establecidos para su uso: azul para ingreso del agua al tanque, verde para salida del agua del tanque a la línea de distribución, negro para tubería de limpieza y rojo para el by-pass.

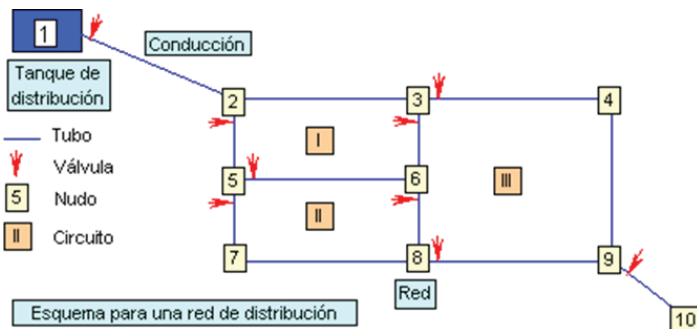
Dosis de Hipoclorito para la preparación de la solución de la segunda desinfección de tanque de almacenamiento

Volumen del Reservorio	Hipoclorito de Calcio al 30%	Hipoclorito de Calcio al 70%
Hasta 3000 litros ó 3 m ³	1.00 Kg.	0.50 Kg.
Hasta 5000 litros ó 5 m ³	1.50 Kg.	0.75 Kg.
Hasta 7000 litros ó 7 m ³	2.00 Kg.	1.00 Kg.
Hasta 10000 litros ó 10 m ³	3.00 Kg.	1.50 Kg.
Hasta 13000 litros ó 13 m ³	4.00 Kg.	2.00 Kg.
Hasta 15000 litros ó 15 m ³	4.50 Kg.	2.25 Kg.
Hasta 20000 litros ó 20 m ³	6.00 Kg.	3.00 Kg.

3.9 Red de distribución

¿Qué es la red de distribución?

La red de distribución es el tramo de tuberías que conduce el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las conexiones domiciliarias instaladas en cada vivienda que tiene acceso al sistema de agua potable.



Existen dos tipos básicos de red de distribución:

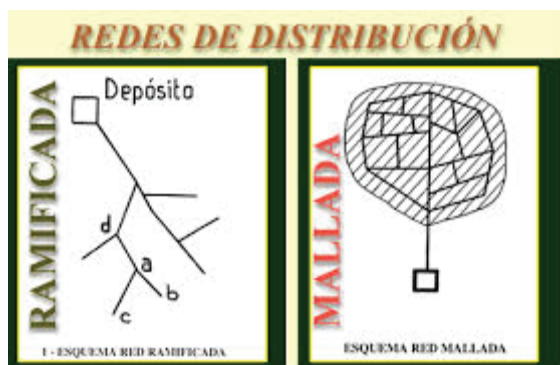
- a) **Ramificada:** es la red que está compuesta por una tubería principal y una serie de ramificaciones que terminan en puntos ciegos o pequeñas mallas. Se conoce también como configuración de espina de pescado. Este tipo de red se emplea por lo general en caminos o veredas, donde por razones topográficas no es económico ni técnico conectar los ramales. También se adapta a las poblaciones que se desarrollan a lo largo de una vía o de un río.
- b) **Mallada:** es la red que está conformada por tuberías donde el agua circula a través de circuitos cerrados, lo cual produce un servicio más eficiente en presión y caudal.

Los principales componentes de la red de distribución son los siguientes:

Válvula de control: se coloca en la red de distribución, sirve para regular el caudal del agua por sectores y para realizar la labor de mantenimiento y reparación.

a) **Válvula de paso:** sirve para controlar o regular la entrada del agua al domicilio y para el mantenimiento y reparación.

b) **Válvula de limpieza:** sirve para eliminar el barro o arenilla que se acumula en el tramo de la tubería. Además, también podemos encontrar un tanque rompe presión en la red de distribución cuando se presenta un gran desnivel entre el tanque de almacenamiento y las viviendas.



Operación y mantenimiento de la red de distribución

El operador del sistema de agua potable emplea una gran parte de su tiempo en reparar daños en las tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias de la red de distribución. En un sistema de agua potable, los daños más frecuentes se presentan por las siguientes causas:

- a) Asentamiento o desplazamiento del terreno donde están cimentados o enterrados los componentes del sistema.
- b) Desalojo a través de las raíces de árboles que finalmente parten la tubería.
- c) Fracturas por expansión o contracción de los suelos.
- d) Tráfico pesado; cuando las tuberías están instaladas en las vías, el impacto y el asentamiento producido por las ruedas de los vehículos hace que se partan las tuberías cuando no están cimentadas a una buena profundidad.
- e) Estallido de tuberías por exceso de presión; cambios bruscos y golpe de ariete.
- f) Mala calidad o falla de los materiales.
- g) Movimientos sísmicos y otros desastres naturales como exceso de lluvia, inundaciones o crecidas.
- h) Daños por vandalismo.

¿Qué es el golpe de ariete?

Es un aumento brusco de la presión del agua que se produce dentro de la tubería, cuando una válvula o llave instalada en una tubería de cierta longitud se cierra bruscamente. El agua circulante golpea de forma brusca la válvula o llave cerrada y rebota como una onda. Este rebote continua hasta que el agua golpea un punto de impacto que puede estar en una conexión o junta del sistema, provocando el sonido estrepitoso que a veces se escucha en las tuberías. Una medida fácil de prevención del golpe de ariete es cerrar siempre las válvulas y llaves muy lentamente.

¿Cómo se reparan los daños?

Se reparan según el tipo de daño y el material de la tubería y accesorios averiados. Cuando es necesario reemplazar un tramo de la tubería, por más pequeño que sea, deben seguirse los procedimientos descritos en los manuales de instalación y mantenimiento de los fabricantes de tuberías. Se considera que una reparación es similar a la instalación de un tubo de muy poca longitud.

A continuación se presentan algunas recomendaciones generales para la reparación de daños:

- a) Si es necesario suspender el servicio, se debe informar a los usuarios afectados.
- b) El operador deben tener siempre su caja de herramientas con todos los elementos necesarios, incluyendo algunos repuestos y accesorios menores de uso frecuente en la reparación de daños.
- c) Todo daño reportado debe ser reparado en el menor tiempo posible.
- d) Se deben aislar y señalizar los sitios de trabajo, especialmente cuando las reparaciones se hacen en la calle.
- e) Se debe dejar constancia escrita de la reparación en un formulario para ese fin.

Actividades de mantenimiento preventivo de la red de distribución

No.	Frecuencia	Actividad
1	Diaria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar si existen instalaciones clandestinas, ya sea por quejas o denuncias, o por evidencias o rastros de su existencia. 2. Recorrer sistemáticamente la red de distribución para detectar fugas visibles, roturas de tuberías y fugas en las válvulas. 3. Instruir a la comunidad para que informe oportunamente los daños o fugas a la Junta de agua.
2	Semanal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar e inspeccionar sistemáticamente todas las conexiones domiciliarias para detectar y corregir el derroche de agua en las llaves de chorro. 2. Verificar si el terreno está cediendo en la zona donde está instalada la tubería. En caso de presentarse esta situación es necesario excavar porque esto generalmente es una señal de que existe una posible fuga en la tubería. 3. Observar si las uniones están corridas. 4. Observar si hay humedad o encharcamiento sobre la zona de la tubería. 5. Determinar si hay desplazamiento de la tubería por una topografía quebrada del terreno. 6. Verificar que el nivel del tanque de almacenamiento no baje en las horas de la noche, cuando no existe consumo en las viviendas. Si esto sucede, verificar que no sea por causa de fugas en la red, por desperdicio a nivel domiciliario o uso de agua para fines distintos al uso doméstico.
4	Mensual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavar la tubería para eliminar sedimentos que se hayan formado o acumulado. Para realizar esta actividad se deben abrir las válvulas de purga en la noche y en las horas de bajo consumo. 2. Inspeccionar todas las válvulas de la red para efectuarles limpieza general lo mismo que a las cajas protectoras. 3. Abrir y cerrar las válvulas con unas pocas vueltas para evitar que se peguen. Se recomienda aplicar, si es necesario, unas gotas de aceite lubricante.

Programa de control de calidad del agua

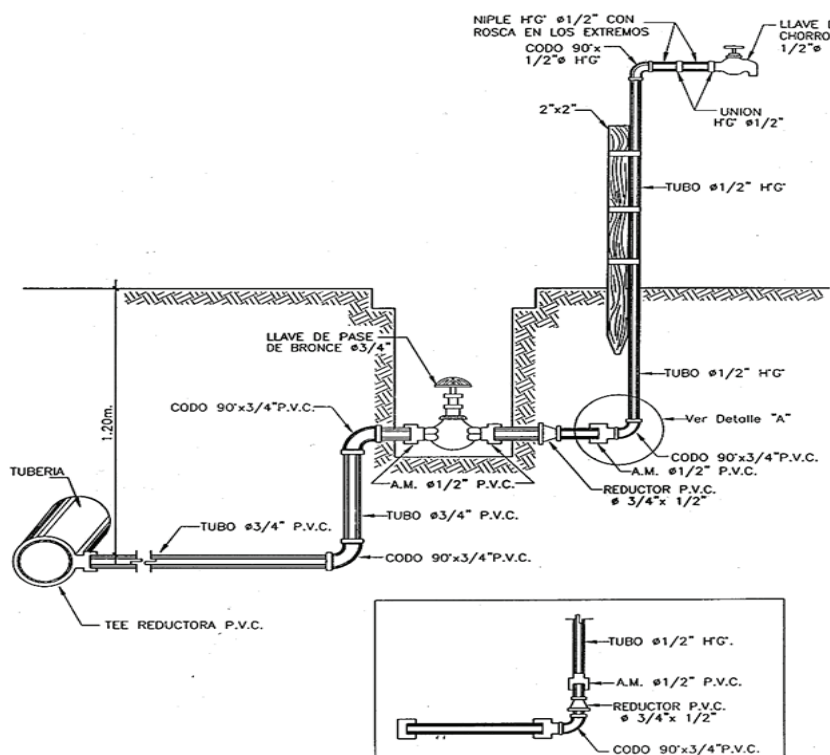
1. Diariamente realice una inspección sanitaria y el monitoreo de la calidad del agua en diferentes puntos de la red previamente seleccionados para un muestreo sistemático de resultados de calidad, y determine el valor de cloro residual utilizando para ello un comparador de cloro.
2. Mensualmente capte una muestra de agua para realizar un análisis bacteriológico del agua de la red.

3.10 Conexiones domiciliarias

¿Qué son las conexiones domiciliarias?

Las conexiones domiciliarias son tuberías y accesorios que se instalan desde la red de distribución hacia cada vivienda. De acuerdo con las normas técnicas, la tubería para viviendas residenciales es de 1/2" de diámetro. No se deben instalar diámetros mayores, a menos que exista

alguna justificación técnica para autorizar su instalación. No se permitirá instalar conexiones domiciliarias en líneas de impulsión y conducción, salvo en casos excepcionales con aprobación previa de la Junta de Agua.



Operación de las conexiones domiciliarias

Las válvulas son un elemento fundamental de las conexiones domiciliarias. Su operación requiere de los siguientes cuidados:

- Abra y cierre lentamente cuando se requiera, para evitar golpes de ariete.
- No permita que las válvulas se cierren forzosamente, evite que se peguen.
- Las válvulas deben tener una tarjeta de control con los siguientes datos: sitio y fecha de instalación, tipo, marca, diámetro, fechas de mantenimiento y estado.

Mantenimiento de las conexiones domiciliarias

Si se necesita cambiar una válvula por presencia de fugas, daños o porque al cerrarla deja pasar agua, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

- a) Ubique en el plano la válvula que debe ser retirada.
- b) Suspenda el servicio de agua en la zona donde está la válvula que va a ser retirada.
- c) Excave alrededor de la caja para sacarla y así facilitar la reparación o cambio.
- d) Retire de la válvula los accesorios que la ajustan, bien sea la unión de reparación, brida, niple etc.
- e) Saque la válvula para su reparación. Si debe cambiar algún accesorio en el sitio, hágalo rápidamente; de lo contrario lleve la válvula al taller de reparación y coloque en su lugar una válvula de repuesto.
- f) Aproveche para hacer una buena limpieza de la válvula y para aceitar sus componentes. Si durante esta labor encuentra algún otro componente dañado, cámbielo.
- g) Coloque nuevamente la válvula en su lugar utilizando para ello cinta teflón, sellante o pegador.
- h) En caso de que no exista válvula de repuesto para reemplazar la que se va a llevar al taller, instale en su lugar un accesorio (unión, niple, etc.) para continuar con el suministro de agua mientras la válvula es reparada. Instale el accesorio más adecuado, de acuerdo con los empates que tenga la válvula.

4. TRATAMIENTO DEL AGUA PARA SU POTABILIZACIÓN: DESINFECCIÓN

¿Qué características debe tener el agua para que sea potable?

Para evitar que el agua “cruda” que se capta de la fuente y que generalmente está contaminada dañe la salud de las personas que la consumirán, se han dictado normas de calidad que establecen las principales características físicas, químicas y bacteriológicas que debe tener el agua para ser potable.

De acuerdo a estas normas, el agua es potable cuando:

- a) No tiene color (es incolora).
 - b) No tiene olor (es inodora).
 - c) No tiene sabor (es insípida).
 - d) Está libre de contaminantes químicos y microbiológicos.
- Conforme a la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable, aprobada mediante Acuerdo No. 084 del 31 de julio de 1995, para acueductos con una población hasta de 5,000 habitantes, las Juntas Administradoras de Agua en su condición de operadoras de sistemas de agua potable deben realizar como mínimo los siguientes análisis bacteriológicos, organolépticos y físico-químicos del agua que suministran a los usuarios del servicio:
- a) Coliformes totales;
 - b) Coliformes fecales;
 - c) Olor;
 - d) Color;
 - e) Sabor;
 - f) Turbiedad;
 - g) Temperatura;
 - h) Concentración de iones de hidrógeno;

- i) Conductividad; y
- j) Cloro residual.

poblaciones beneficiarias no mayores de 5,000 habitantes, los análisis de laboratorio indicados deben realizarse con una frecuencia mínima de una vez al año, y los resultados deben apegarse a la siguiente norma de valor:

En el caso de las Juntas Administradoras de Agua nacionales que administran acueductos con

Valores admisibles en análisis del agua que se suministra a los usuarios del servicio de agua potable

Tipo de análisis	Condición	Parámetro analizado	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Bacteriológicos	Agua “no tratada” que entra en la red de distribución	Coliformes totales	0	3
		Coliformes fecales	0	0
	Agua “tratada” que entra en la red de distribución	Coliformes totales	0	0
		Coliformes fecales	0	0
	Agua que circula en la red de distribución	Coliformes totales	0	0
		Coliformes fecales	0	0
Organolépticos	Unidad de Medida:			
	Mg/L (Pt-Co)	Color	1	15
	UNT	Turbiedad	1	5
	Factor dilución	Olor	0	2° a 12° C 3° a 25° C
	Factor dilución	Sabor	0	2° a 12° C 3° a 25° C
Físico-químicos	°C	Temperatura	18° a 30°	-
	Valor PH	Concentración de iones de hidrógeno	6.5 a 8.5 (nota a)	-
	mg/l	Cloro residual	0.5 1.0 (nota b)	5 (nota c)
	us/cm	Conductividad	400	-

Nota a: Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustaciones en los acueductos.

Nota b: Cloro residual libre.

Nota c: Evidencias científicas han demostrado que este valor no afecta la salud (fuente: norma técnica calidad del agua en Hondeas)

¿Qué es agua tratada?

El agua tratada corresponde al agua superficial o subterránea cuya calidad ha sido modificada por medio de procesos de tratamiento que incluyen como mínimo la desinfección. Su calidad se debe ajustar a lo establecido en la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable.

En la mayoría de las comunidades rurales de nuestro país, se utiliza la “desinfección” para tratar el agua cruda que se extrae de la fuente de abastecimiento del sistema de agua potable.

¿Qué es la desinfección?

La desinfección es un proceso mínimo de tratamiento químico que se aplica al agua “cruda” para la destrucción o inactivación de agentes patógenos y otros microorganismos. Es importante y muy crítica en comunidades pequeñas y zonas rurales donde en la mayoría de los casos es la única forma de tratamiento asequible para el agua. El objetivo de la desinfección es asegurar que la población reciba agua saludable mediante la destrucción de los organismos patógenos y gérmenes dañinos a la salud humana que se puedan introducir en las tuberías y otros componentes del sistema de agua potable.

La desinfección se realiza con altas concentraciones de un desinfectante en algunas partes o todo el sistema de agua potable; siendo el cloro el desinfectante generalmente usado en los sistemas de agua potable.

¿Qué es desinfectante y cuáles son los más usados?

El desinfectante es un elemento químico que se utiliza para destruir o inactivar microorganismos en un tiempo determinado. Los más utilizados en

nuestro país son a base de cloro en las siguientes dos presentaciones:

- a) Hipoclorito de calcio: se comercializa en dos presentaciones:
 - a.1) En forma de gránulos blancos (granulado) en concentraciones variables de cloro activo según su presentación, siendo la de 30% una de las más comunes ; se le llama también HTH; y
 - a.2) En forma de tabletas en alta concentración, que se pueden comprar en el mercado o prepararse localmente comprimiendo mecánicamente polvo de hipoclorito de calcio.
- i) Hipoclorito de sodio: es un producto en forma de líquido amarillo-verdoso en concentraciones variables de cloro activo según su presentación, siendo la de 10% una de las más comunes. Es el componente principal de la lejía.

El hipoclorito debe ser almacenado en forma apropiada, conforme las siguientes indicaciones:

- a) En el caso del hipoclorito de calcio, estos compuestos absorben fácilmente la humedad del ambiente, convirtiéndose en una pasta muy corrosiva, por lo que se deberá mantener en ambientes frescos y secos, herméticamente cerrados, sin exposición al aire, fuera del alcance de niños y animales. Deben almacenarse en envases herméticos de cerámica, vidrio o caucho. No utilizar envases de cartón ni de hojalata.
- b) Mantener lejos de materiales o productos inflamables (kerosene, gasolina, aceites, etc.).
- c) Evitar fumar o prender fuego en ambientes donde se almacena. En altas temperaturas actúa como explosivo.

- d) Los envases deben llevar etiqueta visible, ya que en muchas oportunidades las personas abren el envase y acercan la nariz para saber de qué sustancia se trata, recibiendo una fuerte descarga de cloro gaseoso que produce quemaduras en las mucosas.
- e) Almacenar por un periodo no mayor a 60 días.
- f) Al manipularlo se debe evitar hacerlo con las manos descubiertas porque produce quemaduras.
- g) Al transportar los envases no se deben golpear ni exponerlos a los rayos del sol.
- h) En el caso del hipoclorito de sodio, los envases se deben aislar de la luz.

¿Qué tipo de dosificadores se utilizan para aplicar el desinfectante y cómo se operan y mantienen?

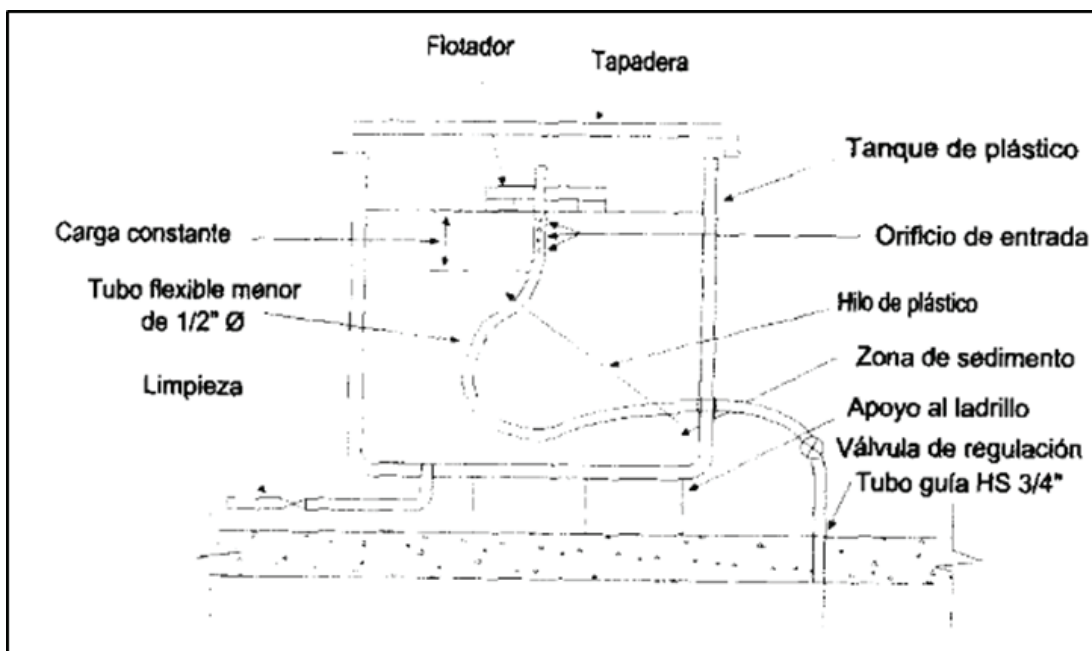
Para la aplicación del desinfectante, los principales dosificadores que se emplea principalmente en la zona rural para desinfectar el agua que se suministra a los usuarios son los siguientes:

- a) Sistema dosificador por goteo o flujo constante.
- b) Hipoclorador por difusión artesanal por goteo.
- c) Hipoclorador por difusión automático.
- d) Dosificador por erosión de tabletas.

La selección del tipo de dosificador dependerá del tipo de hipoclorito a utilizar para la desinfección del agua; según lo siguiente:

I. Sistema dosificador por goteo o flujo constante

Utiliza hipoclorito de sodio o de sodio para desinfectar el agua. La instalación corresponde a un tanque de plástico de polietileno de alta densidad o fibra de vidrio, apoyado sobre una base de ladrillo rañón y conectado a un tramo de la tubería PVC del sistema a través de un orificio. Estos materiales resisten la corrosión de una solución fuerte de hipoclorito.



Dosificador por goteo o flujo constante

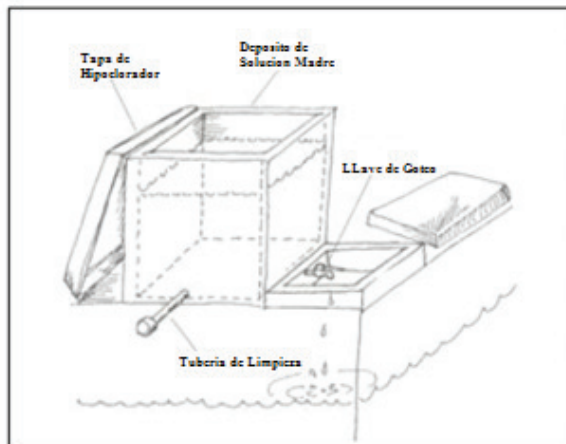
Operación:

La operación y mantenimiento de los dosificadores por goteo o flujo constante es relativamente fácil de operar, así como su mantenimiento y reparación. Sin embargo se requiere de vigilancia constante para cerciorarse de que el equipo se mantenga limpio, que la dosificación sea la adecuada, que la solución del tanque no se haya agotado o debilitado su concentración, que no haya cambio de caudal. La preparación de la solución de hipoclorito de calcio debe hacerse con mucho cuidado; la concentración de la solución debe ser entre 1% y 3% de cloro disponible para impedir la formación excesiva de depósitos y sedimentos

de calcio. Las soluciones de hipoclorito de sodio pueden ser hasta de 10%. Las concentraciones mayores no son aconsejables porque pierden potencia rápidamente y si son muy altas se pueden cristalizar.

2. Hipoclorador por difusión artesanal (goteo)

Utiliza hipoclorito de calcio o de sodio para desinfectar el agua. Los hipocloradores por difusión artesanal trabajan por goteo, son unidades relativamente sencillas y se instalan principalmente en los tanques de almacenamiento del sistema de agua potable.



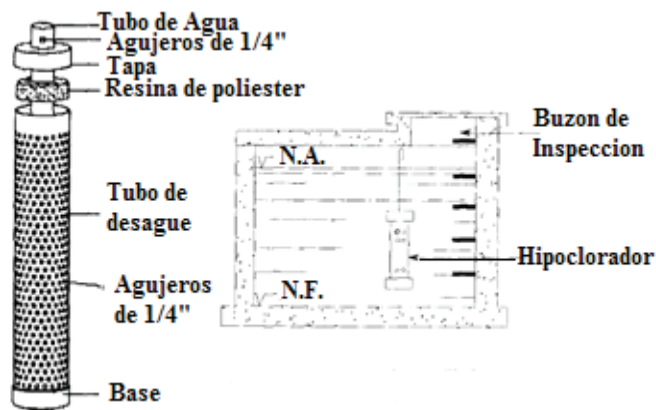
Hipoclorador por difución artesanal (goteo)

Operación:

Para realizar la desinfección del sistema de agua potable se debe proceder a clorar el agua para consumo humano. Utilizar para este fin un hipoclorador para un gasto de 1 lt/seg, que produce su propia solución y dosificación automática.

3. Hipoclorador por difusión automático

Utiliza hipoclorito de calcio o de sodio para desinfectar el agua. Los hipocloradores por difusión automática son unidades relativamente sencillas y se instalan principalmente en los tanques de almacenamiento del sistema de agua potable.



Hipoclorador por difusión automático

Operación:

La operación de los hipocloradores por difusión es sencilla: cambiar cada mes o cada vez que se compruebe que no hay cloro residual en el agua. La altura efectiva del hipoclorador y la distancia de los agujeros, se determina a partir de la dosis a aplicar; el cloro residual deseado, el caudal y el número de días de operación del hipoclorador.

dosificación ha ido ganando un lugar importante en sistemas de abastecimiento de agua pequeños y familiares. Los equipos son fáciles de manipular y mantener, además de ser baratos y duraderos.

Disuelven gradualmente las tabletas de hipoclorito mientras fluye una corriente de agua alrededor de ellas a una velocidad determinada. A medida que las tabletas se van diluyendo se reemplazan por otras nuevas que caen por gravedad en la cámara que comúnmente está instalada en el tanque de almacenamiento.

4. Dosificador por erosión de tabletas

Utiliza hipoclorito de calcio en presentación de tabletas de alta concentración. Este tipo de

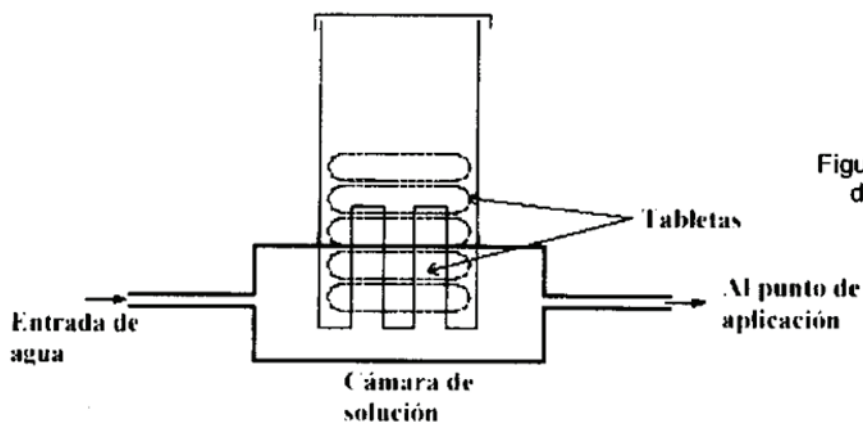


Figura N° 03: Se muestra el dosificador de erosión

Dosificador por erosión de tabletas

Operación:

Los dosificadores por erosión de tabletas son sencillos de operar. El equipo se calibra de manera sencilla pero no muy precisa por medio de un ajuste de la profundidad de inmersión de la columna de tabletas, o de la velocidad o caudal que se hace pasar por la cámara de disolución. Una vez calibrado el equipo y si no hay grandes variaciones en el flujo, normalmente requieren de poca atención, excepto para cerciorarse de que el depósito está lleno de tabletas para asegurar la dosificación continua. El mecanismo de dosificación de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el rellenado de tabletas dependerán de la instalación física, la dosificación de cloro y el volumen de agua tratada.

En cuanto a la seguridad en general, las tabletas de hipoclorito son más fáciles y seguras de manejar y almacenar que otros compuestos de cloro; sin embargo es necesario observar precauciones de seguridad mínimas.

¿Cuál es la dosificación correcta del hipoclorito y cómo se aplica?

La cantidad o dosis hipoclorito que se debe aplicar, depende de la cantidad y de la calidad del agua. Por su gran efectividad como desinfectante, una pequeña dosis de cloro (apenas un miligramo) puede desinfectar un litro de agua. A manera de comparación, un miligramo es como un cristal de azúcar

A continuación se describe el procedimiento para la aplicación de cloro (hipoclorito) utilizando hipocloradores, que son los más comunes en nuestro medio rural:

I. Dosificación con hipocloradores por difusión artesanal

En el hipoclorador se prepara una solución de cloro con agua y con la llave de salida al taque se controla el goteo de esta solución dentro del tanque de almacenamiento. Las actividades que deben realizarse son las siguientes:

- 1) Medir el caudal o cantidad de agua que entra en el tanque de almacenamiento (aforo en lts/seg), contando los segundos que demora en llenarse un balde de volumen conocido.
- 2) Se calcula la preparación madre y el goteo que se necesita utilizando para ello la siguiente tabla:

**Cálculo de goteo y preparación de la solución madre
HTH al 65%**

Cuadro 2.1. Cálculo del goteo y preparación de la solución madre.

Caudal litros/seg	Peso de cloro (gramos)	Volumen solución madre (litros)	Gotas por minuto
0,30	115	15	12
0,40	140	18	15
0,50	170	22	18
0,60	208	27	22
0,70	240	31	26
0,80	277	36	30
0,90	308	40	33
1,00	346	45	37
1,20	408	53	44
1,50	524	68	56
1,80	624	81	67
2,00	693	90	74
2,25	770	100	83
2,50	862	112	92

Se echa en un balde la cantidad de cloro obtenida a partir del cuadro 2.1 y se añade un poco de agua para disolver el cloro. Luego, se vierte esta mezcla en el clorador y se llena con agua hasta completar los litros de solución madre que se recomienda en la tabla.

- 3) Se echa en un balde la cantidad de cloro (en gramos) obtenida a partir del cuadro anterior y se añade un poco de agua para disolver el cloro. Luego, se vierte esta mezcla en el hipoclorador y se llena con agua hasta completar los litros de solución madre que se recomienda en la tabla. Por ejemplo: si el

caudal de entrada al tanque fue aforado en 0.80 lts/seg, se deben colocar 277 gramos de HTH (hipoclorito) en el balde que mezclados en un poco de agua se vertieran en el tanque del hipoclorador; agregándose agua al tanque del hipoclorador hasta tener un volumen de agua de 36 litros (solución madre).

En caso de que el caudal de agua que entra al tanque de almacenamiento no resulta en una cantidad igual a las que aparecen en la tabla anterior; se usará la más cercana al resultado del aforo. Así por ejemplo, si el caudal aforado es de 0.83 lts/seg, usaremos el caudal más aproximado en la tabla que es de 0.80 lts/seg. Si el caudal aforado es de 0.85 lts/seg, usaremos el caudal más aproximado en la tabla que es de 0.90 lts/seg

- 4) Se regula la llave que va hacia el tanque de almacenamiento para que caigan aproximadamente las gotas por minuto que indica la tabla anterior. Se cuentan las gotas que caen en un minuto; se considera correcto si el hipoclorador proporciona hasta cinco gotas más o menos de lo que indica la tabla. En tal caso, la solución madre durará aproximadamente siete días. En el caso de nuestro ejemplo deben asegurarnos de que la llave spita este regulada de tal forma que caigan 30 gotas por minutos al tanque de almacenamiento, cantidad que puede variar entre +/- 5%.
- 5) La tabla anterior considera HTH al 65%. Si el hipoclorito de calcio utilizado tiene otro porcentaje, se hará la siguiente operación para calcular el peso de HTH necesario:

$$\text{Peso} = \text{Peso de la tabla} \times \frac{65}{\% \text{ de HTH}}$$

Por ejemplo, si el caudal de agua que entra al tanque de almacenamiento es de 0.80 lts/seg y en la región solo se comercializa HTH (cloro) al 70%; para saber el peso del HTH al 70% que se utilizará, se hará la siguiente operación:

$$\text{Peso} = 277 \times 65/70 = 257 \text{ gramos}$$

- 6) Se debe regular el goteo cuando se hace funcionar el hipoclorador con la dosificación calculada; ello porque los datos anteriores consideran un tipo de agua normal. Para regular el goteo se debe medir el cloro residual en las pilas más alejadas de la red de distribución, donde se verifica si el goteo calculado y aplicado está correcto. Para medir el cloro residual se debe esperar de 3 a 4 horas después de iniciada la aplicación del cloro. Si no se encuentra el cloro residual correcto (0.2 a 1.0 ppm), se regulará la llave del hipoclorador para aumentar el goteo. Nunca se debe incrementar la dosis a más de tres veces la calculada en la tabla.

2. Dosificación con hipocloradores por difusión automático

El procedimiento para aplicar el hipoclorito de calcio en un hipoclorador por difusión automático es el siguiente:

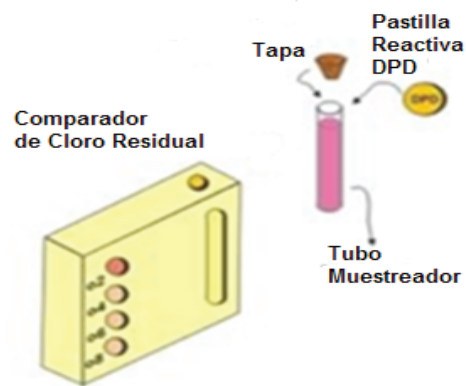
- a) Sacar el hipoclorador (tubo perforado) del tanque de hipocloración colocado sobre el tanque de almacenamiento.
- b) Colocar en posición vertical el hipoclorador. Remover la tapa de ingreso y llenar el espacio con aproximadamente 2 kg de hipoclorito sólido. Apisonar con una varilla hasta el borde superior y volver a tapar.

- c) Colocar un hipoclorador por cda litro/segundo que ingrese a la unidad a ser desinfectada.
- d) Colgar el hipoclorador con una cuerda o sogá y sumergirlo totalmente en la instalación de agua potable.
- e) Si se tiene un valor menor de 0.2 mg/lit al medir el cloro residual del agua por medio de un comparador de cloro, se renovará el cloro del hipoclorador. Si no se cuenta con un comparador de cloro, se renovará el cloro cada 20 días.



¿Cuál es la importancia y forma de medición del cloro residual en el sistema?

La medición regular de la cantidad de cloro residual permite controlar el funcionamiento del equipo de dosificación y la ausencia de contaminación en la red de distribución; por ella esta medición es imprescindible. Para ello es necesario contar con “comparador de cloro residual”, conformado por un tubo muestreador con tapa, pastillas reactivas DPD y una escala de valores para medir el color residual según el color del agua después de aplicar el reactivo.



El procedimiento para la determinación del cloro residual es el siguiente:

- 1) Enjuagar tres veces el tubo del comparador.
- 2) Llenar el tubo con agua de la muestra, hasta la celda marcada con Cl₂, que corresponde al cloro residual.
- 3) Agregar al tubo con la muestra de agua una pastilla de DPD y se observa el color formado; agitar, tapar y ajustar.
- 4) Luego de 60 segundos (mientras la pastilla DPD se disuelve), se debe comparar el color del agua en el tubo de la muestra, con la escala de colores valores contenida en el kit del equipo para obtener el valor del cloro de la muestra. El valor que corresponde al color igual al de la muestra es el del cloro residual. Registre el resultado en mg/L en el formato de control que se lleve.

Recomendaciones:

- a) No agite la muestra antes de agregar el reactivo, ya que se libera el cloro presente en el agua.
- b) Evite que la muestra sea expuesta a demasiada luz.
- c) No guarde la muestra para más tarde; el análisis se debe realizar de inmediato.

d) Mantenga limpio el comparador:

La selección de los puntos de medición del cloro residual debe asegurar que el control de calidad de agua se aplica en cada etapa de producción y distribución del agua potable; siendo los siguientes:

a) El tanque de almacenamiento: la lectura en este punto nos hace conocer la concentración de cloro al inicio del tratamiento por desinfección

del agua cruda, para poder referir a este valor las lecturas de los puntos de medición, con lo cual se podrá identificar la presencia de contaminación.

b) Puntos externos de la red de distribución: la lectura en estos puntos nos indica si existe cloro en la red, la cual se compara con la lectura en el tanque de almacenamiento para detectar contaminación o mal estado de la red de distribución.

5. PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO Y CALIDAD

5.1 Programa de mantenimiento preventivo

Para asegurar que las obras del sistema de agua potable funcionen apropiadamente durante la vida útil para las que fueron diseñadas (entre 20-25 años) y que las inversiones hechas no corran el riesgo de deteriorarse por falta de un buen mantenimiento, la Junta Administradora de Agua debe implementar un “Plan de Mantenimiento Preventivo”, en el que se programen anualmente las actividades de mantenimiento indicadas en este manual para cada componente del sistema.

El programa de mantenimiento debe contener las actividades de mantenimiento para cada componente del sistema, las fechas en que deben llevarse a cabo, los responsables y los recursos, equipo, herramientas y materiales que se necesitan para llevarlas a cabo.

El programa del siguiente año debe ser elaborado el último trimestre del año anterior, y ser aprobado por la Junta Directiva de la Junta de Agua con la finalidad de que se reserven los recursos necesarios para su implementación.

El programa de mantenimiento será implementado por el Comité de Operación y Mantenimiento de la Junta Administradora de Agua.

5.2 Programa de vigilancia y control de calidad del agua

Según la norma técnica nacional, un programa de control de calidad del agua es una actividad sistemática y continua de supervisión de las diferentes fases de la producción y distribución de agua, según programas específicos, que deben ejecutar los organismos operadores del servicio. El sistema de producción está constituido principalmente por la captación y el tanque de almacenamiento, mientras que el sistema de distribución lo constituye la red de distribución en distintos puntos de muestreo seleccionados de forma estratégica.

En términos generales, un programa de control de calidad del agua es un instrumento de evaluación y verificación que tiene como finalidad lograr que el agua producida cumpla con las disposiciones normativas de calidad para consumo humano y que esa calidad sea mantenida en la red de distribución hasta que se entrega al usuario. Debe incluir principalmente, pero no exclusivamente, las actividades siguientes:

a) Control del cloro residual en el sistema de producción y distribución del agua.

- b) Control de la calidad bacteriológica del agua a la salida del sistema de producción y en el sistema de distribución.
- c) Control de la calidad física y química del agua en el sistema de producción y en el sistema de distribución.
- d) Inspecciones sanitarias en el sistema de producción y en el sistema de distribución.
- e) Actividades de limpieza del tanque de almacenamiento y purga de la red de distribución.
- f) Control de la calidad de los productos químicos usados en la desinfección del agua.

Con relación a la primera actividad listada “control del cloro residual en el sistema de producción y distribución del agua”, los puntos de muestreo del programa serán estratégicamente seleccionados con aprobación de la Secretaría de Salud, que es la institución del Gobierno Central con competencias para ello. Todos los puntos de muestreo del abastecimiento estarán identificados inequívocamente, debiendo fijarse al menos los siguientes puntos de muestreo:

- a) Uno (1) en la obra de captación;
- b) Uno (1) en el tanque de almacenamiento; y
- c) Uno (1) en la red de distribución.

La Secretaría de Salud podrá requerir en cualquier momento el cambio de la localización de los puntos de muestreo determinados por la Junta de Agua, o aumentar su número si no responden a la representatividad necesaria o ante situaciones de riesgo.

Cada Junta Administradora de Agua Potable debe implementar un “Programa de Vigilancia y Control

de la Calidad del agua de Consumo que entrega a la comunidad”, el cual debe indicar la frecuencia de realización de los análisis de las características bacteriológicas, organolépticas y físico-químicas del agua, la localización de los puntos de muestreo para el control del cloro residual, frecuencia y forma de realización de las actividades de limpieza del tanque de almacenamiento, frecuencia y forma de realización de las actividades de purga de la red de distribución, el tipo/calidad/dosificación de los productos químicos que se usan para la desinfección y finalmente, los formularios que se utilizarán para registrar los resultados obtenidos durante su implementación.

El Programa de vigilancia y control de calidad será implementado por el Comité de Operación y Mantenimiento de la Junta.

5.3 Programa de manejo, protección y conservación de la fuente de agua

Manejar, proteger y conservar las fuentes de agua como, quebradas, riachuelos y ríos, para que puedan tener agua disponible en cantidad y de buena calidad, contribuye a tener mejores oportunidades de mejora económica y social de las comunidades rurales.

El manejo, la protección y conservación de las fuentes de agua se refiere a un conjunto de prácticas que las comunidades aplican para mejorar las condiciones de uso y aprovechamiento del agua y para reducir o eliminar las posibilidades de contaminación. Las acciones más importantes para la protección y conservación de las fuentes de agua y de las zonas aledañas son:

- a) Mejores prácticas en la microcuenca, ya que es el área de captación de la fuente de agua, con el objetivo de aumentar la filtración del agua en el suelo y recargar las fuentes subterráneas.

- b) Mejores prácticas en el afloramiento o nacimiento de la fuente de agua, con el objetivo de mejorar la captación y almacenamiento de agua y eliminar la contaminación local.

Por lo anterior, la Junta Administradora de Agua Potable debe contar con un programa de manejo, protección y conservación de la fuente de agua, que describa las actividades que se deben realizar, las fechas en que deben llevarse a cabo, los responsables y los recursos, equipo, herramientas y materiales que se necesitan para llevarlas a cabo.

El programa del siguiente año debe ser elaborado el último trimestre del año anterior, y ser aprobado por la Junta Directiva de la Junta de Agua con la finalidad de que se reserven los recursos necesarios para su implementación.

El programa de mantenimiento será implementado por el Comité de Microcuencas.

6. FORMATOS

Ficha de registro de la línea de conducción.

FORMATO No

LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Nombre del sistema:				
Tuberías (diámetro en mm)	Tipo de material y longitud en metros			Total
	PVC	HG	OTRO	
Cámara rompe carga	Tipo de material			Total
Válvulas (diámetro en mm)	Tipo de material y cantidad			Total
	Bronce	Hierro fundido	Otro	
Observaciones				
Elaborado por:			Fecha	

Ficha de registro del tanque (s) de almacenamiento

FORMATO No.	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				
Capacidad del Tanque m ³	Tipo de material y cantidad				Total
	Concreto reforzado	Acero	Elevado	S/Terreno natural	
Accesorios	Tipo de material y cantidad				Total
	Diámetro mm	Bronce	Diámetro mm	Hierro fundido	
Válvula de control en la entrada					
Válvula de control en la salida					
Válvula de limpieza					
Tapa de registro	Concreto		Metálica		Total
Tuberías de rebose y respiradero	Tipo de material y cantidad				Total
	Bronce		Hierro fundido		
Rebose Ø (mm)					
Respiradero Ø (mm)					
Observaciones					
Elaborado por:				Fecha:	

Ficha de registro de la red de distribución

FORMATO No.	RED DE DISTRIBUCIÓN				
Tuberías (diámetro en mm)	Tipo de material y longitud (metros)				Total
	PVC	HG	Otro		
Válvulas (diámetro en mm)	Tipo de material y cantidad				Total
	Diámetro mm	Bronce	Diámetro mm	Hierro fundido	
Observaciones					
Elaborado por:				Fecha:	

Formato de reporte de reparación de daños en el sistema de agua potable

FORMATO DE REPORTE DE REPARACIÓN DE DAÑOS EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
Fecha	
Localización de daños	
Características del año	
Causa del año	
Tipo de trabajo realizado	
Materiales empleados	
Observaciones	
Tiempo empleado	
Responsable	

Formato de reporte de mantenimiento de componentes en el sistema de agua potable

FORMATO DE REPORTE DE MANTENIMIENTO DE COMPONENTES EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE	
Fecha	
Actividades de mantenimiento en la captación	
Actividades de mantenimiento en línea de conducción y cámaras rompecarga	
Actividades de mantenimiento en los sistemas de tratamiento	
Actividades de mantenimiento en los sistemas de almacenamiento	
Actividades de mantenimiento de las válvulas	
Actividades de mantenimiento en la red de distribución	
Actividades de mantenimiento en las conexiones domiciliarias	

7. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

AP	Agua Potable
AP&S	Agua Potable y Saneamiento
AS	Alcantarillado Sanitario
COMAS	Comisión Municipal de Agua y Saneamiento
CONASA	Comisión Nacional de Agua Potable y Saneamiento
CUSP	Catastro de Usuarios de los Servicios Públicos
ERSAPS	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento
JAA	Junta Administradora de Agua
JAAU	Junta Administradora de Agua Urbana
ISA	Índice del Servicio de Agua
PIM	Plan de Inversión Municipal
POA	Plan Operativo Anual
RS	Residuos Sólidos
SANAA	Servicios Autónoma Nacional de Agua y Alcantarillado
SC	Sociedad Civil
TM	Técnico Mancomunidad
USAID NEXOS	Programa de Gobernabilidad Local Transparente y Entrega Mejorada de los Servicios
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (por sus siglas en inglés)
USCL	Unidad de Seguimiento y Control Local

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Operación y mantenimiento de sistemas en zonas rurales/GTZ
2. Operación y mantenimiento para sistemas de agua por gravedad/Proyecto de Agua y Saneamiento Sostenible PASOS III
3. Manual de operación y mantenimiento De sistemas de suministro de agua en el medio rural /Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA
4. Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable/ “Fortalecimiento de capacidades de Organizaciones Comunitarias Prestadoras de Servicios de Agua y Saneamiento (OCSAS) en América Latina”
5. Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable, Módulo5/Fundación AVINA-CARE
6. Manual No.12 de Capacitación a JASS, Zona Alto Andina, Aprendiendo a Conservar el Agua y Proteger Nuestra Microcuenca’/Ministerio de Salud del Perú
7. Módulo Educativo Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua/Cruz Roja Guatemalteca
8. Guía para la Desinfección del Agua para Consumo en Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua por Gravedad y Bombeo/Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Caribe; y Organización Panamericana de la Salud.