



Operación y Mantenimiento de Sistemas de Distribución de Agua

Créditos:

Coordinación: Marie Claude Arteaga

Desarrollo de contenidos: Equipo AGUATUYA

Ilustración tapa: Alejandro Heredia Coronel

Ilustraciones: Jorge Montero

Diagramación: Marie Claude Arteaga

Cochabamba, Bolivia 2012

La presente publicación es posible gracias al apoyo de la Embajada de Suecia, el contenido o las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de la Fundación AGUATUYA.

Contenido:

1. Introducción a la operación y mantenimiento de sistemas de distribución de agua	5
1.1. La gestión del servicio de agua	5
1.2. El Plan de Mantenimiento.....	7
2. Operación y mantenimiento de los principales componentes	10
2.1. Captación y fuente de agua	12
2.2. Tratamiento del agua.....	19
2.3. Almacenamiento	22
2.4. Estación de bombeo.....	25
2.5. Conducción y distribución.....	29
2.6. Conexiones domiciliarias.....	39
3. Problemas frecuentes en el sistema	43
4. Herramientas.....	47
5. Actividades de instalación y mantenimiento correctivo	49
5.1. Reparación de válvulas	49
5.2. Especificaciones técnicas para la instalación de tuberías	50
5.3. Reparación de tuberías	51
5.4. Instalación de acometidas domiciliarias	52
6. Calidad del agua	54
6.1. Contaminación del agua	54
6.2. Vigilancia y control de la calidad del agua (VCCA)	59
6.3. Planes de seguridad del Agua (PSA).....	61
6.4. Planificación del Futuro	62
Fuentes.....	63



1. Introducción a la operación y mantenimiento de sistemas de distribución de agua

1.1. La gestión del servicio de agua

Al finalizar esta sección conoceremos los principios que rigen la buena operación y mantenimiento de un sistema de distribución de agua potable.

La gestión del servicio de agua

Los indicadores de éxito de la gestión del servicio de agua están estrechamente relacionados con los siguientes factores:

- Protección de la fuentes de agua
- Cobertura
- Continuidad
- Cantidad
- Calidad del agua
- Costo

Una adecuada operación y mantenimiento del sistema contribuye a cumplir con estos factores y por lo tanto a la satisfacción de las familias usuarias del sistema.

Requisitos para la Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua

¿Qué es operar un sistema de agua?

Operar un sistema de agua es realizar las tareas necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente en beneficio de las familias usuarias, con un abastecimiento permanente de agua a la comunidad, en cantidad y calidad adecuada.

¿Qué es mantener un sistema de agua?

El mantenimiento del sistema se refiere a las acciones que deben realizarse en las instalaciones y equipos para prevenir o reparar daños que perjudiquen el buen funcionamiento del sistema.

Para desempeñar a cabalidad la operación y mantenimiento del sistema se tiene que cumplir con los requisitos presentados a continuación:

- Un operador/a contratado y capacitado en operación y mantenimiento
- Directivos de la EPSA informados sobre las principales actividades de operación y mantenimiento
- Herramientas básicas de plomería y albañilería
- Libreta de registros de las actividades de operación y mantenimiento
- Planos del sistema de agua
- Manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable
- Plan de Seguridad del Agua (PSA)

Hay dos tipos de mantenimiento que se debe hacer en todas las partes del sistema:



Mantenimiento Preventivo: son las acciones que se llevan a cabo antes de que se produzcan daños en los equipos e instalaciones, con el fin de evitarlos o disminuir sus efectos. El mantenimiento preventivo disminuye costos, evita problemas con la población y aumenta la eficiencia del servicio de agua.

Mantenimiento Correctivo: es la reparación de daños de los equipos o instalaciones, causados por accidentes o por deterioro normal de uso. A diferencia del mantenimiento preventivo, el mantenimiento correctivo NO se puede programar con anticipación.

Las responsabilidades del operador

Las responsabilidades que la directiva de la EPSA le asignará al operador/a son las siguientes:

- Debe cumplir con todo lo indicado en el manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable. En caso de que no se cuente con un manual de operación y mantenimiento, es responsabilidad de la EPSA elaborar uno.
- Está a cargo de mantener los equipos, instalaciones, estructuras y el sistema en general en perfecto estado.
- Debe vigilar sistemáticamente el sistema y de ser necesario realizar las reparaciones necesarias.
- Es responsable de solicitar a la EPSA la contratación de apoyo técnico externo para solucionar problemas complejos.
- Debe presentar un informe mensual o una bitácora de actividades.



Proveer un servicio continuo de buena calidad es el lema del buen operador/a del sistema.

1.2. El Plan de Mantenimiento

El Manual de Mantenimiento

El Manual de Mantenimiento permite la programación de las tareas para el mantenimiento preventivo. Además, explica las principales tareas del operador/a para manejar y mantener el sistema.

El sistema debe tener un manual que facilite el manejo del sistema y debe capacitar al operador para que pueda usarlo. En caso de que no exista un manual, es responsabilidad de la EPSA elaborar uno. Esto se puede hacer por medios propios cuando se tiene experiencia o contratando un consultor o ingeniero entendido en el tema.

Como primer paso para elaborar el manual:

- Realice un recorrido general del sistema, desde la captación hasta las últimas conexiones domiciliarias y observe con detenimiento cómo funciona cada una de las partes

- Busque los planos del diseño
- Póngale un nombre a cada una de las partes de acuerdo con la función que cumple
- Observe los elementos que en cada una de las partes, se pueden dañar fácilmente. Piense en algunas tareas de mantenimiento preventivo que pueden hacerse para proteger los componentes y evitar daños.
- Elabore una lista de las actividades necesarias para realizar un correcto mantenimiento preventivo

Con la información recabada, escriba el manual.

- Haga un croquis o dibujo del sistema de agua potable (SAP).
- Realice una descripción completa del SAP.
- Dibuje cada una de las partes, anotando las medidas, y allí ubique las válvulas de ingreso, salida, limpieza, tubo para rebose, etc. Use una hoja diferente para cada una.
- Describa cada una de las tareas de mantenimiento preventivo que propone:
 - Actividad
 - Responsable
 - Materiales (materiales, herramientas, mano de obra, etc.).
 - Tiempo que demora la actividad
 - Frecuencia de la actividad

El Plan de Mantenimiento

Con base en el manual será necesario elaborar un plan de mantenimiento que establezca un cronograma de las diferentes tareas de mantenimiento. A través del Plan de Mantenimiento, se conoce con anterioridad los materiales, herramientas y mano de obra que necesita, lo cual permite hacer la previsión de fondos correspondiente.

El plan resume cada una de las tareas de mantenimiento preventivo que necesita cada parte del sistema. Además, establece quién o quiénes deben participar, qué cantidad de tiempo demandará la actividad y cuándo debe realizarse.

Para cada mes, señale el día en el cual deben cumplirse las distintas tareas. Es recomendable programar una jornada de trabajo, para el mantenimiento, que no supere las 6 horas. Por otra parte, se debe determinar los recursos necesarios: materiales, herramientas y mano de obra.

A continuación presentamos formatos sencillos para el control de las actividades de mantenimiento:

Formato de control de actividades de mantenimiento preventivo

Fecha	Actividad realizada	Materiales y repuestos utilizados	Fecha del próximo mantenimiento	Responsable
	Limpieza de tanque			
	Recorrido de las tuberías de aducción-conducción si hay sospecha de fuga			
	Revisión de válvulas, ventosas y purgas			
	Lavado de desarenador			
	Lavado de tanque			
	Chequeo de hidrantes y/o cámara de válvulas			

Formato de control de actividades de mantenimiento correctivo

Esta tabla puede también ser muy útil como informe de fin de año al directorio de la EPSA.

Fecha	Actividad realizada daño reparado	Causa	Localización	Materiales y repuestos utilizados	Responsable

2. Operación y mantenimiento de los principales componentes

Al finalizar esta sección conoceremos:

- Los procesos que ponen en marcha los sistemas de distribución de agua
- Los principales componentes de estos procesos y sus funciones
- Las actividades de operación y mantenimiento más importantes de estos componentes

Los sistemas de distribución de agua están conformados por una serie de componentes que agrupamos en seis procesos principales:

1. Captación y fuente de agua
2. Tratamiento de agua
3. Almacenamiento
4. Estación de bombeo
5. Conducción y distribución
6. Conexiones domiciliarias

Como podemos observar en la ilustración¹ de la siguiente página, cada uno de estos procesos se realiza gracias a diferentes componentes que cumplen una función específica para que el sistema en su conjunto funcione. En general, hay algunos componentes que son esenciales para el buen funcionamiento del sistema, otros que mejoran su eficiencia pero que no son imprescindibles. También existen componentes que, dependiendo de las características particulares del sistema (terreno, tamaño, calidad del agua), son más recomendables que otros.

En esta sección presentamos los principales componentes de los sistemas de distribución de agua, su función y las actividades de operación y mantenimiento para cada uno. Antes de iniciar, es necesario aclarar que la operación y mantenimiento de los componentes depende mucho de su diseño y particularidades específicas, por lo que es preciso seguir las instrucciones del constructor, fabricante o proveedor de cada componente.

¹Si bien los procesos de recolección y tratamiento de aguas servidas se encuentran en la ilustración, el presente texto se dedica específicamente a presentar las actividades de operación y mantenimiento de los componentes de los sistemas de distribución de agua.



1 Obra de toma o Captación



2 Desarenador



3 Purga de aire



4 Cámara rompe presión



5 Válvula reductora de presión



6 Clorador



7 Pozo y estación de bombeo



8 Red de distribución



9 Medidor



10 Pileta



11 Cámara de válvulas



12 Red de alcantarillado



13 Cámara de alcantarillado

2.1. Captación y fuente de agua

Obtenemos el agua de una fuente para abastecer el sistema de distribución; puede tratarse de aguas superficiales o subterráneas. Es de vital importancia cuidar las fuentes de agua para que siempre tengan agua de buena calidad y en la cantidad suficiente para cubrir las necesidades de la población. Para proteger las fuentes de agua se debe velar por la conservación de las microcuencas o acuíferos de donde proviene esta agua.

Actividades de mantenimiento preventivo

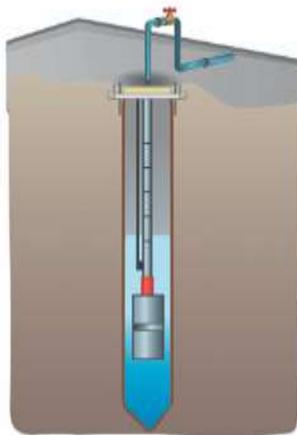
Componente: Fuente de agua

Frecuencia	Actividad
Continuamente	Identificar descargas de aguas residuales, basuras y nuevas instalaciones pecuarias como chancherías y gallineros e informar a las autoridades municipales en caso de ser necesario.
	Detectar cambios visibles en la calidad del agua como el color, la turbiedad y el olor e informar a las autoridades municipales sobre malas prácticas que estarían contaminando la fuente. Como por ejemplo aplicación de elementos nocivos para la salud (plaguicidas, herbicidas, pesticidas, minerales, etc.)
	Verificar que las cercas de protección estén en perfecto estado.
	Inspeccionar los nuevos árboles sembrados para proteger la fuente.
Cada 6 meses	Observar si hay derrumbes de tierra u otros cambios en el suelo
	Realizar campañas de limpieza (recoger los envases o empaques de estos productos abandonados en las orillas de los ríos o fuentes de abastecimiento o botellas, vidrios u objetos brillantes que puedan concentrar los rayos del sol y causar incendios).
	Verificar si hay nuevas viviendas o actividades humanas en los alrededores de la fuente.
	Observar si hay cambios en las laderas o en el bosque que rodea la fuente.
Una vez al año	Organizar jornadas de siembra de árboles y otras especies nativas en el área de la microcuenca.
	Promover acciones dentro de la comunidad para la vigilancia y cuidado de la microcuenca.

Fuentes de agua subterráneas

Las aguas subterráneas se alojan en los acuíferos bajo la superficie de la tierra. El agua de la lluvia, de los ríos y lagos que está en la superficie se infiltra en el subsuelo a través de los sedimentos gruesos (arena y grava) formando acuíferos o bolsas de agua subterráneas, de donde se extrae el agua. Las obras de toma de aguas subterráneas son las siguientes:

Pozos



Las partes del pozo son las siguientes:

- **Camisa:** Es la tubería (de acero o de plástico) que evita que las paredes del pozo se derrumben.
- **Filtros:** Para que pueda entrar el agua subterránea en el pozo sin arena u otros sedimentos, la camisa está ranurada; los tramos ranurados se llaman filtros.
- **Paquete de grava:** Entre el terreno acuífero y la camisa hay un espesor de grava que permite la entrada del agua. La grava tiene que ser permeable no obstante no debe permitir la entrada de sedimentos en los filtros.
- **Sellado lateral y sanitario:** En los primeros metros de pozos se instala un sello impermeable de cemento. Este sello impide que aguas superficiales puedan contaminar el acuífero y el pozo. La presencia del sello es importante para la calidad del agua.
- **Bomba sumergible:** La bomba envía agua a la superficie a través de una tubería.
- **Plataforma:** Es una losa de hormigón armado que sirve para proteger la entrada del pozo.

Actividades de mantenimiento preventivo

Componente: Pozo

Frecuencia	Actividad
Continuamente	Mantener limpia la plataforma lavándola para quitar la suciedad
	Limpiar el área adyacente quitando plantas, hierbas piedras y otro material extraño.
	Barrer y limpiar el canal de drenaje
	Asegurarse que nunca haya agua detenida alrededor del pozo y que el pozo tenga malla de protección.
	Revisar el área cercana al pozo (al menos 30 metros a la redonda), para identificar la presencia de fuentes de contaminación como son las letrinas, botaderos de basura, industrias o minas.
Cada vez que sea necesario	Limpiar los pozos. Lo recomendable para la limpieza de pozos es contratar a especialistas en ello. La técnica de limpieza dependerá del tipo de sustancia que obstruye los filtros. Así como la calidad del agua que succiona la bomba. Este proceso puede dañar un pozo viejo que tenga filtros o tubos debilitados por el tiempo, por lo que deberá realizarse solo si es estrictamente necesario.

Problemas frecuentes:

- Colmatación progresiva de la capa filtrante
- Sobre explotación del pozo
- Uso de bombas sobredimensionadas para el caudal de agua clara que puede producir el pozo
- Muchas veces los problemas se generan con los filtros, por ello es importante al momento de realizar el contrato con la empresa de perforación de pozos especificar que utilicen filtros de acero inoxidable. Se recomienda la marca "Johnson" presente en el mercado local.

Fuentes de agua superficiales

El agua superficial es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Estas masas de agua sobre la superficie de la tierra forman ríos, lagos, lagunas, pantanos, charcas, humedales y otros similares, sean naturales o artificiales. En el caso de las fuentes de agua podemos considerar las siguientes:

- Vertientes
- Ríos
- Lagos y lagunas

Para obtener las aguas de estas fuentes se requiere construir una obra de toma y un desarenador.

Obra de toma



Toma Tirolesa

La obra de toma es la estructura hidráulica de mayor importancia en un sistema. La obra de toma o captación permite recoger, de manera controlada, el agua de una fuente para alimentar la red de distribución.

Los tipos de obra varían según sea una toma de aguas superficial o una toma de aguas subterráneas.

- **Toma tirolesa** y sus respectivas obras de limpieza: Se construye en ríos y quebradas pequeñas, poco profundas y de baja velocidad. Generalmente se construye una pequeña presa de ancho menor o igual al río; sobre la presa se construye un canal para desviar el agua y sobre el canal se coloca una rejilla.
- **Toma lateral o directa:** Se construye en las orillas de los ríos y lagos, cuando éstos son caudalosos y tienen poca variación de nivel. Son muros laterales con rejillas y compuertas que impiden el paso de sólidos flotantes y permiten regular la entrada del agua al canal o tubería de aducción.
- **Galerías filtrantes:** Son estructuras en forma de túnel o tuberías con ranuras o perforaciones construidas por debajo del nivel freático o por debajo del nivel del agua de un río o quebrada para captar el agua infiltrada en el subsuelo.

La obra de toma o captación está compuesta por:

- Cámara de acumulación

- Cámara de llaves con tapa de sello sanitario
- Accesorios
- Protección de la captación

Actividades de mantenimiento preventivo

Componente: Obra de toma de fuentes de aguas superficiales

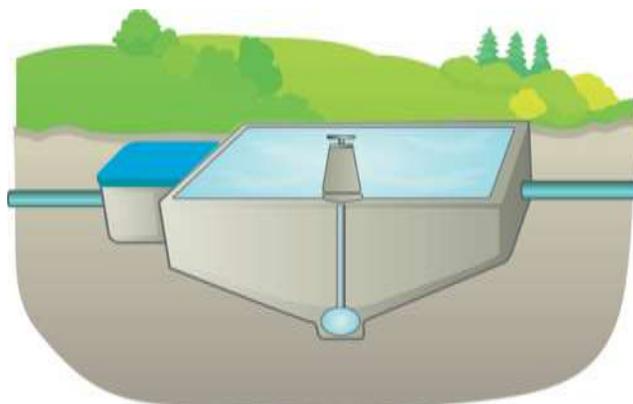
Frecuencia	Actividad
Continuamente	Verificar que las tapas estén con sello sanitario y seguridades.
Cada 6 meses	Mantener limpia el área de captación, limpiar la cámara de acumulación y desarenadores.
	Limpia la cámara de acumulación ubicada en el lugar de captación antes de abrirlas válvulas de servicio
	Corregir si existen grietas o fugas.
	Verificar si existen fisuras o roturas en los accesorios de las válvulas y tuberías.
	Lubricar las válvulas y las compuertas.
2 veces al año	Aforo del caudal de la fuente de abastecimiento debe realizarse: una vez en la época de mayor caudal y una vez en la época de menor caudal. Deben registrarse los resultados para ver tendencias de aumento o disminución de los caudales.
Cada vez que sea necesario	Manipular las llaves para verificar su correcto funcionamiento.
	Controlar la turbiedad: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fijar un límite permisible de turbiedad (si es posible, utilizando un turbidímetro], para captar el agua, que debe estar de acuerdo con la capacidad de la planta de tratamiento, aguas debajo de la captación para la remoción de turbiedades. ○ Controlar la turbiedad del agua con cierta frecuencia especialmente en épocas de lluvias. ○ Si la turbiedad excede del límite fijado, suspender la captación del agua, para lo cual se debe abrir totalmente la compuerta y/o válvulas de limpieza o cerrar la válvula y/o compuerta de aguas de salida de la obra de captación. ○ La tubería de Rebose de la Cámara de Acumulación deberá ser conducida a 10 metros de las obras de capitación para su desfogue para evitar futuras erosiones.
	Limpia la obra de captación de material sedimentado. Retirar troncos y piedras que puedan afectar las estructuras.

	Realizar una pintura general de la captación, reacondicionar la estructura y el cerco de protección.
	Regulación de compuertas y/o válvulas en Cámara de Acumulación: <ul style="list-style-type: none"> ○ La compuerta y/o válvulas de la cámara de acumulación se regulará de acuerdo al caudal de demanda. ○ La compuerta y/o válvulas de la cámara de acumulación se operará sólo en temporadas de riadas, regulándola para captar lo necesario y dejando pasar el remanente.
	Limpiar las cunetas de desagües pluviales en las obras, la frecuencia de esta actividad dependerá de la calidad del agua.
	Limpiar las rejas (para obras de captación tipo tirolesa): <ul style="list-style-type: none"> ○ Limpiar en forma permanente las rejas de las rejillas que retienen los sólidos flotantes, para evitar la reducción del caudal de captación. ○ Desprender los residuos flotantes de las rejas verticales y extraer los de las rejas inclinadas. ○ Los residuos extraídos deben ser dispuestos adecuadamente en contenedores desde donde se trasladará al relleno sanitario de la comunidad. <p>La frecuencia de esta actividad dependerá de la calidad del agua.</p>

Problemas Frecuentes

- Filtración por defectos de construcción
- Introducción de material sedimentado a la salida de las obras de toma en la tubería de aducción
- Presencia de posibles focos de contaminación en el área de influencia de la captación
- Erosión en el área de captación
- Roturas y fugas en los accesorios

Desarenador



El desarenador es una estructura hidráulica que sirve para separar material sólido no deseable, material grueso y en especial la arena que arrastra el agua.

Actividades de mantenimiento preventivo

Componente: Desarenador

Frecuencia	Actividad
Continuamente	Verificar el correcto funcionamiento de llaves o compuertas.
	Verificar y corregir el estado de las tapas, cámaras, válvulas, etc.
Cada año	Pintar las estructuras, usando pintura anticorrosiva para las partes metálicas.
	Lubricar las válvulas
	Limpiar y engrasar las partes o superficies móviles
2 veces al año	Aforo del caudal que llega a la salida del desarenador. (En época seca y en la época de mayor caudal)
Cada vez que sea necesario	Corregir filtraciones por fisuras y fallas estructurales.
	Limpiar el exterior.
	Vaciar la cámara, sacar arena y limpiar el interior.
	En caso de observar disminución del caudal efectuar una inspección, si el nivel de sedimentos se encuentre próximo al vertedor o tubo de captación obstruyendo el caudal, se debe abrir la compuerta y/o válvula de limpieza y realizar una limpieza.

El desarenador retendrá más arena en la época lluviosa que en la seca, por eso la limpieza del desarenador tiene que ser más frecuente en la época de lluvias.



Problemas Frecuentes

- Cámara de válvulas en mal estado
- Falta de mantenimiento en la estructura del desarenador
- Evacuación de sedimentos atrapados durante las operaciones de limpieza

Conexión municipal

Muchas veces las Entidades Prestadoras de Servicios de Agua (EPSA) no cuentan con fuentes de agua subterráneas o superficiales cercanas; sin embargo, si la matriz principal de la red municipal pasa cerca la EPSA puede conectarse a la misma. En este caso, la empresa municipal entrega agua en bloque a la EPSA. Por lo tanto la fuente de agua de esta EPSA será la de la red municipal.

Carro cisterna

En otros casos, las EPSA no cuentan con fuentes cercanas ni con la posibilidad de conectarse a la red municipal; en estos casos la EPSA se provee de agua de carros cisterna, almacenando el agua en el tanque de la entidad.

2.2. Tratamiento del agua

El tratamiento del agua se debe realizar siempre y cuando el agua de la fuente lo necesite, según recomendación de un laboratorio a partir de un análisis físico, químico y bacteriológico.

Planta de tratamiento de agua

La Planta de tratamiento de agua es el conjunto de procesos que sirve para purificar el agua y darle las condiciones necesarias para el consumo humano.

Existen diferentes etapas en las plantas de tratamiento de agua:

- Aireación
- Sedimentación
- Pre filtración
- Filtración
- Desinfección (siempre y cuando el laboratorio que realice el análisis físico, químico y bacteriológico del agua de la fuente la recomiende)

En los sistemas cuya fuente es el carro cisterna, por lo general el único tratamiento de agua que se realiza es la desinfección. En la sección de Calidad del Agua presentamos detalladamente el procedimiento de la desinfección del agua.



La **desinfección** es el proceso mediante el cual se eliminan los microbios que causan enfermedades, por medio de la aplicación directa en el agua de un desinfectante. El más común es el cloro líquido o granulado.

Aireación

Es el proceso mediante el cual el agua toma oxígeno del aire y elimina otros gases (CO₂, hidrógeno, metano, etc.). La aireación puede ser:

- En cascada
- Con bandejas perforadas
- Con plancha vertical

Sedimentación

Es el asentamiento y separación del material suspendido en el agua.

Pre-filtración

Es el proceso mediante el cual se aclara y mejora la calidad del agua, antes de entrar a la filtración. De una buena operación y mantenimiento del Pre - filtro depende el buen funcionamiento del filtro.

Filtración

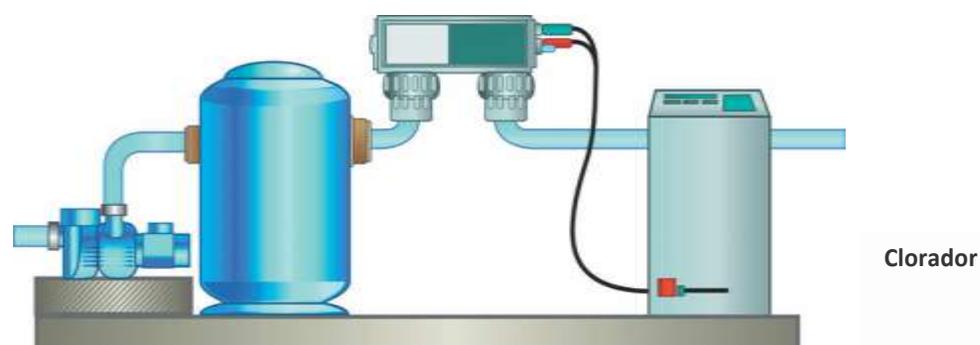
Es la retención de partículas y microbios que no fueron separados en procesos anteriores. Se utiliza un medio filtrante, compuesto principalmente por arena. En el filtro se quedan las impurezas y la calidad de agua mejora. Hay dos tipos de filtros:

- **Filtros lentos descendentes:** El agua pasa a través de capas de arena y grava, de arriba hacia abajo con el fin de purificarse. Para lograr el adecuado funcionamiento de los Filtros Lentos de Arena (FLA) es muy importante que la puesta en marcha del filtro se realice

lentamente, con el fin de alcanzar la formación y maduración de la capa de la biológica en un tiempo más corto.

- **Filtros lentos ascendentes:** El agua ingresa por la parte inferior y pasa de abajo hacia arriba, a través de la grava y arena, con el fin de purificarse. La filtración ascendente se realiza a través de filtros gruesos ascendentes en capas y está relacionada con el control de la velocidad de filtración y de la calidad del agua que entra al filtro.

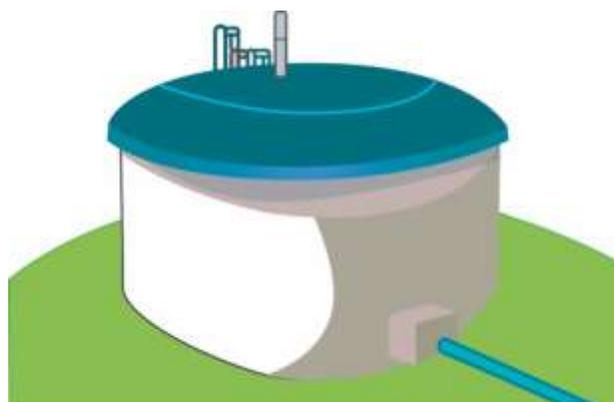
Desinfección



Es el proceso mediante el cual se eliminan los microbios que causan enfermedades, por medio de la aplicación directa en el agua de un desinfectante. El método más usado en nuestro medio es utilizar cloro; sin embargo, debido a que una cantidad mayor a 1.0 mg/l representa un riesgo para la salud ya que cuando se combina con otras sustancias puede volverse tóxico se debe solicitar un análisis para determinar si se puede clorar. En la sección de Calidad del Agua vemos con más detalle estos procedimientos.

Cada planta de tratamiento, según su diseño y características particulares, requerirá de diferentes procedimientos de mantenimiento.

2.3. Almacenamiento



Tanque de almacenamiento

Atajados

Un atajado se caracteriza por ser construido mediante la excavación de tierra formando una pequeña presa para así retener el agua y almacenarla. Sus partes principales son las siguientes:

- Opcional: recubrimiento con geomembrana, dependiendo del suelo y de los recursos de las EPSA
- Canal de recolección de lluvia
- Un desarenador y canal de ingreso
- Un tubo de salida y caja de llave
- Vertedero de excedencias
- Cerca perimetral

Actividades de mantenimiento preventivo

Componente: Atajado

Frecuencia	Actividad
Cada vez que sea necesario	Limpiar el área circundante eliminando cualquier foco de contaminación.
	Proteger el agua del atajado de la entrada de agentes extraños.



Tanques

Si bien los atajados son más utilizados en las zonas rurales, en las zonas urbanas y peri urbanas los sistemas de distribución de agua construyen tanques de almacenamiento. Los tanques de almacenamiento son estructuras para almacenar cierta cantidad de agua durante un tiempo. Los tanques de almacenamiento se necesitan para:

- Suministrar agua en horas de máxima demanda
- Compensar variaciones de consumo durante el día
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución (tanques elevados)
- Mantener una reserva de agua para atender situaciones de emergencia como incendios y daños en líneas de aducción o conducción o en estaciones de bombeo

Los tanques permiten que tengamos reservas, si la fuente de agua no produce suficiente agua para la EPSA. Debido a que el consumo de la población no es constante sino que varía según la hora del día, el tanque puede regular las variaciones del consumo.

Existen diferentes tipos de tanques, éstos son:

- Elevado
- Enterrado
- Semi enterrado
- Superficial

La estructura de los tanques puede ser construida con hormigón armado, ferrocemento, polietileno u otros de forma cuadrada, rectangular o redonda; es recomendable que siempre tenga cubierta. Su volumen depende del tamaño de la población. En poblaciones grandes o de topografía muy irregular, puede existir más de un tanque de reserva.

Los principales elementos de un tanque de almacenamiento:

Un tanque de almacenamiento, además de la estructura para almacenar el agua, debe tener siempre los siguientes elementos:

- Tubería de entrada con su correspondiente válvula de cierre, para suspender o permitir la entrada de agua al tanque, según se requiera; tubería de salida con su correspondiente válvula de control; tubería para lavado del tanque, con válvula de control; tubería de rebose y tubería de drenaje, con válvula de control, utilizada durante el lavado del tanque.

- Tapa o cubierta superior para prevenir la caída de hojas y otras suciedades dentro del tanque. Si el tanque no tiene cubierta, debe construirse un techo para controlar la caída de elementos volátiles como basura y hojas secas.
- Tapa de inspección para facilitar el acceso al tanque.
- Escalera de acceso al tanque para adelantar las labores de limpieza.
- Tubos de ventilación o respiradores (con rejilla en el extremo para impedir la entrada de elementos o insectos al tanque).
- Tubería de rebose o un vertedero, para que el agua salga cuando el tanque se llena.
- Sistema para medir el nivel del agua en el tanque, que puede ser una manguera transparente pegada por fuera a una regla marcada con el cero (0) coincidiendo con el fondo. O pintar por dentro el tanque con las medidas en litros de forma vertical.
- Tubería de salida, con su correspondiente válvula para permitir o impedir la salida de agua del tanque.
- Una tubería de drenaje, con su correspondiente válvula, para evacuar el agua de lavado del tanque.
- Tubería de derivación o tubería de By-Pass (baipas), que conecta directamente la tubería de entrada a la tubería de salida, sin pasar por el tanque, para no interrumpir el servicio cuando el tanque esté en mantenimiento.

Actividades de mantenimiento preventivo

Componente: Tanque de almacenamiento de agua²

Frecuencia	Actividad
Continuamente	Revisar que las tapas de las cámaras de válvulas estén bien cerradas y aseguradas.
Una vez al año	Revisar tanto el exterior y el interior del tanque para detectar si existen fugas, rajaduras o desprendimientos de la pared.
Cada 6 meses	Ingresa al interior del tanque para revisar la presencia de sedimentos en el fondo del tanque y si requiere lavado. Antes de ingresar al tanque quite todas las tapas y déjelo ventilar por lo menos durante una hora. Revise la escalera de acceso al tanque, verifique que las tuercas y los tornillos estén ajustados.
Cada vez que sea necesario	Limpiar el área circundante eliminando cualquier foco de contaminación.
	Proteger el agua del tanque de la entrada de agentes extraños. Instale

² En el sitio web de AGUATUYA, www.aguatuya.org, en la página Publicaciones encontrará un video explicativo sobre la limpieza de tanques llamado: Mantenimiento del tanque de almacenamiento de agua.



	tapas o cambie los empaques protectores.
	Proteger con pintura anticorrosiva y lubricar las válvulas de entrada, salida, limpieza y de paso directo para evitar la corrosión.
	Retocar, resanar y pintar el tanque externamente.
	Pintar las escaleras de acceso al tanque

¿Cómo se limpia y desinfecta un tanque de almacenamiento?

Si al hacer el mantenimiento preventivo del tanque, detectó la presencia de sedimentos en el fondo del tanque proceda al lavado del tanque. Para realizar esta operación, debe seguir el procedimiento indicado a continuación:

1. Programe de antemano la actividad y avise a los usuarios que se suspenderá el servicio mientras se limpie el tanque.
2. Cierre la válvula de entrada de agua y la de salida para la comunidad.
3. Abra la válvula de limpieza, si hay tubería de paso directo, abra la válvula para que la comunidad no se quede sin agua.
4. Deje que el agua del tanque baje de nivel.
5. Con ayuda de botas limpias, escoba y cepillo limpios de cerda gruesa, saque el lodo que está en el fondo del tanque.
6. Refriegue las paredes y el piso del tanque con el cepillo para eliminar la suciedad adherida. No se debe usar jabón ni otro tipo de detergente. Ayúdese de una manguera a presión conectada a la entrada del tanque o de un balde para la limpieza del tanque. Enjuague el tanque con agua
7. Una vez que el tanque esté limpio, cierre la válvula de limpieza, la de la tubería de derivación y abra la válvula de entrada de agua al tanque y luego abra la válvula de la tubería de salida a la comunidad.
8. Cuando esté manipulando las válvulas hágalo suavemente, para evitar que se reviente la tubería; saque el aire que queda atrapado en la red con las válvulas de purga de aire, ventosas o hidrantes si es que existieran.
9. Si detecta rajaduras, proteja el interior del tanque utilizando Sika, los productos aconsejados que se encuentran en el mercado son IGOL Primer e IGOL denso. Para su aplicación siga las instrucciones que vienen con el producto.

2.4. Estación de bombeo

Una estación de bombeo es un conjunto de estructuras civiles que tiene la función de elevar el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento o presurizar directamente el sistema de agua. La estación de bombeo es necesaria cuando la fuente de

abastecimiento está ubicada en la parte baja de la población por lo que se requiere bombear el agua. Sus componentes son los siguientes:

1. Fuente de agua, que puede ser un pozo, un tanque bajo u otros.
2. Bomba de impulsión que puede ser centrífuga o sumergible.
3. Tubería de impulsión o succión
4. Tableros de protección y control
5. Válvulas de control y regulación, macromedidor (opcional)
6. Sostenedores de presión, pueden ser un tanque alto, un hidropulmón o una torre hidroneumática (THN)
7. Caseta
8. Cerco de protección

Bomba de impulsión

La bomba es una máquina que tiene como función impulsar el agua a través de tuberías, a distancias o niveles diferentes. Su mecanismo es sencillo, dentro de ella se produce un vacío que permite succionar el agua de una fuente o suministro para luego impulsarla.

- **Bombas centrífugas** son las que se instalan en la superficie, a lado de tanques u otros tipos de almacenamiento de agua.
- **Bombas sumergibles** son las que se instalan dentro los pozos de agua, tiene un impulsor sellado a la carcasa, de esta manera se puede sumergir en el agua de pozo que se bombeará.

Actividades de mantenimiento preventivo

Componente: Bomba

Como las condiciones de operación de una bomba varían grandemente, es imposible suministrar un itinerario de mantenimiento preventivo que se pueda aplicar a todos los sistemas. Se deben planificar y llevar a cabo inspecciones regulares. Los itinerarios de inspección usualmente se basan en el número de horas de operación que se espera tener desde una última inspección. Se debe mantener un registro de las inspecciones y del mantenimiento que se realiza para asegurarse de que el procedimiento necesario que se ha planificado se está llevando a cabo.

La inspección y el mantenimiento preventivo abarcan **diferentes tipos de operaciones** dependiendo de su diseño y particularidades específicas. Algunos de los procedimientos más importantes se detallan a continuación:



Frecuencia	Actividad
Continuamente	Observar anomalías (vibraciones, ruido o calentamiento excesivo) Usualmente la esfera de un rodamiento emitirá un ruido cuando existe una falla inminente. Este aviso temprano da el tiempo necesario para planificar un cierre por mantenimiento y llamar a un técnico calificado.
Cada mes	Observar y registrar y el consumo de electricidad de la bomba, para luego comparar los datos de meses anteriores.
Cada dos años	Realizar aforo y curva de bombeo para compararla con registros anteriores e identificar si hay un desgaste en la bomba.

Generalmente las bombas y los controles están accionados con energía eléctrica, por lo tanto, para dar un mantenimiento efectivo, recomendamos llamar a un técnico experto en mantenimiento de bombas. La falla de un motor eléctrico tiene consecuencias muy serias. Las causas principales se deben al recalentamiento ocasionado por una sobrecarga o bajas de tensión, a un rotor atascado, a los ciclos de arranque muy cortos, a la pérdida de enfriamiento debido a que la ventilación está taponada u obstruida, o a un nivel bajo de agua en la caja sumergible de la bomba. Cuando el recalentamiento ocurre, la energía es usualmente suspendida por los equipos de protección instalados en los circuitos del motor. Por lo que si se notara algún problema, lo mejor será llamar al técnico experto en bombas.

Problemas frecuentes

- No bombea agua
- Bombea un chorro pequeño de agua
- Presión insuficiente de la bomba
- La bomba pierde eficiencia después del arranque
- La bomba sobrecarga el motor
- Fuga excesiva por la caja de empaquetadura
- Desgaste descontrolado de la empaquetadura
- Vibración o ruido excesivo
- Desgaste excesivo de los soportes
- Bomba recalentada



Tableros de protección y control

Sirven para arrancar o apagar la bomba, y como su nombre lo indica proteger la bomba del nivel del agua y de cambios de tensión.

Válvulas de control y protección y macro medidor

Las válvulas de control y regulación permiten controlar el agua que sale de la fuente.

El macromedidor es igual al medidor que se instalan en las viviendas, pero de mayor diámetro lo que permite que fluya mayor cantidad de agua, mide el volumen de agua que el pozo o la fuente de agua produce. El medidor permite calcular el volumen de agua producido en un periodo de tiempo y así evaluar cuanto se produce en función del costo de la electricidad. Es un instrumento fundamental para manejar correctamente una fuente de agua, permite:

- Calcular el caudal y evaluar problemas que afectan la productividad del pozo (en asociación con la medición de niveles)
- Evaluar fugas y conexiones clandestinas (diferencia entre volumen producido y volumen facturado)
- Calcular el costo eléctrico por metro cúbico bombeado (permite evaluar problemas a la bomba, ahorra dinero y prevenir paros)
- Evaluar la interferencia con pozos cercanos (en relación con la medición de niveles)

Sostenedores de presión

Son obras civiles o equipos que dan presión al agua del sistema, para que pueda llegar a todas las casas en cantidad y presión adecuada. Éstos pueden ser:

- Tanque alto que funciona por gravedad; la altura del tanque determinará la presión del agua en el sistema.
- Hidropulmón, funciona con en combinación con una bomba eléctrica y se encarga de mantener la red bajo presión, en un rango de presión fija.
- Torre Hidroneumática (THN), es una tecnología que permite presurizar el agua de manera de mantener la presión dentro de límites pre-establecidos de manera continua y automática. Trabaja en combinación con una bomba eléctrica, sumergible o centrifuga. El funcionamiento de la bomba es automatizado por efecto de la THN y su ventaja es que no posee una membrana de goma.



2.5. Conducción y distribución



Línea de aducción/impulsión

Esta línea solo existe si la fuente de agua está lejos de la red de distribución. Es línea de impulsión cuando la fuente está en la parte baja.

La aducción es la línea de transporte de agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento. La aducción está compuesta por tuberías, válvulas, anclajes, pasos aéreos y estructuras de apoyo y cámara rompe-presión.

Dependiendo del caudal de agua y de la topografía del terreno, se utilizan canales o tuberías. Lo que más se utiliza en los sistemas de agua son las tuberías. El uso de las tuberías disminuye las pérdidas de agua y evita su contaminación.

Tanto la aducción como la conducción son tuberías por donde se transporta agua, pero mientras la aducción transporta agua cruda a presión o flujo libre, la conducción transporta agua a presión.

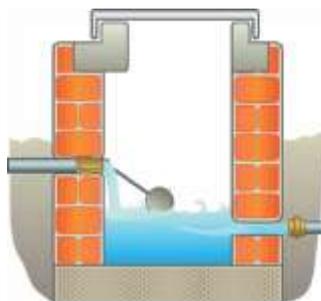
Actividades de mantenimiento preventivo
Componente: Línea de aducción/impulsión

Frecuencia	Actividad
Continuamente	Inspeccionar y promover la protección de la línea de aducción, válvulas de aire, desagües, rompe presiones y pasos de quebrada.
	Buscar y corregir las fugas, roturas y conexiones clandestinas.
	Abrir y cerrar lentamente las válvulas de desagüe y lubricarlas.
	Verificar el correcto funcionamiento de las llaves.
	Verificar el estado de las cámaras rompe presión, muros, tapas y la admisión de aire en el conducto.
	Limpiar el área cercana a la línea de conducción.
	Observar el estado de conservación y estabilidad de los anclajes.
	Observar los postes y/o estructuras de los pasos aéreos referentes al anclaje y el cableado referente a la rotura.
	Detectar síntomas de inestabilidad en el suelo.
	No permitir que la tubería que no tiene filtro solar esté expuesta al sol.
Cada vez que sea necesario	Limpiar las obstrucciones y el sedimento.
	Arreglar las roturas o fisuras en tuberías, válvulas y accesorios. Si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas, verificar el estado de la empaquetadura y si fuera necesario reemplazarla. En las válvulas que presentan fugas por la contratuerca superior, observar si la fuga se debe a que se ha aflojado la contratuerca, en cuyo caso ajustarla, o si se debe al desgaste de la estopa, cambiarla. Poner aceite de baja viscosidad entre el vástago y la contratuerca.
	Arreglar las roturas o fisuras en tuberías, válvulas y accesorios.

Problemas frecuentes

- Obstrucción parcial o total de la tubería por deficiente funcionamiento de la llave de aire.
- Obstrucción parcial o total por material extraño o sedimentos. Roturas y fugas en la conducción por causas diversas.

Cámaras rompe presión:



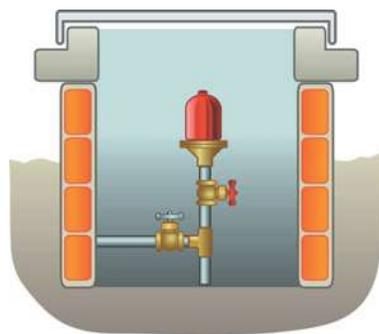
Una cámara rompe presión es una estructura en forma de tanque que recibe el agua a presión superior a la atmósfera y la disminuye hasta el valor de la presión atmosférica. Así evita altas presiones en las instalaciones ubicadas aguas abajo. Las cámaras rompe presión evitan que las tuberías revienten por la excesiva presión.

Actividades de mantenimiento preventivo

Componente: Cámaras rompe presión

Frecuencia	Actividad
Cada que sea necesario	Verificar su estado general, y efectuar una limpieza si es necesario.
	Retirar los elementos extraños y la suciedad que encuentre dentro de la cámara de operación de la válvula.
	Si encuentra operadores o manijas trabadas faltantes, reponerlas.
	Drenar y limpiar las cámaras que protegen las válvulas para evitar que se dañen.
	Verificar el estado, la apertura y el cierre de las válvulas.
	Engrasar los mecanismos de operación y los tornillos de las uniones de montaje.
	Pintar las válvulas y las tapas de las cámaras para evitar la corrosión.

Válvulas de control:



Válvula de aire

En terrenos quebrados, para un buen funcionamiento de las líneas de impulsión se requieren tres tipos válvulas. Las válvulas son dispositivos que se colocan en la tubería de distribución, de aducción, y de conducción, y en algunas estructuras, con el fin de controlar o suspender el paso de agua, de acuerdo con las necesidades de operación y mantenimiento. Estos accesorios facilitan los trabajos relacionados con intersecciones de nuevas tuberías a la red y reparación de daños en las estructuras del sistema de abastecimiento. Se deben instalar donde indiquen los estudios y diseños. A continuación se describen las válvulas:

- **Válvulas de aire o ventosa:** En los puntos altos de las líneas de aducción o conducción, suele acumularse aire en la parte superior de la tubería. Si ese aire no se expulsa, forma un tapón que puede impedir el paso del agua y provocar un rápido deterioro de las instalaciones. El aire se expulsa a través de válvulas llamadas ventosas que son unas cámaras metálicas conectadas a la tubería y tienen un orificio superior el cual está sellado por una pelota metálica o flotador. Cuando la cámara se llena de aire, el flotador cae y deja salir el aire por el orificio.
- **Válvulas de limpieza o purga:** Son accesorios que se colocan lateralmente en los puntos más bajos de las redes, para que al abrirlas permitan la salida de los sedimentos acumulados en las tuberías.
- **Válvulas de corte:** Se utilizan para aislar tramos de tuberías en caso de posibles daños. Se deben instalar al comienzo y al final de la conducción y cada 1.000 metros de tubería. Existen diferentes tipos de válvulas de corte, válvula de globo o bola, válvula mariposa, válvula de compuerta y válvulas de retención.

Operación de válvulas

1. Abra y cierre las válvulas lentamente cuando se requiera, para evitar golpe de ariete.
2. No permita que las válvulas se cierren forzosamente.
3. 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.