MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, EN EL SECTOR URBANO DEL CANTÓN SANTIAGO DE MÉNDEZ, PROVINCIA DE SANTIAGO SANTIAGO,

Mayo 2025

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL, EN EL SECTOR URBANO DEL CANTÓN SANTIAGO DE MÉNDEZ, PROVINCIA DE SANTIAGO SANTIAGO,."

1 INTRODUCCIÓN

El siguiente manual de operaciones y mantenimiento tiene como propósito proveer las guías necesarias para implementar los procedimientos e instrumentos de monitoreo, supervisión, operación y mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado.

En este manual se describen las principales actividades que deberán realizarse para la adecuada operación y mantenimiento de las obras que conforma el proyecto de drenajes, con la finalidad de prevenir su deterioro y garantizar la sostenibilidad del mismo, durante el tiempo para el cual fue diseñado.

Se describe especialmente la forma en que se deben operar cada uno de los elementos de las plantas de tratamiento a implementar en el sistema y su mantenimiento preventivo.

En el inciso tres se indican los objetivos que se pretenden alcanzar con el presente manual de operación y mantenimiento. El inciso cuatro presenta las distintas bases legales que fundamentan la existencia del presente manual, como son los acuerdos y decretos que deben de cumplir todos los prestadores del servicio de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado, la responsabilidad de prestar una buena calidad del servicio.

El capítulo cinco presenta componentes generales, conceptos y generalidades, de los tipos de sistemas de alcantarillado y componentes de los mismos.

2 COMPONENTES GENERALES.

2.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El presente manual de operación y mantenimiento describe los procedimientos para la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Ser guía de consulta para todas aquellas personas o grupos y en partículas aquellos entes que están comprometidos en la operación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado sanitario.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Asegurar que el proyecto de alcantarillado, preste el servicio a la población de esta cabecera municipal en forma adecuada y continua durante el periodo de vida útil para el que fue diseñado.

Facilitar los procedimientos, que permitan que el personal encargado pueda organizar, realizar y controlar el proceso de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.

Capacitar a los encargados en la operación y mantenimiento, para que ellos puedan atender los problemas que se presenten y la forma como deben actuar para resolver aquellos problemas mayores que se puedan presentar, para lo cual deberán tener la suficiente capacidad y preparación para interpretar, y algunas veces, reformar las condiciones de funcionamiento debido a posibles fallas o cambios en las condiciones de diseño y construcción.

- Que los operadores del sistema de alcantarillado sanitario deben conocer los distintos componentes que lo conforman.
- Orientar a los operadores en la solución de los problemas derivados de la operación y mantenimiento del servicio de alcantarillado sanitario.
- Facilitar a los encargados de operar los sistemas de abastecimiento de agua potable, procedimientos básicos que contribuyan a la sostenibilidad del proyecto, mejorar la prestación y la calidad del servicio generando con ello confianza en los beneficiarios.
- Que los operadores conozcan los riesgos que existen en la salud de los beneficiarios, principalmente la población infantil, menores de 5 años, al no cumplir con los requisitos establecidos por norma y no ejecutar de la manera indicada los procedimientos necesarios.

3 CONCEPTOS FUNDAMENTALES

3.1 AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Son aquellas provenientes de inodoros, regaderas, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes, (nitrógeno y fosforo) y organismos patógenos.

3.2 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes antes mencionados en las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre, solventes, grasas y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.

3.3 ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL:

Un sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir, conducir, ventilar y evacuar las aguas residuales de la población y la evacuación de las escorrentías superficiales producidas por las precipitaciones.

De no existir estas redes de recolección de agua, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales.

3.4 REGISTRO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

Los responsables de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberán disponer de planos actualizados de las redes, donde se pueda ver la ubicación de las tuberías y cámaras de inspección, tanto en planta como en perfil, además, deberán tener datos relacionados a l material, diámetros, clase, fecha de instalación y cualquier otro detalle del sistema.

Esta información deberá ser actualizada toda vez que se realicen trabajos de reparación o se conecten nuevos servicios al sistema.

3.5 PERSONAL

La cantidad de personas que se dedicarán a los trabajos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado debe ser adecuada a la extensión del sistema y al tipo de trabajo que se realizará, es difícil dar cifras adecuadas sobre la necesidad de personal, en cada caso deberá ser evaluado particularmente.

Se deberá seleccionar personal físicamente capacitado. Los exámenes físicos rutinarios son necesarios.

Las lesiones físicas están ligadas con los peligros inherentes al trabajo que se desarrollan en las calles y el equipo de protección en zanjas.

El personal seleccionado deberá ser entrenado en la rutina diaria, haciéndole conocer todas las medidas de seguridad que deberá adoptar, para protegerse y evitar accidentes que dañen su integridad física o afecten a su salud.

Durante la operación se deberá tomar estrictas medidas para proteger a los trabajadores frente a posibles accidentes, enfermedades, asfixias, envenenamiento, explosiones, descargas eléctricas, etc.

3.6 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

El grupo de personas encargadas de las tareas de los trabajos de mantenimiento deberá contar como mínimo con los siguientes materiales:

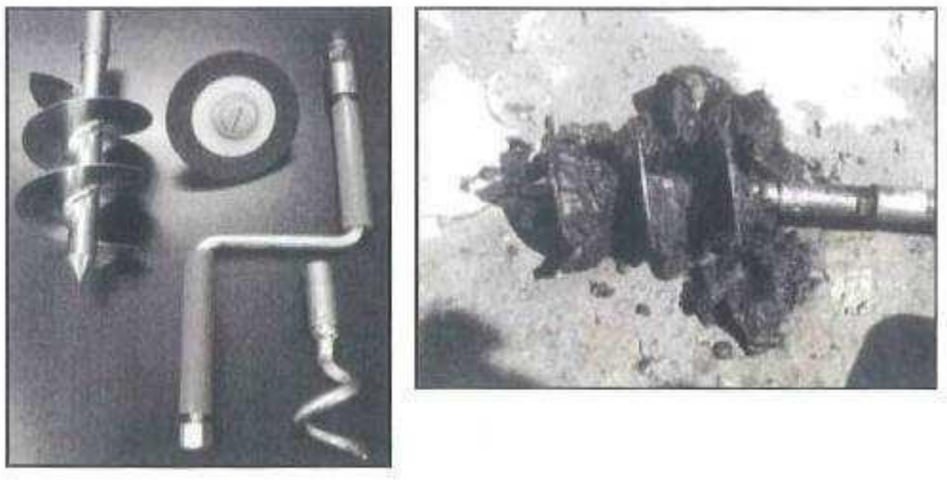
Bombas sumergibles para evacuar las aguas de las cámaras atascadas y de las zanjas inundadas.

Cable flexible de aleación de cobre, aproximadamente de 12 mm, en longitudes variables que se utilizará para “empujar" los materiales que normalmente producen las obstrucciones hacia abajo.

- Varillas de acero de 12 mm, aproximadamente 60 cm de largo, con uniones en los extremos que enrosca una con otra para formar un cable largo. Puede ser de madera de 18 mm de diámetro con extremos de bronce hembra- macho para ser atornillada una a la otra.
- Picos, palas y herramientas para levantar las tapas, para reparar las tuberías.
- Cuerdas, linternas, escaleras de aluminio tipo telescópico o plegadizo.
- Indumentaria que incluya cascos, guantes largos, botas de hule tipo musiera y capas contra la lluvia.
- Equipo de seguridad que incluya detector de gases y mascarillas de seguridad.

Adicionalmente, si la entidad administradora del sistema cuenta con los recursos necesarios, sería muy beneficioso que el equipo de operación y mantenimiento pueda contar con equipos de limpieza específicos para la limpieza de tuberías de pequeño diámetro. Estos equipos consisten en varillas de limpieza manual con varios accesorios de limpieza, tales como:

- Ganchos y tirabuzones.
- Raspadores de paredes.
- Corta-raíces.
- Guías para varillas.
- Quebradoras de arena



Accesorios para limpieza usados conectados a varillas de acción mecánica. El segundo es un accesorio especial para la eliminación de la arena de las tuberías

3.7 IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS

El responsable de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberá estar familiarizado con los problemas más frecuentes que ocurren en las redes; estos básicamente estarán relacionados con obstrucciones, pérdida de capacidad, roturas y malos olores. A continuación, se describe brevemente cada uno de estos problemas

3.7.1 Obstrucciones

Una de las funciones más importantes en el mantenimiento de un sistema de alcantarillado es la remoción de obstrucciones. Las causas más frecuentes de estas son: grasas, trapos, plásticos, vidrios, raíces, arenas y piedras.

3.7.1.1 Grasas

Normalmente las zonas aledañas a mercados y restaurantes presentan mayor incidencia de obstrucciones por esta causa. Las grasas cuando llegan a las redes de alcantarillado se endurecen y progresivamente forman tacos de sebo que obstruyen las tuberías. Se presenta con mayor incidencia en tramos de baja pendiente y en tuberías rugosas como las de concreto.

3.7.1.2 Trapos, plásticos y vidrios

Estos materiales se encuentran a menudo obstruyendo las tuberías y su incidencia es mayor en aquellas zonas donde hacen mal uso del servicio de alcantarillado, por ejemplo, casas donde arrojan trapos, cartones y plásticos en la taza sanitaria o en la calle donde vierten la basura a las cámaras de inspección.

3.7.1.3 Raíces

Obstrucciones por raíces sepresentan con mayor incidencia en zonas donde las redes de alcantarillado están ubicadas en zonas verdes con árboles. Las raíces penetran por las juntas o roturas de las tuberías y pueden llegar a causar obstrucciones completas. Estas obstrucciones pueden removerse con equipos corta raíces y también con la aplicación de sulfato de cobre.

3.7.1.4 Arenas y piedras

Estos materiales penetran con mayor incidencia en las calles con superficies en tierra o lastre, donde por causa de tuberías rotas o buzones sin tapa éstas penetran al alcantarillado sanitario. También se forma arena y sedimento en tramos con muy poca pendiente debido a la descomposición que sufre la materia orgánica. Es necesario detectar los tramos con mayor incidencia de obstrucción por arenas a fin de limpiarlos periódicamente. Estos materiales tienen que ser necesariamente extraídos, porque el solo lavado, traslada y concentra el problema en otro sitio.

3.7.2 Pérdida de capacidad

Generalmente se produce por la formación de una capa de sedimentos en la tubería que se da con mayor incidencia en aquellos tramos de baja pendiente o en tramos de baja velocidad del flujo por un bajo caudal de aguas servidas. En muchos casos, viviendas que cuentan con la conexión domiciliaria de alcantarillado, no hacen uso del servicio por influencia de hábitos y costumbres. Como consecuencia el tramo transportara un bajo caudal, muchas veces la solución de este problema, es el rediseño y cambio total del tramo afectado.

3.7.3 Roturas

Las roturas y fallas que se presentan en las redes de alcantarillado frecuentemente pueden ser resultado de algunas de las siguientes causas:

3.7.3.1 Soporte inapropiado del tubo

Cuando las tuberías del alcantarillado se colocan en una zanja de fondo rocoso, o con piedras en el fondo, con toda seguridad la tubería fallará por falta de uniformidad en la cama de apoyo.
Contrariamente, si las mismas tuberías se colocan sobre una cama de apoyo correctamente construida, la capacidad de la tubería para soportar cargas se incrementará.

El personal de operación y mantenimiento debe tener un conocimiento claro de estos aspectos a fin de que al realizar las reparaciones de las tuberías se cimienten apropiadamente.

3.7.3.2 Fallas debidas a cargas vivas

Las tuberías colocadas con un inapropiado recubrimiento, con frecuencia tienen grandes probabilidades de colapsar debido a la sobrecarga a la que está sometida, sobre todo si está ubicada en una zona de tráfico pesado. En este caso, el personal de operación y mantenimiento, cuando realice la reparación de la tubería afectada, deberá darle protección adecuada, envolviéndola completamente en concreto para evitar que colapsen nuevamente.

3.7.3.3 Movimiento del suelo

Se presenta durante un sismo e implica la reconstrucción total del tramo fallado. La reposición de tuberías rígidas por tuberías flexibles con uniones también flexibles soluciona el problema en muchos casos.

3.7.3.4 Daños causados por otras instituciones

Cuando se reparan calles o se colocan líneas de electricidad, es muy frecuente que se dañen las tuberías de alcantarillado. El personal de operación y mantenimiento debe prever esta situación, indicando la ubicación y profundidad de las mismas a fin de evitar derramamientos de aguas negras.

3.7.3 Raíces

Cuando el problema de raíces se acentúa, éstas llegan a fracturar las tuberías por lo que es necesario cambiar los tramos afectados.

3.7.4 Vandalismo

Los problemas asociados con el vandalismo son bien conocidos. La sustracción de tapas de hierro fundido deja las cámaras de inspección al descubierto causando problemas de obstrucción de los colectores. Este problema se acentúa en red de alcantarillado a campo traviesa o ubicada en las márgenes de los ríos, quebradas y acequias.

El personal de operación y mantenimiento deberá sellar las tapas con asfalto y arena o concreto si es necesario, a fin de evitar estos problemas. Además, deberá realizar un recorrido periódico y frecuente de estas líneas para la reparación de los daños con la premura del caso evitando daños mayores.

3.8 OPERACIÓN DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO

La municipalidad u organización operadora deberá ser responsable de la operación y mantenimiento de todos los componentes del sistema de alcantarillado para asegurar un alto grado de confiabilidad.

Las labores de operación del sistema comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificando que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

El responsable de la operación del sistema (representante de la entidad administrativa), deberá realizar una inspección cuantitativa y cualitativa de las obras terminadas. La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas en el proyecto con las dimensiones reales obtenidas (dimensión longitudinal y transversal del alcantarillado, número y ubicación de las estructuras, etc.).

La inspección cualitativa incluye la inspección de las pendientes, del enlucido, del aislamiento, etc., comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes.

3.8.1 Puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento las redes de alcantarillado éstas deberán ser limpiadas, eliminando los desperdicios y los residuos de concreto y yeso. Las alcantarillas inaccesibles se inspeccionan utilizando linternas y espejos.

Se deberá inspeccionar los buzones y cámaras y dispositivos simplificados de inspección, para asegurar el libre paso de la totalidad de la sección.

3.8.2 Inspección

La finalidad de la inspección de las redes de alcantarillado es el de tener conocimiento del estado de conservación, a través del tiempo, de los diversos componentes que conforman las redes y en especial las tuberías de drenaje.

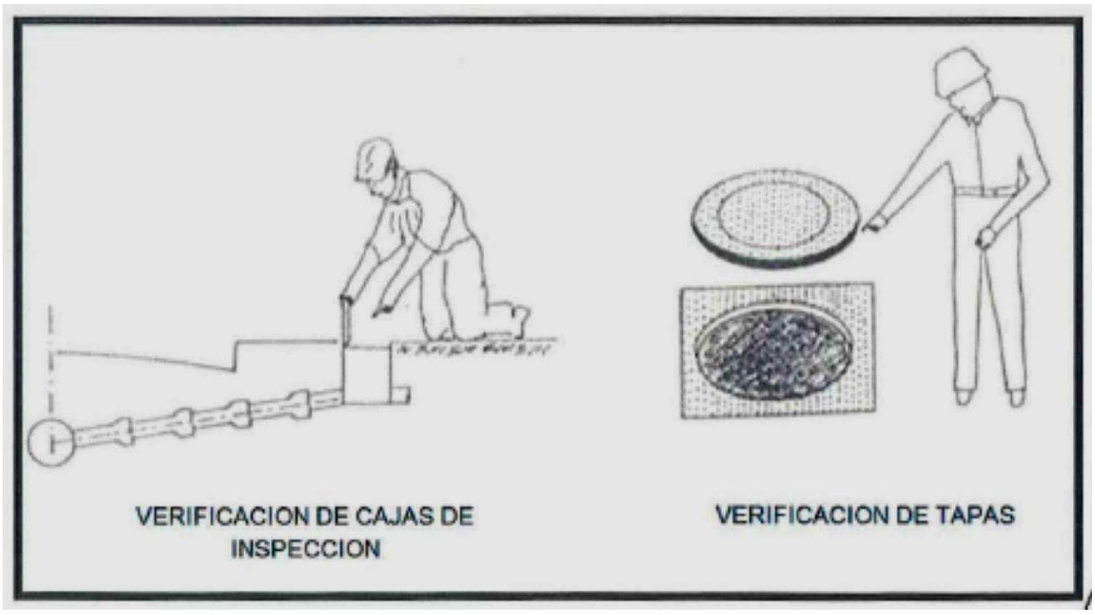
La inspección rutinaria debe dirigirse a los colectores colocados cruzando el campo o localizados en las márgenes de los ríos, quebradas y acequias y a las líneas de alcantarillado con mayor incidencia de problemas

La inspección ayudara a conocer lo siguiente:

• La vejez o antigüedad de la tubería.
• El grado de corrosión interna o externa.
• La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales.
• La penetración de raíces en la tubería.
• La limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.
• Existencia de tapas de buzones y estado de conservación interno del buzón.

La inspección interna de los colectores y buzones será en forma visual empleando linternas, espejos y el equipo de seguridad personal. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua. Normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana; sin embargo, en base al comportamiento local de la red podría tenerse otro horario más adecuado.

Como parte de las labores de inspección se debe verificar el estado de las tapas de los buzones y de las cajas de los registros domiciliarios



Verificación de cajas de los registros domiciliarios y de las tapas.

En base a la información obtenida en la inspección se programará las labores de mantenimiento de los colectores.

Se deberá tener especial cuidado al decidir que tramos se inspeccionarán, ya que resulta un desperdicio de esfuerzos y dinero el inspeccionar toda la red. Gran parte de ella no presenta problemas y no tiene sentido la inspección.

Las cuadrillas para la inspección deberán estar conformadas por lo menos por tres hombres. El responsable de la operación y mantenimiento deberá fijar una frecuencia de inspección que estará en función a las condiciones locales, disponibilidad de recursos, estado de conservación de colectores y toda la experiencia previa de inspección.

4 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

El mantenimiento en los sistemas de alcantarillado se hace para tener el sistema operando en buenas condiciones. Debemos de tener presente que los fluidos contienen gérmenes patógenos y gases tóxicos, por lo que es fundamental que al operarlos se disponga de los elementos de protección requeridos para ingresar a las estructuras y evitar la contaminación.

El mantenimiento del sistema de colectores, incluyendo la limpieza y la inspección de sus componentes, es fundamental para lograr su óptimo funcionamiento y para evitar la generación de sobrecostes, tanto por su inoperatividad, como por los arreglos o reparaciones que deban efectuarse.

En base a la información anterior, el responsable de la operación y mantenimiento deberá programar dos tipos de mantenimiento para cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado:

- Predictivo, preventivo y correctivo.

4.1 RESPONSABLE DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El ente responsable de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y del tratamiento, es el departamento de alcantarillado a cargo de la oficina municipal de agua y saneamiento u otra dependencia que esté a cargo del tema, debiendo designar al personal técnico capacitado quien tendrá a cargo la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema de alcantarillado y planta de tratamiento.

Los operadores u operadoras deben cumplir y hacer cumplir todas las funciones y responsabilidades establecidas en el reglamento que se refieren al operador y al usuario.

4.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo está orientado, por una parte, a identificar y establecer los puntos críticos o de riesgo y cuyo desarreglo fortuito puedan perturbar el funcionamiento del sistema. y, por otra parte, está dirigido a poner atención y definir las medidas a tomar para evitar tal situación. Estas medidas consistirán en establecer los elementos o dispositivos que se puedan aplicar en el sistema y que sirvan como medios de aviso o de alarma para evitar que suceda el problema. Pero, si el problema ocurre de manera inevitable, el objetivo será el de impedir que se agrave.

4.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La mayoría de las obstrucciones ocurren dentro de las casas o propiedades, en las instalaciones sanitarias, así como en las conexiones domiciliarias. Por tanto, las labores de mantenimiento preventivo comienzan en las viviendas de los usuarios.

Se debe hacer un uso apropiado del servicio de alcantarillado. Se debe seguir las siguientes recomendaciones para evitar la obstrucción de los colectores de menor tamaño (simplificados y condominiales):

1. No echar a los lavaderos residuos de comida, papeles, plásticos, ni otro material que pudiera ocasionar taponamientos en la red.
2. No tirar en el inodoro papeles, toallas sanitarias, trapos, vidrios, aguas con grasas, ni otros objetos extraños al alcantarillado o drenaje,
3. Realizar limpiezas frecuentes en las trampas de grasas de las viviendas, retirando las grasas y los residuos asentados en el fondo, por lo menos una vez al mes.

Para realizar las tareas de mantenimiento preventivo de redes de alcantarillado convencional, deberá identificarse los tramos críticos que merecen mantenimiento más frecuente (baja pendiente) y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciado.

Se deberá abrir las tapaderas de los pozos de visita aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en los alcantarillados o drenajes.

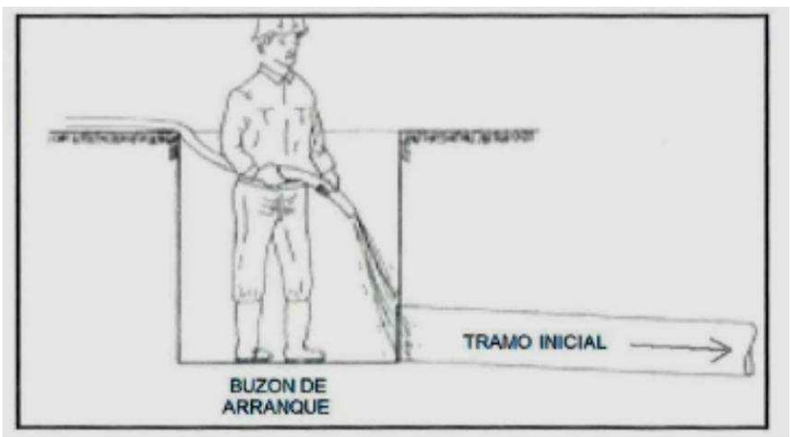
Las acciones a considerar en el sistema de alcantarillado, deben ser:

- Limpieza preventiva total de las redes y de zonas de obstrucción frecuente.
- Inspección del estado de la red.
- Cambio o reposición de tapaderas de pozos de visita y candelas domiciliares.
- Identificación de conexiones clandestinas de aguas pluviales.
- Limpieza de pozos de visita y candelas domiciliares

4.3.1 Limpieza de los colectores

Se deberá identificar, en función a la antigüedad de la tubería y la pendiente de la misma, los tramos de la red críticos, que merece mantenimiento más frecuente, y los no críticos, aquellos que necesitan mantenimiento más espaciados.

La frecuencia de mantenimiento para los tramos críticos será de seis meses y para los no críticos un año.



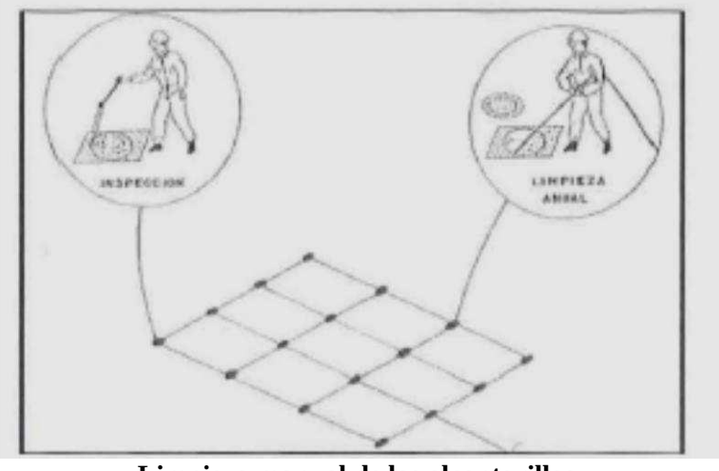
Se deberá realizar la limpieza de los tramos iniciales de los colectores con abundantes chorros de agua.

Limpieza de los tramos iniciales de los colectores

Se deberá realizar la limpieza manual de las alcantarillas, para lo cual podrán emplearse barras o varillas de acero de 3/8" a 1/2" de diámetro y de 1 m de longitud. También pueden emplearse cables de acero de 12 mm de longitud variable. En ambos casos se pueden adaptar ciertos dispositivos como cortadores de raíces y cortadores expandibles con cuchillas adaptables al diámetro de la tubería.

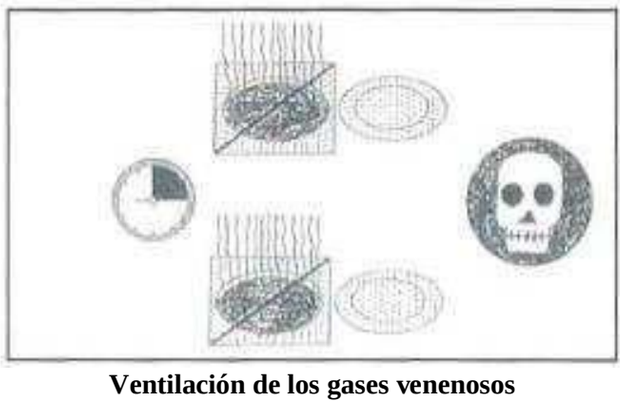
Se deberán abrir las tapas de los buzones aguas abajo y aguas arriba del tramo afectado y esperar 15 minutos antes de ingresar, para permitir una adecuada ventilación de los gases venenosos que se producen en las alcantarillas.

Cuando sea necesario, se deberá ocasionar el represamiento del flujo en una cámara de inspección, cerrando con compuertas manejadas a mano, el arranque de la tubería. Al levantarse dicha compuerta, el agua represada ingresa violentamente a través de la tubería arrastrando los depósitos aguas abajo. Esta práctica da muy buenos resultados en tuberías de diámetro de 150 a 200 mm.



Limpieza manual de las alcantarillas.

Esperar 15 minutos por lo menos para ventilar
la cámara.



Ventilación de los gases venenosos

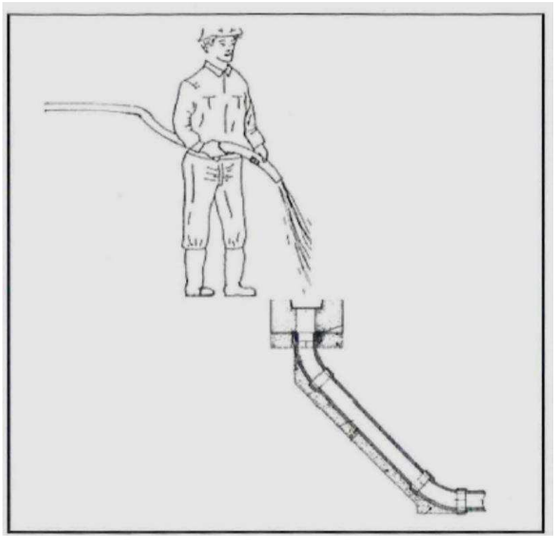
4.3.2 Limpieza de dispositivos simplificados de inspección

Como parte del programa de mantenimiento de los colectores se deberá realizar la limpieza de los tramos a través de los dispositivos de inspección:

Los terminales de limpieza ubicados en las cabeceras de las redes de alcantarillado deberán limpiarse con chorros de agua o empleando cables o varillas por lo menos dos veces por año.

Los tubos de inspección deberán ser lavados con chorros de agua por lo menos una vez por año.

Las cajas de paso ubicadas en los cambios de pendiente, diámetro y dirección deberán ser limpiadas con abundante agua por lo menos 1 vez por año.



Limpieza de terminales en cabeza de colectores

4.3.3 Control de conexiones ilícitas

Debido a que el sistema se diseña estrictamente como sanitario, se deberá ejercer un estricto control para evitar que las conexiones de agua de lluvia, tanto las procedentes de patios o techos como las de las calles, sean conectadas por los vecinos a la red de drenaje.

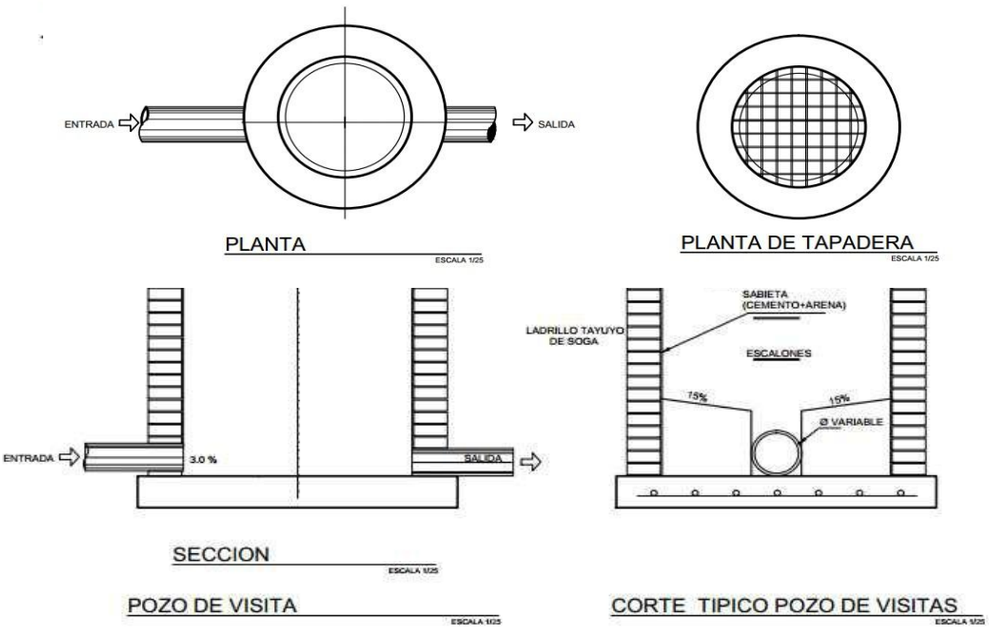
4.3.4 Inspecciones

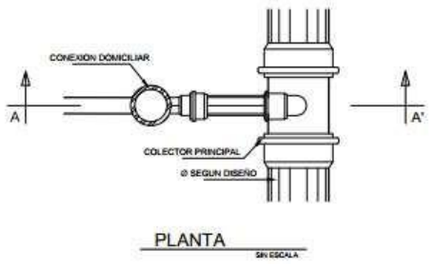
Es recomendable que las inspecciones en los colectores del alcantarillado se efectúen en condiciones de bajo caudal. Tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana. De no poder realizarse la inspección durante estas horas, como alternativa, se puede hacer un taponamiento temporal del colector que se inspecciona, con el fin de reducir el caudal.

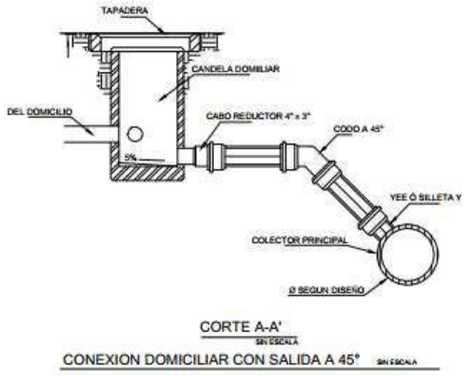
4.3.5 Limpieza de los pozos de visita y candelas domiciliares

Los pozos de visita y las candelas domiciliares deberán mantenerse libres de basura, piedras, tierra o escombros a fin de evitar taponamientos en el sistema. A la salida de cada candela domiciliar se ha previsto la instalación de un cabo reductor de 3 a 4” con el propósito de evitar que ingresen a la red desechos mayores de 3”. El diámetro mínimo de la red es de 6” con lo que se está garantizando que no habrá taponamiento.

Los pozos de visita y las candelas domiciliares deberán ser vigiladas constantemente con el propósito de reparar tapaderas quebradas o destapar los orificios de las tapaderas donde está colocado el hierro que sirve de asa al momento de levantar las tapaderas.







4.3.6 Mantenimiento de tuberías y obras accesorias

Esta actividad se reduce en la mayor parte del tiempo a la limpieza hidráulica de las tuberías para la remoción de sólidos que eventualmente ingresen a la red de alcantarillado sanitario.

El fontanero deberá realizar inspecciones periódicas de la tubería, como mínimo cada 6 meses. Si en dicha inspección se identifican problemas especiales, se procederá a corregir las causas que los produzcan.

4.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es el conjunto de trabajos necesarios a ejecutar para corregir algún problema que se presente durante el funcionamiento de los colectores.

El planteamiento de las principales actividades de mantenimiento correctivo, así como los materiales, accesorios y procedimientos que se mencionan en el presente manual sólo son de carácter de recomendación.

El mantenimiento correctivo comprende la intervención de los colectores en los siguientes casos:

- Atoros.
- Pique y desataros.
- Rehabilitación de colectores.
- Construcción y reconstrucción de buzones.
- Cambio y reposición de tapa de buzones.

4.4.1 Atoros

Se produce cuando un tramo de tubería es obstruido por algún objeto o acumulación de sólidos que impiden en forma total o parcial el flujo normal de los desagües, y consecuentemente el represamiento de los desagües. Estas obstrucciones se deben generalmente al arrojo de materiales por la boca de los buzones al encontrarse sin tapa o la tapa deteriorada (rota) o la sedimentación de materiales por la poca velocidad de arrastre existente.

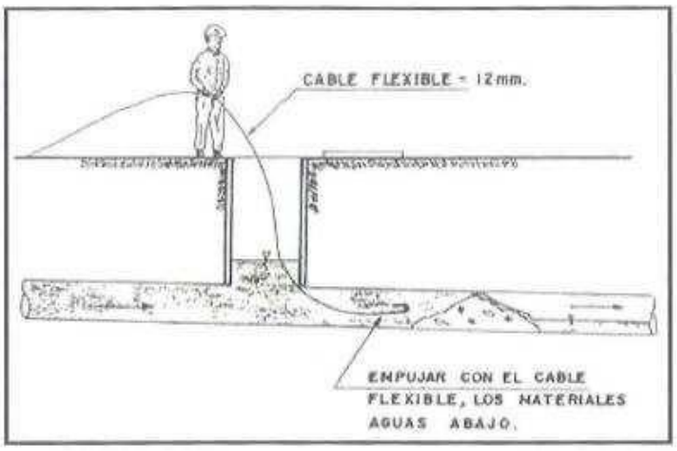
El mantenimiento correctivo comprende la eliminación de estos obstáculos o elementos extraños de los colectores, mediante el empleo de varillas de desataros y a través de las bocas de inspección de los buzones. Se utilizará también agua a presión.

El procedimiento para el desarrollo de esta actividad se describe a continuación: Procedimiento para el desatoro de tuberías.

Ubicación del tramo de la tubería a ser desatorada.
Traslado de personal, equipo y herramienta a la zona de trabajo. Señalización zona de trabajo.
Introducción de agua a presión.
Introducción de accesorios metálicos a la tubería, como varillas o toma sondas. Si no se resolvió el problema efectuar las siguientes actividades:

- Determinar la longitud a partir del buzón, donde se estima se ubique la obstrucción de algún objeto.
- Excavar hasta encontrar la tubería donde se efectuó el atoro.

- Cortar la clave de la tubería en forma rectangular, para extraer el objeto obstruido.



Desatoro de ramales condominiales.

Los trabajos de mantenimiento correctivo en ramales pueden ser de responsabilidad directa de los vecinos o alguna organización administradora, según lo acordado en la etapa de implantación del sistema:

Algunos de los materiales y equipamientos requeridos para su ejecución se detallan a continuación:

Politubo de diámetro3/4" L= 25 m.
Waype = 2 Kg.
Alambre de amarre= 1 Kg.
Dos espejos pequeños Escoba
pequeña Baldes de agua

Detectada la obstrucción del ramal condominial, el procedimiento para su desobstrucción será:

En un extremo del politubo sujetar muy bien el waype con la ayuda del alambre y tener mucho cuidado para evitar que esto se desprenda en el interior de la tubería. Introducir este extremo en el tramo obstruido; ejecutar movimientos repetitivos de empuje hacia el elemento obstructor, hasta lograr que este pase al otro extremo de la cámara del ramal.

Luego de extraído el elemento obstructor, circular abundante agua por la tubería, observando que no exista ningún punto de acumulación de líquido, de lo contrario regresar al paso anterior

Observar el interior de la tubería por medio de la prueba de espejos, asegurándose que la tubería esté nuevamente habilitada para el funcionamiento.

Las cámaras de inspección deben ser bien cerradas. Para evitar el ingreso de elementos ajenos al alcantarillado.

4.4.2 Piques y desatoros

Cuando ya no es posible solucionar el problema de atoro a través de las bocas de inspección con las varillas de desatoro, y se verifique que existe un colapso de la tubería y/o obstrucción de la misma por un material difícil de remover (que ha sido ubicado con las varillas), se procede a realizar una excavación denominada "PIQUE" en una longitud aproximada de 12 m aguas abajo del atoro, según la profundidad del colector y el material del terreno que se encuentre.

Descubierta la tubería, se procede a realizar dos orificios, el primero en la zona afectada para extraer los materiales acumulados, y el segundo a 2.50 m. aproximadamente del primero, el cual servirá para evacuar el desagüe represado. En todo momento se debe evitar que la zanja se inunde y se deba utilizar e introducir varillas más gruesas (de1/2" a 3/4") a partir del primer orificio realizado el desatoro respectivo en forma manual haciendo uso de lampones (mini lampas).

Luego de efectuada la limpieza, se deberá realizar la evaluación del estado del colector, a fin de determinar la necesidad de su rehabilitación (cambio y/o reforzamiento). A continuación, y si se verifica que la tubería se encuentra en buenas condiciones, se procede a repararla, sellando primeramente las aberturas colocando tuberías de PVC (media luna), vaciando a continuación un dado de concreto con una resistencia de 140 Kg/cm2 rellenando y compactando la zanja excavada y finalmente reponiendo el pavimento afectado (si lo hubiera). Si la tubería estuviera en malas condiciones, se procederá a rehabilitarla.

El procedimiento para el desarrollo de esta actividad es de acuerdo con el ítem mantenimiento predictivo, los cuales pueden ser complementados de acuerdo a las circunstancias encontradas en el terreno.

4.4.3 Rehabilitación de colectores

La rehabilitación de los colectores consiste en el reemplazo, reubicación y/o reforzamiento de la tubería en todo el tramo afectado. Para el caso del reforzamiento de la tubería en todo el tramo se siguen los siguientes pasos:

Se realizará la excavación hasta descubrir la tubería (hasta 100 % del diámetro), dejando refinado la zanja.

Se colocará el entibado y/o tablestacado de acuerdo con las características del terreno.

El reforzamiento de la tubería se llevará a cabo utilizando Concreto fc = 140 (Kg/cm2), siendo necesario colocar un encofrado de madera o metálico que coincida con la campana de la tubería. Este refuerzo de concreto generalmente tiene un espesor de 7.5 cm.
En algunas oportunidades la tubería presenta grietas en su parte superior, cubriéndolo con tubería de PVC (media luna) y vaciando luego con concreto.

Los siguientes pasos son los mismos que en una renovación de colectores, se rellena y compacta para luego reponer el pavimento según sea el caso.

Concluido los trabajos se procede a realizar una limpieza general de las zonas afectadas.

A continuación, se describen los principales pasos para el reemplazo de colectores:

- Procedimiento para reemplazo de colectores
- Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.
- Desvío de las aguas servidas (si fuera necesario, el agua residual deberá bombearse aguas abajo).
- Taponeado del colector, en el buzón aguas arriba.
- Rotura de pavimento si lo hubiere.
- Excavación de zanja.
- Retiro de la tubería deteriorada.
- Refine y nivelación de fondo de la zanja.

- Colocación de puntos de nivel, con equipo topográfico, respetando la pendiente de diseño.
- Preparación de la cama de apoyo con arena compactada.
- Instalación de la tubería con elementos de unión, debidamente alineada tanto en la parte superior y al costado de la tubería.
- Destaponado del colector.
- Prueba hidráulica.
- Relleno y compactación de zanja.
- Reposición de pavimento si lo hubiera.
- Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo.

4.4.4 Construcción y reconstrucción de buzones

Esta actividad se realizará cuando se detecten deterioros o averías en algunas partes constitutivas de los buzones y que pueden originar filtraciones o representar algún peligro para el tránsito y los transeúntes. Esta actividad podrá ser:

- Reconstrucción del solado.
- Reconstrucción de media caña.
- Reconstrucción de cuerpo de buzón.
- Reposición de techo de buzón.

A continuación, se describen los principales pasos para el mantenimiento correctivo de cuerpo y fondo de buzones.

Mantenimiento correctivo de cuerpo y fondo de buzón

- Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo.
- Abrir las tapas de los buzones aguas arriba y aguas abajo del buzón afectado por lo menos 15 minutos antes de ingresar a realizar los trabajos.
- Taponado de llegadas de tuberías al buzón.
- Desvío de las aguas servidas (si fuese necesario, el agua residual deberá bombearse aguas abajo).
- Limpieza del fondo del buzón.
- De acuerdo al estado del buzón, se efectuará una o varias de las siguientes actividades:
- Reconstrucción de Solado con mortero 1:2 y/o.
- Reconstrucción de media caña con mortero 1:2 y/o.
- Reconstrucción de cuerpo de buzón: 1) Mediante la demolición del cuerpo del buzón deteriorado. 2) Encofrado del cuerpo del buzón. 3) Reconstrucción del cuerpo del buzón con concreto (fc= 175kg/cm2). 4) desencofrado.
- Después del fraguado, destaponado del colector.
- Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo

4.4.5 Cambio y reposición de tapa de buzones

Los cambios y/o reposición de marcos y tapas para buzones generalmente se realizan por los siguientes motivos:

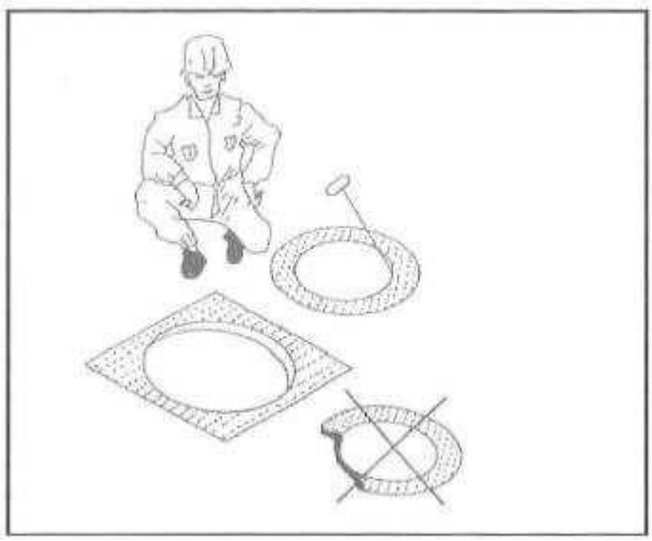
• Por deterioro debido al tiempo transcurrido.
• Por sustracción por terceras personas.
• Por el peso que debe soportar

En todos los casos deben ser cambiados todos los marcos para evitar riesgo que después pueden traer consecuencias que lamentar. A continuación, se describen los principales pasos para el mantenimiento correctivo de marcos y tapas de buzones.

Traslado de personal, equipo, herramientas y materiales a la zona de trabajo. Rotura de pavimento, si lo hubiere

Si el marco y/o tapa y/o techo del buzón se encuentran en mal estado, efectuar una o todas de las siguientes actividades:

- Cambio de marco y tapa para buzón mediante: retiro del marco y/o tapa de deteriorados y/o instalación de marco de fierro fundido con concreto fc=210 kg/cm2 y/o colocación de tapa de concreto.
- Reposición de techo de buzón mediante: rotura del techo de buzón deteriorado y/o instalación de techo de buzón prefabricado y/o instalación de marco de fierro fundido.
- Reposición del pavimento si lo hubiere.
- Eliminación de desmonte y limpieza de la zona de trabajo.
- Otras actividades.

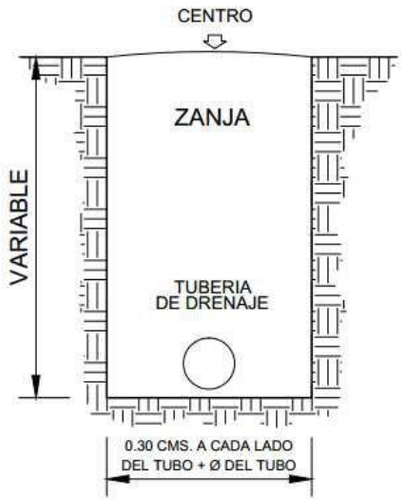


Desatoro de ramales condominiales.

4.4.6 Reparación de tuberías

En esta actividad se contempla la reparación de tuberías que presente daños. Para realizarla, los operadores deberán señalizar adecuadamente la zona de trabajo y garantizar la seguridad en la vía. Se procederá a la rotura de pavimento, en caso de que hubiera, empleando cortadora de pavimento y martillo neumático.

Se excavará la zanja y se reservará el material excavado que pueda ser reutilizado para el relleno. Se extrae el tubo deteriorado y se procederá al cambio. Una vez colocado se rellenará y compactará la zanja con material granular. El pavimento demolido deberá de ser repuesto, si es que preexistía. El personal deberá de realizar la limpieza del área de trabajo y el retiro de los dispositivos de señalización y seguridad. Este mantenimiento se debe ejecutar en un periodo máximo de 24 horas, de tal modo que el servicio pueda ser restituido lo más pronto posible. En el caso de que el tramo comprometa conexiones domiciliarias, se efectuará el taponamiento temporal de dichas conexiones durante la ejecución del mantenimiento, de tal manera que los trabajos se lleven a cabo en seco.



DETALLE TIPICO DE ZANJA
TUBERIA DE DRENAJE
SIN ESCALA

4.5 MEDICIÓN DE CAUDAL DE DESCARGA

El caudal es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo a través de una sección dada de un curso o conducción de agua.

Con estructuras de control de flujos insertadas en un canal abierto:

- Esta estructura tiene una relación geométrica entre la profundidad del flujo (altura) y el caudal.
- La profundidad se mide con una regla o una escala hidrométrica.
- El resultado se coloca en una fórmula que describe la relación caudal/altura.
- Los vertederos y las canaletas.

Los métodos más comunes de medición de caudal de descarga, son los que se presentan a continuación:

- Cuando no se cuenta con un dispositivo de medición de caudal se utiliza un aforador de canal abierto, el caudal es calculado por medio de la estimación del área transversal del canal.
- El método del flotador: consiste en utilizar un flotador para medir el tiempo que toma desplazarse entre dos puntos a lo largo de la trayectoria del caudal de un canal abierto o una corriente, es recomendable para flujos constantes. El caudal se estima multiplicando la velocidad del flotador (m/min) por el área
  transversal del canal:

$$\text{Caudal}(m3/s) = \text{Velocidad}\ (m/s) * \text{área}\ (m2)$$

- El aforo volumétrico es el método por el cual se mide la cantidad de agua que pasa en un área transversal determinada por unidad de tiempo.

Este método se utiliza para llevar un control del funcionamiento del sistema de drenaje. A continuación, se describe el procedimiento a seguir:

HERRAMIENTAS Y EQUIPO

1. Cubeta de 5 galones
2. Cronometro
3. Cámara fotográfica
4. Equipo personal de seguridad

PROCEDIMIENTO

1. Se toman las medidas de la cubeta (alto y diámetro)
2. Se coloca la cubeta por debajo del brote de aguas residuales
3. Se mide el tiempo que tarda la cubeta en llenarse con el fluido.
4. Debe guardarse un registro fotográfico de la actividad.
5. Se repiten los pasos del 2 al 3, 5 veces
6. Con las medidas de la cubeta se calcula el volumen:

$$v = \pi \left(\frac{d^2}{2}\right) h$$

Donde:
V= volumen
d= diámetro
h= altura

7. Se promedian los tiempos obtenidos
8. Se calcula el caudal por medio de la fórmula:

$$Q = v/t$$

Donde:
Q= Caudal
V = volumen de la cubeta
t = tiempo promedio de llenado

5 CALIDAD DE LAS AGUAS

5.1 MUESTREO DE AGUAS

El muestreo de agua para la evaluación de calidad de agua debe realizarse por lo menos una vez al año, para poder garantizar que el funcionamiento de las unidades de tratamiento es óptimo y se cumple con los requerimientos establecidos en el acuerdo gubernativo 236-2006.

La muestra puede ser simple o compuesta, definidas como:

- **Muestra simple:** se toma en un sitio determinado y una sola vez. Se utiliza para determinar parámetros de calidad de agua, como potabilidad (es más usada en redes de abastecimiento de agua de un lugar determinado).

- **Muestra compuesta:** se toman varias muestras en distintos momentos y se colocan en el mismo recipiente o en recipientes individuales. En este caso si es posible medir el caudal instantáneo, en el laboratorio se prepararía la muestra compuesta en función de los caudales determinados.

PROCEDIMIENTO:

1. Se toma la muestra y se determina el tiempo en que se tomará la siguiente muestra por ejemplo cada 15 minutos.
2. Se coloca la muestra en el recipiente marcado de acuerdo a los tiempos de muestreo, previamente rotulado.
3. Finalmente se obtendrá por ejemplo una muestra compuesta tomada en un tiempo de 2 horas siempre y cuando las condiciones operativas del sistema de tratamiento permitan.

5.2 ASPECTOS IMPORTANTES A TOMAR EN CUENTA ANTES DE REALIZAR EL MUESTREO DE AGUAS

- Definición correcta de los puntos de muestreo
- Muestreo para cloro
- Verificar las horas de muestreo
- Los recipientes para las muestras deben estar limpios y secos
- Equipo y los recipientes que entren en contacto con la muestra deben estar limpios
- Es aconsejable enjuagar los recipientes dos o tres veces con el agua que está siendo recolectada (a no ser que el recipiente contenga un preservante).
- La mayoría de los recipientes para muestras deben ser llenados completamente a menos que sea necesario un espacio de aire para permitir la expansión térmica durante el transporte.
- Hacer un registro de cada muestra recolectada y rotular cada recipiente.

5.3 MATERIAL QUE SE NECESITA PARA LOS MUESTREOS / PRUEBAS QUE SE PUEDEN REALIZAR "IN SITU"

- Guantes
- Termómetro
- Recipientes plásticos (solamente para los parámetros fisicoquímicos)
- Recipientes de vidrio: muestras para análisis de grasas y aceites
- Hielera
- Conos Imhoff (para medir solidos sedimentables)
- Recipiente para el examen bacteriológico, el cual se debe solicitar al laboratorio, pues tiene que estar esterilizado para garantizar el resultado de dicho análisis.

5.4 CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

- Depende del parámetro a analizar
- El análisis debe ser lo más pronto posible para garantizar una mínima alteración de la muestra de agua desde su origen hasta el laboratorio de análisis, sobre todo para muestras con alto contenido bacteriano (aguas negras, porquerizas, mataderos y otros).
- Algunos parámetros se recomienda el análisis in situ, por ejemplo, temperatura, pH, oxígeno disuelto, turbiedad y conductividad.
- Se requiere una hielera (estereofono plásticas) con hielo para colocar los recipientes con las muestras de agua y que estos no sufran la mínima alteración mientras son trasportados al Laboratorio para su análisis.

5.5 PUNTOS DE MUESTREO PARA DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

- Es el punto que se encuentra antes de que la descarga ingrese a un curso de agua o cuerpo receptor (una corriente natural o un río).

- Puede ser que este punto sea de difícil acceso o poco seguro; de ser así la muestra debe ser recolectada en el primer punto accesible que se localice aguas abajo del vertido de la planta de tratamiento.

5.6 CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDICIÓN

- Todos los equipos que se utilicen en los muestreos de aguas para hacer análisis IN SITU deben estar calibrados, por ejemplo, el termómetro y ph- metro.
- Los equipos pueden verse afectados por el envejecimiento de los componentes, cambios de temperatura, estrés mecánico, etc., este deterioro no puede ser evitado, pero sí puede detectarse y limitarse por medio del proceso de calibración.
- La correcta calibración de los equipos brinda la seguridad de que los resultados que se obtienen son veraces y confiables.

5.7 OPERACION DE LOS SISTEMAS DE DEPURACION

Fosas sépticas

a) Objetivo:

Asegurar su normal funcionamiento, evitando la acumulación excesiva de lodos y natas sobrenadantes.

b) Actividades:

- Escobillar la superficie del líquido con objeto de fracturar y rehidratar las natas sobrenadantes y propiciar su sedimentación. De esta manera, se posibilita la evacuación de los gases producto de la estabilización anaerobia de los sólidos sedimentados, evitando la acidificación de agua que afectaría negativamente a la actividad metanogénica.

  Esta actividad debe realizarse empleando un rastrillo, chorro de agua de manguera o de una pequeña motobomba que succione el agua de la misma fosa séptica.

- Extraer el lodo parcialmente estabilizado que se ubica al fondo de la unidad. Para esta actividad se requiere el apoyo de un camión hidro succionador, por lo que deberá pedirse el apoyo del GAD del cantón Santiago o alguna empresa privada que brinde este servicio.

  En general, la extracción de lodo debe efectuarse cuando se tenga una acumulación de aproximadamente un 25 % a 30 % de la altura de agua en la fosa (medida con la ayuda de una vara cubierta con tela, en la cual se marca claramente el nivel del lodo). Deberá cuidarse de no extraer totalmente el lodo, sino dejar una altura de aproximadamente 10 a 15 cm que sirve como inóculo para que continúe el proceso de digestión anaerobia de los sólidos sedimentados.

c) Recursos necesarios:

- Cuadrilla de operación y mantenimiento del GAD del cantón Santiago
- Tanquero y motobomba o hidro succionador

d) Tiempo estimado:

- Escobillado de natas: una hora
- Extracción parcial de lodos digeridos: 2 horas

e) Frecuencia aproximada:

- Escobillado de natas superficiales: quincenal a mensual

- La frecuencia de extracción de lodos dependerá del tipo de uso de la unidad, es decir si se trata de un sistema familiar o condominial; sin embargo, en general requerirá efectuarse con periodicidad anual para los sistemas condominiales y cada tres o cinco años para las fosas sépticas de servicio familiar.

Filtros biológicos

a) Objetivo:

- Asegurar apropiadas condiciones de operación, para conseguir las eficiencias esperadas en la depuración del agua residual

- Evitar la colmatación excesiva del lecho filtrante al punto de que se produzca flujo en cortocircuito sobre la superficie del lecho filtrante.

b) Descripción de actividades:

Lavado del material filtrante (grava), cuando se aprecie que la superficie del agua llegue a la del lecho filtrante. Esta situación se dará cuando el filtro se encuentre colmatado por el material sólido retenido en el lecho filtrante.

En efecto, en condiciones de funcionamiento normal (con el filtro limpio), la superficie del nivel del agua estará siempre por debajo de la superficie del lecho filtrante.

El lavado se efectúa de la siguiente manera:

- Se vacía el filtro mediante la succión del agua de la cámara de salida. Para esto se empleará un hidro succionador o motobomba que descargue al terreno en el cual se efectúa la aplicación del agua residual.

- Con el apoyo del hidro succionador u un tanquero que disponga de manguera de salida de al menos 4”, descargar agua sobre la superficie del lecho. Esta operación debe efectuarse de manera homogénea empezando por el ingreso y avanzando hacia la salida del filtro.

  La cantidad de agua descargada será de aproximadamente 0.50 metros cúbicos por metro cuadrado de superficie de filtro.

- Extraer nuevamente el agua de lavado aplicada

- Esperar que se restituya el flujo normal de agua residual y verificar que la superficie del nivel de agua esté por debajo de la superficie de la grava en la cámara de ingreso, lo que indica que el filtro quedó limpio. (con mínima pérdida de carga).

c) Recursos necesarios:

- Cuadrilla de operación y mantenimiento del GAD del cantón Santiago
- Tanquero y motobomba o hidro succionador

d) Tiempo estimado: cuatro horas

e) Frecuencia aproximada: semestral a anual

Aplicación al terreno del efluente de Filtros Biológicos

a) Objetivo:

- Asegurar que las condiciones de infiltración y tiempos de retención sean los previstos (máximos posibles), para alcanzar los niveles de depuración deseados

- Evitar el crecimiento excesivo de pasto para favorecer la acción de la luz solar sobre el escurrimiento superficial mejorando así las condiciones de depuración microbiológica.

b) Descripción de actividades:

- Conformación inicial de los surcos con pendiente longitudinal aproximada del 1 % y de las dimensiones previstas (0.25 m de ancho y 0.15 m de alto). Colocación de semillas de pasto para promover su rápido crecimiento o resiembra (encespado), de manera que se estabilicen los surcos con las formas deseadas

- Intercambio del área de aplicación del agua residual. En efecto, el área total definida para efectuar la aplicación del agua residual, debe estar dividida en dos sectores de similar extensión; de manera que dicha aplicación se efectúe en períodos continuos de aproximadamente 15 días en cada uno de ellos, permitiendo el descanso de riego en el sector alternativo (para evitar marchitamiento del pasto).

- Control del crecimiento de pasto. Para esto podría procederse a su corte, o mejor aún permitir el pastoreo de una o dos cabezas de ganado en el área, de manera que a la vez que se efectúa su poda, se aprovecha para alimentar el ganado. Es importante tener en cuenta que este pastoreo debe efectuarse cerca de terminar el período de descanso de aplicación del agua residual al sector; es decir al menos 10 días después de que se ha suspendido la aplicación del agua residual.
- Reconformación de los surcos cuando se determine necesario, para asegurar el flujo del agua residual a lo largo de todos ellos, sin que existan pasos directos que pudieran disminuir el tiempo de retención

c) Recursos necesarios: Herramientas menores

d) Tiempo estimado: 1 día

e) Frecuencia aproximada: Quincenal

5.8 PUESTA EN MARCHA DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO BIOLOGICO

Las distintas unidades de tratamiento biológico, requieren que se tomen ciertas medidas específicas para conseguir un adecuado desarrollo inicial de la microfauna (especialmente bacterias y algas) responsables de la estabilización de la materia orgánica, de esta manera se minimizará el tiempo requerido para la "maduración" de los reactores y para que se alcancen las eficiencias previstas.

A continuación de indican las actividades a observarse para conseguir un adecuado arranque en el funcionamiento de dichas unidades:

Actividades para iniciar el funcionamiento de las fosas sépticas

- Llenar las unidades con agua clara (puede ser agua de las quebradas)
- Aplicar al reactor ("sembrar") un inóculo de lodo biológico proveniente de otra unidad similar. En el presente caso, se recomienda aplicar lodo biológico extraído de otra fosa séptica o utilizar majada de ganado caballar o vacuno.
- La cantidad sugerida de lodo biológico a aplicar al reactor es de 10 a 20 Kg SSV por metro cúbico de la cámara de digestión.
- Permitir el normal ingreso de agua residual

Aplicado el inóculo de lodo biológico, estas unidades trabajarán de manera estable desde su inicio, especialmente en su función principal de decantación de sólidos, la cual es independiente de su digestión anaerobia

Actividades para iniciar el funcionamiento del filtro biológico

Simplemente permitir el ingreso del efluente del reactor anaerobio. No se requiere de aplicación de inóculos

Se estima que el proceso de maduración del filtro (formación de la película biológica alrededor del material granular) hasta alcanzar las eficiencias esperadas tomará un tiempo aproximado de tres meses.

5.8.1 Actividades para iniciar el funcionamiento de las áreas de aplicación al terreno

Se requiere solamente que los surcos practicados en dichas áreas se encuentren estabilizados con el pasto cultivado, de manera que los flujos de agua residual de horas pico, no originen daños en su conformación.

Una vez que esto se haya conseguido, podrá iniciarse la aplicación del agua residual al terreno; por tanto, es importante que la preparación de estas áreas se efectúe paralelamente a la construcción de las unidades de tratamiento previo.

5.9 CONTROL DE LA EFICIENCIA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Todo sistema de tratamiento de aguas residuales debe estar diseñado de tal manera que, cuando se opere adecuadamente, produzca en forma continua el caudal y calidad de efluente requerido.

Si existen equipos, éstos han de funcionar satisfactoriamente dentro de cualquier rango posible de operación; igualmente, el operador debe estar en capacidad de ajustar la operación a los requerimientos de cada momento. Se tiene que contar con equipos de laboratorio que permitan determinar las características esenciales de operación, hacer los ajustes requeridos y controlar la calidad del efluente.

El sistema de tratamiento debe estar en capacidad de operar continuamente, aun en los casos en que sea necesario sacar de operación un equipo para su mantenimiento o reparación. Esto supone la existencia de dos o más unidades de repuesto o de reserva y la previsión, en el diseño, de suficientes accesorios y conexiones que faciliten la derivación o el aislamiento de los equipos de operación crítica.

Cuando los costos de mano de obra son bajos y relativamente accesibles, se debe preferir un diseño de mano de obra intensiva a uno de automatización. La utilización de equipos automáticos y de controles elaborados requiere técnicos calificados, lo cual influye en el costo de operación y mantenimiento, así como en la confiabilidad del sistema.

El mantenimiento se define como el arte de mantener los equipos de la planta, las estructuras y todos los accesorios en condiciones adecuadas para prestar los servicios para los cuales fueron propuestos, por lo cual es esencial para lograr una operación eficiente del sistema de tratamiento.

Para asegurar un mantenimiento adecuado se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

1, La responsabilidad del mantenimiento debe definirse claramente.

2, La responsabilidad del mantenimiento debe asignarse a personal competente.

3, Los objetivos del mantenimiento deben definirse con claridad y establecerse en un programa de mantenimiento.

4, El programa de mantenimiento debe contar con presupuesto adecuado y seguro.

5, El sistema de tratamiento debe contar con todos los repuestos, herramientas y controles requeridos para su mantenimiento.

6, El mantenimiento preventivo tiene que planearse y programarse en forma permanente.

7, Debe existir un registro, computarizado o escrito, de cualquier labor de mantenimiento, que permita controlar el programa correspondiente. Lo ideal sería que los registros de control fueran el mínimo necesario pata administrar y ejecutar un programa efectivo de mantenimiento; suficientes para que no se olvide todo lo que hay que hacer, pero sin que incluyan esfuerzo de dedicación excesiva que desaliente su diligenciamiento actualizado y conduzca a debilitar una actividad vital en la buena marcha del sistema de tratamiento.

El mantenimiento preventivo, además de estar constituido por el mantenimiento programado para prevenir las fallas o eventuales salidas del servicio de un componente del sistema de tratamiento, es esencial para reducir fallas no programadas, eliminar las emergencias y reducir los costos de operación y de mantenimiento. Dependiendo del tipo de sistema de tratamiento, todo programa de mantenimiento debe incluir las labores relacionadas con:

Buen aseo general. La planta, equipos, corredores, laboratorios deben permanecer limpios y en orden, con una apariencia estética agradable. Lubricación. Hay que asegurar que todo equipo esté lubricado adecuadamente y posea un cronograma de lubricación acorde con las instrucciones del fabricante.

Refrigeración. Se debe verificar el estado de funcionamiento de cualquier equipo, asegurando su operación a la temperatura apropiada y el reemplazo de empaques o rodamientos de acuerdo con el programa de rutina de revisión e inspección.

Almacenamiento. Se ha de mantener un inventario apropiado de repuestos y equipos de reemplazo, en tal forma que no haya interrupciones de servicio ni períodos de espera prolongados entre reparaciones.

El mantenimiento correctivo es, generalmente, una actividad de emergencia para reparar un equipo o estructura que ha causado una falla del sistema de tratamiento. Cuando el sistema de tratamiento está diseñado para operar continuamente, la administración no debe esperar a que un equipo o componente falle para repararlo o reemplazarlo. El control del tiempo de operación de un equipo o componente del sistema de tratamiento, así como de un rendimiento, provee percepción de una posible falla, por lo que no se debe esperar a que ésta ocurra. Cuando se requiere mantenimiento correctivo, se ha de analizar si el equipo o componente debe repararse o reemplazarse por uno nuevo.

Todo trabajo de mantenimiento, preventivo o correctivo, debe realizarse en coordinación y cooperación completa con el personal de operación del sistema de tratamiento para que no se suspenda el tratamiento y que no haya descarga consecuente de un efluente objetable por la entidad de control.

Arranque del sistema de tratamiento

Para operar exitosamente un sistema de tratamiento de aguas residuales se debe contar, con un personal de operación capacitado adecuadamente y con dedicación apropiada a los requerimientos de dicha operación. Por tanto, el período de arranque de cada sistema de tratamiento debe aprovecharse para entrenar los operadores, familiarizarlos con los equipos y modificar cualquier procedimiento con el objeto de asegurar la obtención de la calidad requerida del efluente.

Cualquier operador de una planta de tratamiento de aguas residuales requiere entrenamiento especial, el cual se puede obtener a través de cursos y seminarios, así como por el trabajo en una planta de condiciones similares. El personal de operaciones debe dedicarse de tiempo completo a su labor, preferiblemente.

Cada tipo de planta (lodos activados, filtros biológicos, unidades rotatorias de contacto biológico, y, procesos hídricos) requiere un arranque y operaciones específicos para obtener el efluente propuesto en el diseño. El arranque de un proceso biológico de tratamiento es un período que tiene que darse para que los microorganismos inoculados o existentes en el reactor se aclimaten, se acostumbren, se desenvuelvan y se multipliquen dentro de las características del ecosistema que están viviendo.

En procesos de tratamiento anaerobio, generalmente, por la escasez y poca disponibilidad de lodo granulado específico para el afluente, se toma lodo floculento anaerobio de estaciones de tratamiento de desechos domésticos o de otras industrias, muchas veces de calidad inferior a la deseada para la inoculación de los reactores anaerobios. Debido a estas dificultades, el período de arranque puede exigir una duración de cuatro a seis meses.

Como parte integrante del programa de operación, se tiene el control periódico de la eficiencia de sus unidades para verificar el buen funcionamiento de los sistemas y de ser el caso efectuar los ajustes que se requieran para corregir problemas que se presenten.

Esta evaluación de la eficiencia de funcionamiento de las unidades se efectúa a base de ensayos de calidad del agua afluente y efluente de cada una de ellas, por lo que en esta sección se analizan los ensayos básicos a efectuarse.

Puesto que el objetivo principal del sistema de tratamiento es la reducción de los sólidos suspendidos (SST), carga orgánica (DBO) y microbiológica (CF), los ensayos a efectuarse se refieren básicamente a estos parámetros. En caso de detectarse bajas eficiencias en los procesos, los análisis deberán ampliarse a otros tales como: temperatura, pH, Alcalinidad, etc. para controlar que el medio sea favorable para la vida y desarrollo de los microorganismos encargados de la depuración del agua residual.

En el siguiente cuadro se resume el tipo de ensayos a efectuarse y los valores esperados correspondientes a un funcionamiento normal del sistema. Si se determinara valores fuera de los rangos sugeridos, deberá efectuarse análisis y evaluaciones especiales para determinar las causas y aplicar soluciones:

Cuadro No. 1
EFICIENCIAS Y RANGOS DE VALORES ESPERADOS
EN LAS UNIDADES DE DEPURACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

PARAMETRO A DETERMINAR	FOSA SEPTICA		FILTRO BIOLOGICO		APLICACIÓN AL TERRENO	
	EFIC. (%)	VALOR EN EFLUENTE	EFIC. (%)	VALOR EN EFLUENTE	EFIC. (%)	VALOR EN EFLUENTE
DBO (mg/l)	50	< 140	80	< 30	75	< 10
CF (NMP/100ml)	50	< 1.1 E7	80	< 2.2 E6	99.999	< 1.0E3
SST (mg/l)	0	< 150	80	< 30	85	< 6

En lo referente a los ensayos de DBO, será preferible que se efectúen sobre muestras compuestas, mientras que los otros parámetros pueden determinarse para muestras puntuales.

Frecuencia del control

Se recomienda efectuar los referidos ensayos con periodicidad trimestral.

Responsable del control del funcionamiento del sistema

Puesto que las actividades indicadas: muestreos, ensayos de laboratorio, procesamiento y análisis de la información, debe ser efectuada por profesionales, se recomienda que sea el GAD del cantón Santiago la que tome a su cargo el control del funcionamiento del sistema de depuración condominiales que se implementen.

6 MANTENIMIENTO

Se entiende como actividades de mantenimiento, aquellas que deben efectuarse para precautelar el buen funcionamiento y estado físico de las obras civiles, equipos y accesorios del sistema.

Para estas, no puede determinarse una frecuencia específica, sino que deberán ejecutarse a los primeros indicios de desmejoramiento del estado físico para el caso de obras civiles, y de acuerdo a la periodicidad recomendada por los fabricantes de equipos y accesorios.

Las principales actividades a efectuarse son:

6.7 Mantenimiento de la red de recolección y estructuras especiales.

Estas actividades estarán a cargo del GAD del cantón Santiago y básicamente consisten en:

- Adecuaciones a los brocales de los pozos de revisión cuando se detecten averías.
- Restitución de los peldaños de las escaleras para descender a los pozos de revisión.
- Arreglos o sustitución de tramos de colector si por algún evento especial resultaren averiados
- Sustitución de tapas de pozos de revisión o sumideros que se encuentren en mal estado.

6.8 Mantenimiento a los sistemas de tratamiento.

Las principales actividades a efectuar son:

- Pintura anual de la parte visible de las obras civiles de las fosas sépticas y filtros biológicos.
- Reparaciones anuales al cerramiento (de alambre de púas) de las lagunas (wetlands) o áreas de aplicación al suelo, según el caso.
- Reparaciones menores de obras civiles (enlucidos y similares), según se determine la necesidad

Estas actividades deben ser desarrolladas por los beneficiarios en el caso de los sistemas familiares y condominiales.

7 CONCLUSIONES

Con el seguimiento prolijo y continuo de las presentes recomendaciones básicas para la operación y mantenimiento del sistema, se asegura su buen funcionamiento y duración durante todo el período de diseño.

Las experiencias propias que se obtengan del seguimiento y control inicial del sistema, permitirán ajustar estas recomendaciones para optimizar la operación y mantenimiento general.

8 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

(1): CETESB, "Operacao e manutencao de Tanque Séptico e filtro anaerobio" Brasil, 1986.
(2): Asian Institute of Technology, "Environmental Sanitation Reviews"; Thailand,1986.
(3) Grupo Científico de la OMS; "Directrices Sanitarias sobre el uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura"; Ginebra, 1989
(4) Polplasert, C.; "Land Treatment of Wastewater and Sludge"; IHE, Delft, 1994.

Elaborado por:

ING. DORIAN MARIN
TECNICO DE OOPP