

MANUAL DE **O**PERACIÓN Y
MANTENIMIENTO
DE **S**ISTEMAS DE **T**RATAMIENTO
DE **A**GUAS **R**ESIDUALES
EN **P**OBLACIONES **R**URALES



REPUBLICA DE BOLIVIA



MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

**MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS**

Calle Capitán Castrillo N° 434
entre Av. 20 de Octubre y
Calle Heroes del Acre
Teléfono - Fax: (591-2) 211 5571
La Paz - Bolivia

Re-edición e impresión:
ABBASE LTDA.
Teléfono - Fax: (591 2) 222 1639
E-mail: abase@mi.canzion.com

La Paz - Bolivia, 2007

Con el propósito de apoyar los procesos de capacitación, para la implementación de las líneas de acción de la Guía de Desarrollo Comunitario para Proyectos de Agua y Saneamiento en poblaciones menores a 10.000 habitantes, se realiza la reedición del presente documento, el cual fue elaborado dentro del alcance del proyecto PROSABAR en la gestión 2001.

CONTENIDO

CAPITULO	Página
Introducción.....	5
1 Aguas Residuales.....	7
2 Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales...	11
3 Operación y Mantenimiento de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	19
4 Algunos Consejos Importantes.....	29
Bibliografía.....	31

INTRODUCCION

El Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Poblaciones Rurales, presenta los procedimientos esenciales para operar y mantener las siguientes unidades de tratamiento de aguas residual es: lagunas de estabilización, cámaras sépticas, tanques imhoff, filtros biológicos, y sus obras complementarias, está destinado a los responsables y operadores de los servicios; como documento técnico y como guía para la capacitación en operación y mantenimiento de plantas de tratamiento.

Se espera que constituya un instrumento útil en el desafío de mantener servicios de alcantarillado en buen funcionamiento, que lleguen a satisfacer las expectativas y exigencias de sus usuarios.

1 AGUAS RESIDUALES

Concepto

Las aguas residuales son aguas de desechos provenientes de sistemas de alcantarillado, que contienen aguas de inodoros, cocinas, duchas y lavanderías.

Clasificación

Las aguas residuales pueden clasificarse por el lugar de donde provienen. Así tenemos:

Aguas servidas	Son aquellas aguas que provienen de usos domésticos como las lavanderías, duchas, cocinas, pero no contienen heces fecales.
Aguas negras	Son aquellas aguas que provienen de los inodoros de los baños y otros, que contienen heces fecales. Por ello, estas aguas son altamente peligrosas para la salud humana.
Aguas industriales	<p>Son aquellas aguas provenientes de fábricas, minería y otros, que contienen contaminantes tóxicos de origen químico.</p> <p>También entran en esta clasificación las aguas provenientes de mataderos, industrias lecheras e industrias agrícolas como torrefactoras de café e ingenios arroceros, que contienen un alto contenido de materia orgánica, superior al de las aguas servidas y aguas negras.</p> <p>Las aguas industriales pueden ingresar en los sistemas de alcantarillado doméstico si tienen un tratamiento previo; de otra forma pueden bloquear las tuberías de alcantarillado y perjudicar el funcionamiento de las plantas de tratamiento.</p>
Aguas de hospitales o centros de salud	Son aquellas aguas que contienen micro-organismos que causan enfermedades y son altamente contaminantes. Las aguas de centros de salud no deben ingresar en los sistemas de alcantarillado sanitario y deben ser dispuestas en forma independiente, por su alto poder de contaminación.

Recolección y Evacuación de las Aguas Residuales

Son procedimientos sanitarios que sirven para recolectar y transportar las aguas residuales a un lugar en el que no afecte a la salud de la población. Uno de estos procedimientos son los sistemas de alcantarillado sanitario.

Un sistema de alcantarillado constituye un conjunto de tuberías, instalaciones y equipos destinados a recolectar y transportar aguas residuales y/o aguas de lluvia a un sitio final conveniente, de forma continua e higiénica y segura. Un sistema de alcantarillado que transporta en forma conjunta aguas residuales y aguas de lluvia, se denomina **Sistema Combinado**. Si el sistema tiene como objetivo transportar únicamente aguas residuales se denomina **Sistema Sanitario**, y si únicamente transporta aguas de lluvia, se denomina **Sistema Pluvial**.

En el área rural de Bolivia se construyen **Sistemas de Alcantarillado Sanitario**, vale decir, sistemas que colectan aguas residuales domésticas; estos sistemas pueden recolectar, también, algunos tipos de aguas industriales, previo tratamiento que reduzca su potencial de contaminación.

El presente Manual se refiere a los procedimientos de operación y mantenimiento de **Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales para Alcantarillados Sanitarios en Poblaciones Rurales**.

El tratamiento de las aguas residuales tiene varios propósitos:

- ▶ Las aguas residuales pueden tener micro-organismos que causen enfermedades, como disentería, tifoidea, paratifoidea y hepatitis infecciosa. Por ello, se busca disminuir o suprimir el peligro de contaminar las fuentes de agua -ríos, quebradas y lagos- no sólo de la población sino de las poblaciones vecinas que se encuentran aguas abajo de los cursos de agua.
- ▶
- ▶ Hacerlas inofensivas con respecto a las molestias que pudieran ocasionar a los seres humanos.
- ▶
- ▶ Evitar la destrucción de la vegetación y los animales de la región.

Por la experiencia que se tiene en el país, un sistema de alcantarillado sanitario debería construirse si se cumplen las siguientes condiciones de carácter técnico:

- ▶ Poblaciones concentradas: en lo posible iguales o mayores a 1.000 habitantes.
- ▶ Poblaciones con sistemas de agua potable en buenas condiciones, con:
 - Conexiones domiciliarias.
 - Abastecimiento seguro de agua que, al menos, esté de acuerdo con las dotaciones establecidas para poblaciones rurales en la “Norma de Diseño de Sistemas de Agua Potable”.
 - Cobertura igual ó mayor al 80% de la población actual.
- ▶ La entidad responsable de la administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable se encuentre legalmente establecida, con estatutos y reglamentos vigentes.
- ▶ Las tarifas cobradas por el servicio de agua cubren los costos de administración, operación y mantenimiento, y la morosidad de pago es menor al 20%.
- ▶ La población cuenta con un Plan Municipal de Ordenamiento Urbano.

Confinamiento.

Es el destino final que se da a las aguas residuales, después de pasar por un proceso de tratamiento, para no causar contaminación al medio ambiente.

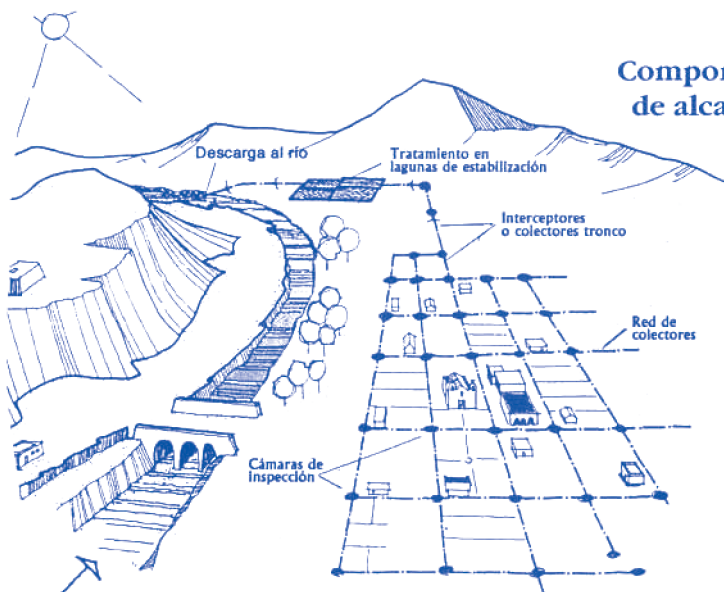


Figura 1
Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario

2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Son instalaciones en las que las aguas residuales, transportadas por la red de colectores, son tratadas para reducir la cantidad de sustancias contaminantes y de organismos dañinos a la salud humana.

En general estas instalaciones son estructuras que almacenan las aguas residuales por un período determinado de tiempo, durante el cual, por acciones químicas, físicas y biológicas naturales se reduce el potencial contaminante a un nivel aceptable para la región.

Tipos de Sistemas de Tratamiento

Existen varios tipos de tratamiento que pueden emplearse en sistemas de alcantarillado sanitario en poblaciones rurales, por ejemplo;

- Lagunas de estabilización.
- Cámaras sépticas.
- Tanques imhoff.
- Filtros anaerobios.

Para poblaciones menores a 5.000 habitantes se recomienda, de acuerdo a la experiencia en el país, el empleo de lagunas de estabilización. Las ventajas del empleo de lagunas de estabilización son:

- 1) **Costos y requerimientos reducidos de operación y mantenimiento,**
- 2) **Tratamiento eficaz en alto grado,**
- 3) **Bajas inversiones en maquinaria y equipos.**

Cuando por cuestiones de espacio no es posible la construcción de lagunas, pueden emplearse cámaras sépticas, tanques imhoff o filtros biológicos. En estos casos, el requerimiento de operación y mantenimiento es más exigente y deben emplearse unidades combinadas por ejemplo

- Lagunas de estabilización.
- Cámaras sépticas + filtros anaerobios ó lagunas de estabilización facultativas.
- Tanques imhoff + filtros anaerobios ó lagunas de estabilización facultativas.

En todos los casos, antes del ingreso a las unidades de tratamiento se recomienda que exista una cámara con rejillas, para retener objetos sólidos grandes. Esta cámara debe ser limpiada frecuentemente para evitar su obstrucción, y los residuos deben ser enterrados ó quemados.

Cámaras sépticas

Son tanques de área rectangular a los cuales son conducidas las aguas residuales domésticas. Ver (Figura 2). En las cámaras sépticas se producen los siguientes procesos:

- Retención de espumas y objetos flotantes.
- Sedimentación de sólidos.
- Digestión de la materia orgánica sedimentada.
- Descarga del agua residual clarificada.

Las cámaras sépticas son un proceso de tratamiento “primario”, es decir que en ellas la materia orgánica no es completamente descompuesta y no ocurren procesos de desinfección; por tanto deben tomarse medidas de precaución para evitar el contagio por microorganismos que causan enfermedades. Por ello, es necesario que a continuación se tenga un proceso de tratamiento adicional o “secundario”, que puede ser una laguna de estabilización, un filtro biológico, o zanjas de infiltración.

La materia sólida que se separa del agua residual y se deposita en las cámaras sépticas, es denominada “lodo”. Este lodo se extrae periódicamente y puede depositarse en lechos de secado o ser enterrado.

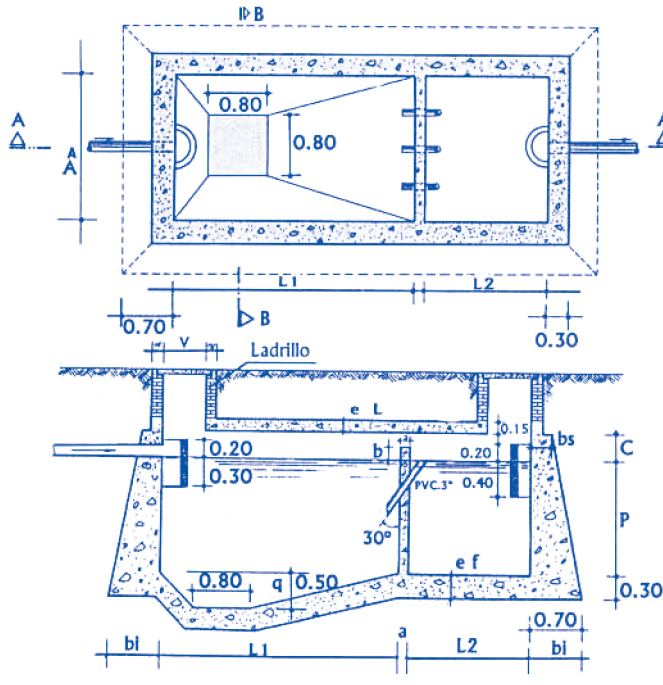
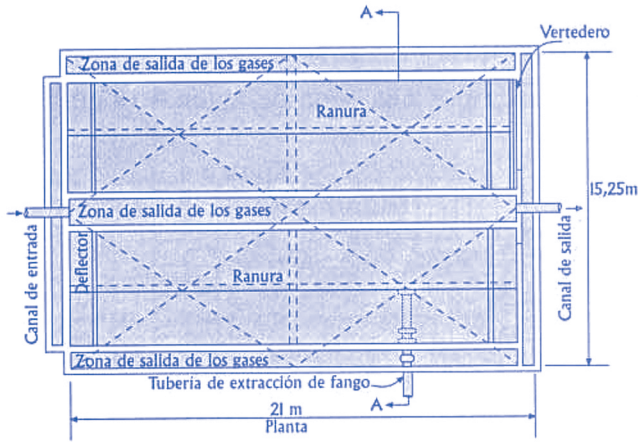


Figura 2
Cámaras sépticas

Tanque Imhoff

Los tanques Imhoff son una variante de la cámara séptica. Están formados por dos cámaras: una cámara superior o cámara de flujo, a través de la cual pasan las aguas residuales a una velocidad muy baja, y una cámara inferior o cámara de lados, en la que ocurre la fermentación y descomposición de la materia orgánica. Ver (Figura 3).

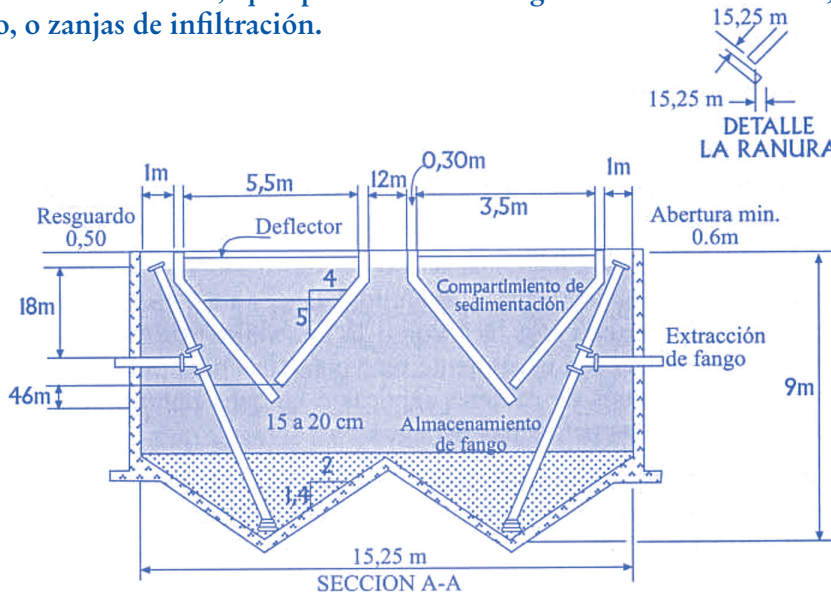
Figura 3
Tanque Imhoff



Los sólidos de las aguas residuales o “lodos”, sedimentan en el fondo de la cámara superior que tiene las paredes de su fondo en declive. Vertedero En el punto inferior de la cámara existe una ranura a través de la cual los sólidos sedimentados caen en la cámara inferior, aislando así las condiciones sépticas y los malos olores provenientes de la digestión de los lodos y evitando su contacto con la corriente de aguas residuales que pasa por la cámara superior.

Generalmente, para la extracción de los lodos se instala una tubería con una válvula, para el drenaje periódico de los lodos por diferencia en la presión hidrostática, como se aprecia en la Figura 3. De no existir esta tubería y su válvula, será necesario acudir a una bomba para la extracción de los lodos, tarea que suele ser más difícil y problemática. Los lodos pueden depositarse en lechos de secado o ser enterrados.

Aunque la eficiencia de los tanques Imhoff es superior a la de las cámaras sépticas, es igualmente necesario que, a continuación, se tenga un proceso de tratamiento adicional o “secundario”, que puede ser una laguna de estabilización, un filtro biológico, o zanjas de infiltración.



Lagunas de estabilización

Son estanques artificiales de cierta profundidad, contruidos en tierra. Tienen un revestimiento, usualmente de arcilla en los taludes y el fondo, para evitar la contaminación de las aguas freáticas. El funcionamiento de las lagunas descansa en dos formas primitivas de vida: algas y bacterias.

Una planta de este tipo puede estar formada por una serie de lagunas (Figura 4), cada una con un propósito particular:

- ▶ Cámara de rejás.
- ▶ Lagunas anaeróbicas.
- ▶ Lagunas facultativas.
- ▶ Lagunas de maduración o lagunas de totora.

Cámara de rejás. Estas unidades no son recomendables en poblaciones pequeñas o muy aisladas donde se prevé que no habrá atención permanente al sistema. En los sistemas sin rejás, las lagunas primarias (aquellas que reciben las aguas residuales crudas) deberán ser 0,5 ID. más profundas en la zona donde ingresan las aguas, para asegurar espacio para el depósito de los materiales sólidos grandes.

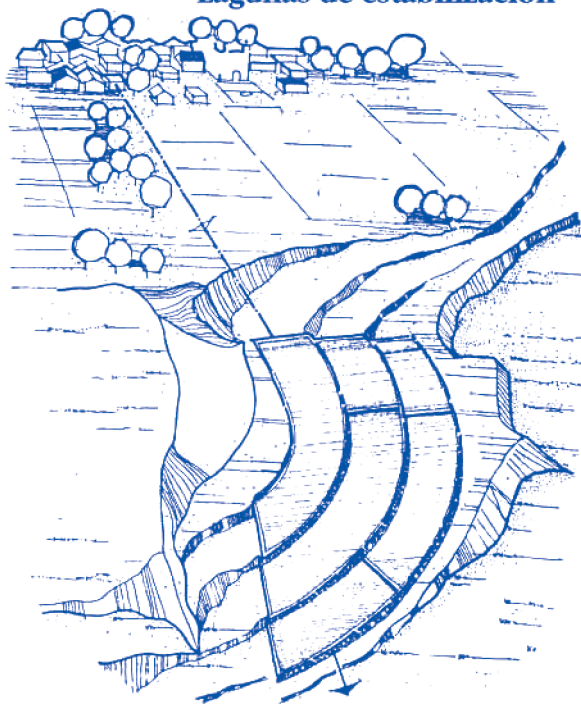
Lagunas anaeróbicas. Son lagunas con una profundidad mayor a 2 m.. Tienen el propósito de tratar la materia orgánica que tiene el agua residual. No son muy eficientes en reducir la contaminación bacteriológica del agua. La entrada del agua debe ser por el fondo y la salida por la superficie.

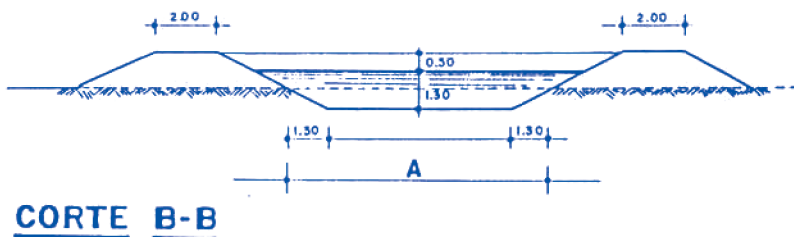
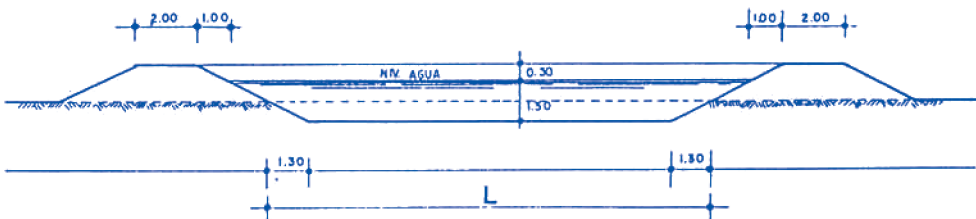
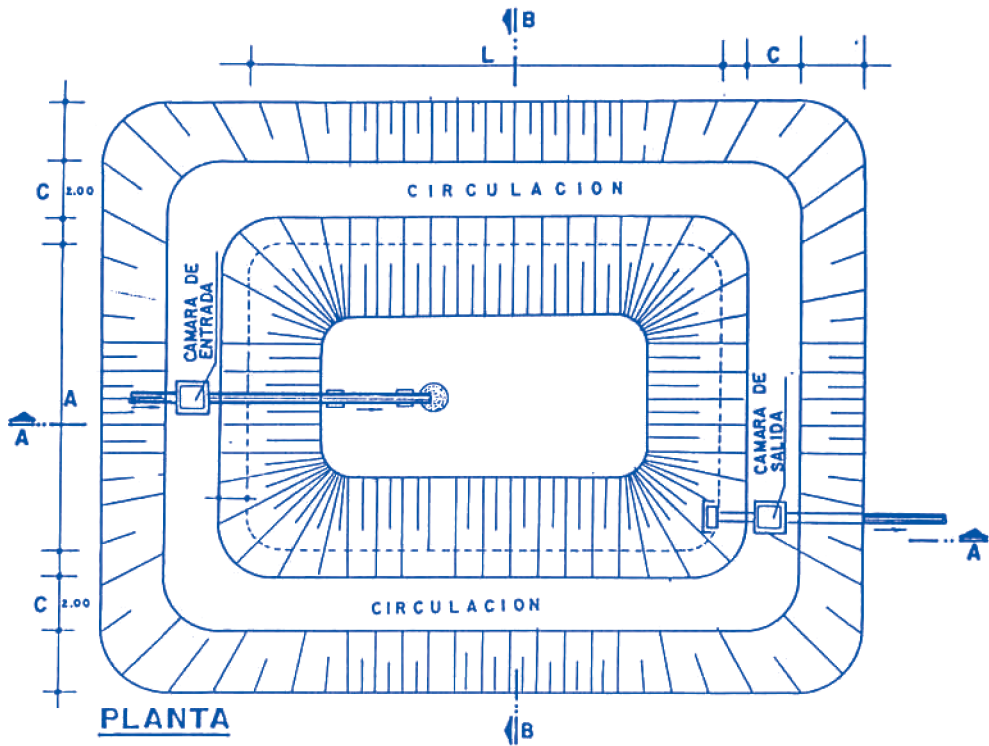
Lagunas facultativas. Son lagunas con profundidades de 1 a 2 m.. Tienen capacidad para reducir tanto la materia orgánica como la contaminación bacteriológica del agua. Este tipo de lagunas son usualmente recomendadas para poblaciones rurales.

Pueden construirse después de cámaras sépticas ó tanques Imhoff, para reducir la concentración de bacterias patógenas del agua.

Lagunas de maduración. Son construidas después de las lagunas facultativas y su propósito principal es reducir la contaminación bacteriológica del agua. Tienen una profundidad entre 1 y 1,5 m.

Figura 4
Lagunas de estabilización





Filtros biológicos

Un filtro biológico consiste en un tanque, usualmente de concreto, que contiene grava o piedra redonda como material filtrante, ver (Figura 5).

Se utiliza para continuar el tratamiento iniciado por cámaras sépticas o tanques imhoff. El agua ingresa por el fondo a través de placas perforadas y sube por los espacios vacíos del material filtrante. En el material filtrante se forma una capa de organismos que descompone la materia orgánica. El agua residual filtrada se recoge por medio de canaletas instaladas en la parte superior del filtro.

Es recomendable que existan al menos dos unidades en paralelo.

Figura 5
Filtros biológicos

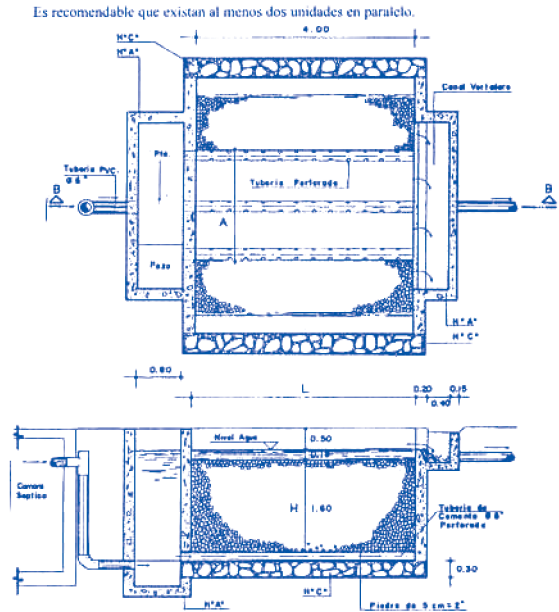
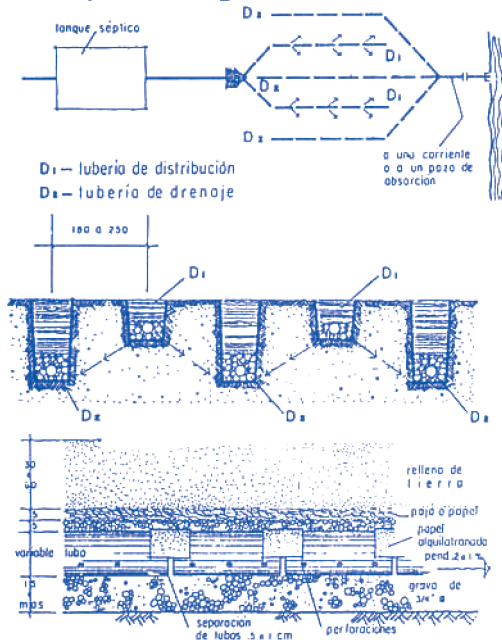


Figura 6

Zanjas o campos de infiltración



Zanjas o campos de infiltración

Un campo de infiltración es una unidad de tratamiento que consiste en una serie de tuberías perforadas y colocadas sin junta, instaladas en zanjas cubiertas con material granular y posteriormente tierra, ver (Figura 6). Tiene como función la distribución del agua residual tratada, proveniente de la cámara séptica y/o tanque imhoff.

En el fondo de la zanja se coloca un lecho de grava de 20 cms. y de tamaño aproximado de 2 a 6 cms., que servirá como soporte para los tubos; este lecho actúa como un filtro y proporciona el medio para que las aguas del tratamiento primario alcancen uniformemente el fondo de

Figura 6. Zanjas o campos de infiltración.

la zanja, además de amortiguar picos en el flujo. La longitud de las zanjas se limita a un máximo de 25 metros con el fin de evitar asentamientos en el terreno; el ancho varía entre 1 y 1.5 metros y deben instalarse conservando una distancia mínima de 2.5 metros entre sí y, al final, se construyen cámaras de inspección.

Las zanjas de infiltración deben ubicarse al menos a una distancia de 30 metros de lagos, ríos y corrientes superficiales, para evitar su contaminación. También es necesario realizar pruebas de percolación en el terreno antes de su emplazamiento.

Procesos complementarios

Los “procesos complementarios” son empleados para el tratamiento y disposición de la materia que ya ha sido separada del agua residual.

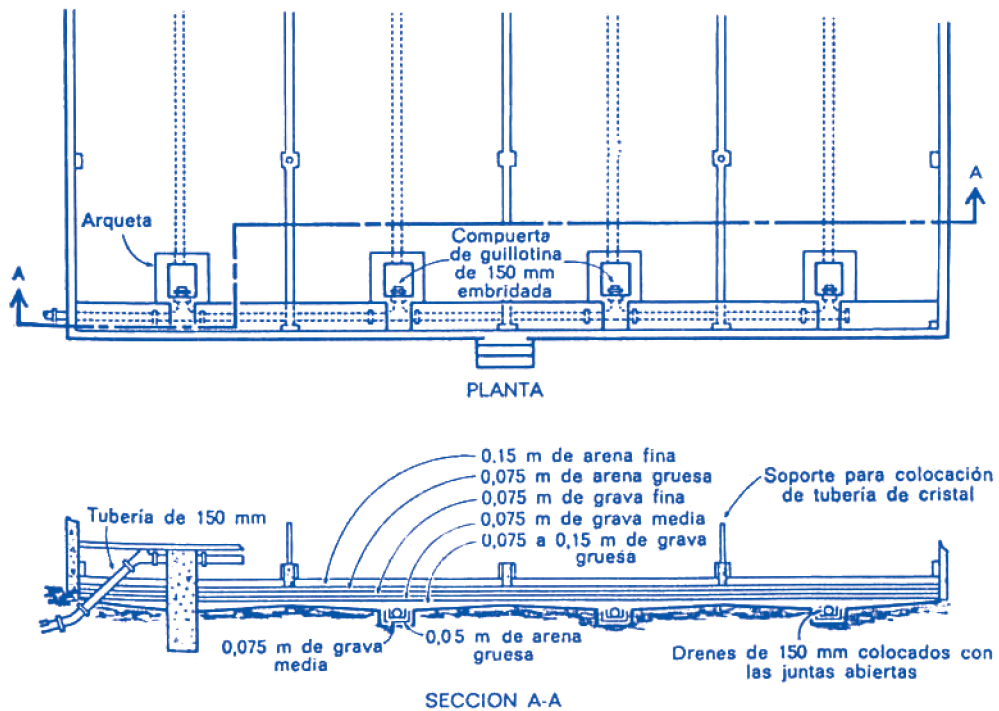
Lechos para secado de lodos

Para su secado, los lodos suelen descargarse en lechos de arena con 0,25 a 0,30 m. de espesor. Al secar, dejan una materia porosa de color pardo oscuro que puede emplearse para rellenar terrenos bajos. El lodo bien digerido no debería presentar olor alguno, pero a fin de evitar las molestias que puedan presentarse de un fango mal digerido, los lechos deberán situarse a 150 m., como mínimo, de las viviendas más próximas.

El lecho de secado suele dividirse en parcelas individuales, con un ancho entre 2 y 4 m. y largo variable (Figura 7). Las divisiones entre parcelas pueden consistir de tablas de madera creosotadas, o ladrillo gambote con una altura de 0,40 a 0,45 m. El perímetro del lecho puede ser también de ladrillo gambote o tablas de madera con postes de hormigón prefabricado. Estos lechos deben contar con un drenaje que permita recolectar el líquido filtrado y retornar el líquido hasta la planta de tratamiento, preferiblemente un filtro biológico o, también, puede ser la cámara séptica o tanque Imhoff. El drenaje puede estar conformado por tuberías con junta abierta o con perforaciones.

El fango deberá distribuirse sobre el lecho en una capa de 20 cm.; puede extraerse después de que haya drenado y secado suficientemente para ser extraído con palas en carretillas o camiones. El contenido de humedad es aproximadamente del 60% después de 10 ó 15 días en condiciones favorables.

Figura 7
Lechos para secados de lodo



3 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- 👉 Operar es hacer funcionar en forma correcta el sistema de alcantarillado y de tratamiento de aguas residuales a través de un trabajo permanente y responsable en las instalaciones y equipos, para tener un servicio constante, evitar la contaminación del ambiente y, sobre todo, asegurar la satisfacción de los usuarios.
- ⊖ Si el sistema no funciona bien, los usuarios no estarán contentos y rehusarán pagar sus tarifas. Si no pagan las tarifas, no habrá recursos para operar y mantener el sistema. De esta manera se generará un círculo vicioso que terminará con la destrucción del sistema de alcantarillado y la frustración de la comunidad.
- 😊 Por otra parte, es necesario que, una vez instalado el sistema de alcantarillado y su planta de tratamiento, el mayor número posible de habitantes de la población construyan sus baños y se conecten a la red. Si el número de usuarios es reducido, el sistema no está siendo utilizado apropiadamente y se deteriorará, además que el monto recaudado por tarifas será insuficiente para la operación y mantenimiento del servicio. La gente que no se conecta a un sistema de alcantarillado está perjudicando a toda la población.
- 📄 Para operar un sistema de alcantarillado y su planta de tratamiento es necesario contar con los planos de construcción, los cuales deben ser entregados por la empresa constructora o el financiador al Gobierno Municipal y a la entidad responsable de la operación del sistema. No tener los planos del sistema es como manejar un camión sin volante o caminar a ciegas.

Responsabilidades de los usuarios

Los usuarios de un sistema de alcantarillado tienen una gran parte de la responsabilidad en su operación y mantenimiento. A continuación se presentan algunas recomendaciones que los responsables del sistema deben comunicar permanentemente a los usuarios:

- ☒ No debe utilizarse el sistema de alcantarillado sanitario para evacuar aguas de lluvia. Las aguas de lluvia arrastran partículas de arena que sedimentan en las tuberías y con el tiempo pueden bloqueadas (la fuerza de arrastre mínima de diseño de las tuberías permite la autolimpieza de partículas de 2,0 mm).
- ☒ El sistema de desagües de la cocina o los lugares donde se cocina y se lava enseres de cocina y comedor, debe contar con cámaras desgrasadoras que deben ser limpiadas cada cuatro meses. La grasa es otra de las sustancias cuya acumulación bloquea las tuberías de alcantarillado.
- ☒ Las tapas de las cámaras de inspección o cámaras desgrasadoras deben ser herméticas para evitar que ingresen aguas de lluvia o aguas de lavado de patios, que luego se acumulen y bloqueen las tuberías.
- ☒ Si existen pilas en los patios y un sistema de desagüe, deben construirse cámaras desarenadoras, antes del ingreso al sistema domiciliario.
- ☒ No deben arrojarse bolsas plásticas, pañales desechables, toallas higiénicas, papel periódico ú objetos similares en los inodoros.
- ☞ Los usuarios deben verter, cada cuatro meses, agua hervida en su inodoro para disolver y eliminar residuos de grasa.

Construcción de conexiones domiciliarias

- ☞ Las conexiones domiciliarias sólo podrán ser construidas por el operador del sistema o albañiles autorizados por el CAPYS o la COOPERATIVA.
- ☒ Los escombros que se produzcan al picar la tubería cuando se construyan las conexiones domiciliarias, no deben quedar en el interior de la tubería.
- ☒ Debe tenerse cuidado al efectuar el empotramiento de la tubería de la conexión domiciliaria con la tubería del colector, pues a menudo se presentan filtraciones en dicho sector, o se introduce mortero al interior de la tubería.
- ☺ Se recomienda que el CAPYS o la COOPERATIVA responsable del servicio, cuente con un menú o una variedad de diseños de baños sanitarios, de diferentes costos, para asesorar a las familias que deseen construir su baño. De esta manera puede asegurarse que las instalaciones interiores sean adecuadamente construidas, previéndose tuberías de ventilación, cámaras de registro y cámaras desgrasadoras.

Puesta en marcha de una cámara séptica o un tanque Imhoff

Antes de iniciar la operación de una planta debe verificarse que:

- ☞ La estructura de la cámara séptica o el tanque Imhoff no presenta filtraciones. Para ello debe efectuarse una prueba hidráulica, la cual consiste en llenar con agua la estructura y comprobar, durante un período de 24 horas, que no baja el nivel del agua. Si baja el nivel del agua, no debe efectuarse la recepción de las obras siendo responsabilidad de la empresa constructora el encontrar y corregir las fallas.
- ☞ Para iniciar la operación, la cámara séptica o el tanque Imhoff deben encontrarse llenos con agua..
- ☞ Como los micro-organismos que descomponen la materia orgánica del agua residual necesitan tiempo para desarrollarse, se recomienda agregar Iodos -aproximadamente un turril de 200 litros- provenientes de otra cámara séptica que ya se encuentre en funcionamiento.
- ⚠ Los Iodos son frescos y todavía contienen micro-organismos que causan enfermedades, por ello esta tarea es peligrosa para los operadores, por el riesgo que entraña para su salud. Su manipulación debe efectuarse con mucha precaución, empleando guantes y botas. Una vez concluida esta tarea, debe lavarse y desinfectarse todos los materiales empleados.
- ▲ Los operadores deben contar como mínimo con el siguiente equipo de protección (Figura 8): un par de botas, guantes, máscara ó pulmosán, un casco.
- ☞ Debe incentivarse la conexión de los habitantes de la población a fin de que ingrese el material orgánico suficiente para iniciar el funcionamiento de la planta.



Figura 8
Equipo para protección de los operadores

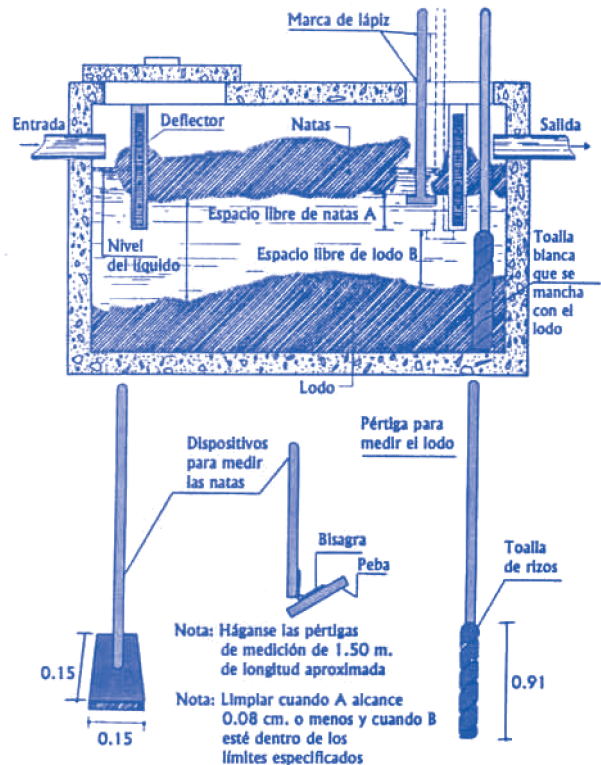
Operación y mantenimiento de una cámara séptica

- ☞ La cámara séptica debe ser inspeccionada cada tres meses. Al abrir las tapas de registro para hacer la inspección o limpieza, se debe dejar ventilando al menos 30 minutos para la evacuación de los gases producidos en la planta. Nunca deben encenderse fósforos ni cigarrillos.
- ☞ La inspección tiene por objeto determinar: (a) La distancia del fondo de la nata al extremo inferior del tubo de salida o deflector, que no debe ser inferior a 10 cms. (b) El espesor de los lodos acumulados. (c) Que la cámara de inspección de salida no presente sedimentos, hecho que indicaría un mal funcionamiento de la cámara séptica.

Extracción de natas o espuma.

- ☞ El espesor de la capa de natas se mide con un bastón o pértiga al cual se ha fijado una aleta con una bisagra como se presenta en la figura 9. El bastón se fuerza a través de la capa de nata hasta que la aleta se mueve a la posición horizontal; al elevar el bastón, posteriormente, es posible apreciar el fondo de la capa de nata. Si la acumulación de natas excede lo admisible, se deben retirar las natas o espumas que estén flotando con un cernidor de malla milimétrica fina de plástico.
- ☞ La nata se debe enterrar en una zanja por lo menos a una profundidad de 60 centímetros y cubrirla posteriormente con tierra. Hay que cuidar que a dicha profundidad no se encuentre el nivel freático.
- ☞ La manipulación debe efectuarse con mucha precaución, empleando guantes y botas y pulmosán. Una vez concluida esta tarea, deben lavarse y desinfectarse todos los materiales empleados y el operador debe realizar un buen aseo personal.

Figura 9
Equipo para el mantenimiento de cámaras sépticas



Extracción de Iodos.

- ☞ Para medir la altura de los lados se utiliza un bastón en cuya parte inferior se envuelve guaype ó una tela blanca como la que se presenta en la figura 9. Después de varios minutos, el bastón se iza con cuidado y se puede distinguir la línea de lados por las partículas que quedan adheridas a los tejidos. Será necesario evacuar los lados cuando la altura útil, disponible entre el extremo inferior del tubo de salida o el deflector y la base de la cámara, se haya reducido en un 40 ó como máximo 50%.
- ☞ Comúnmente la extracción de lodo se realiza por medio de un balde provisto con un mango largo, mediante una bomba manual de succión de lados (de diafragma) o una bomba de succión disponible en el mercado. Para llevar a cabo esta tarea, se recomienda escoger un día de sol (en época de verano) cuando la entrada de aguas residuales sea mínima.
- ☞ No se debe extraer todos los lados, sino dejar una pequeña cantidad que servirá para que el proceso en la planta no sea interrumpido; en general debe dejar de extraerse lodo cuando se vea que esta muy diluido ó el nivel del agua en la cámara ha bajado a la mitad.
- ☞ Asimismo, la cámara séptica no se debe lavar ni desinfectar después de haber extraído el lodo.
- ☞ Los lados deben ser dispuestos en lechos de secado o ser enterrados. En caso de ser enterrados, debe hacérselo en zanjas, tipo trinchera, con una profundidad de 60 cms. y 40 cms. de ancho. Posteriormente debe taparse la zanja con tierra. Debe evitarse el acceso de gente y animales a los sitios de enterramiento de los lados y natas. Asimismo, debe asegurarse que el nivel freático diste al menos 2 metros de la profundidad de enterramiento de los lados.
- ☞ La manipulación debe efectuarse con mucha precaución, empleando guantes, botas y pulmosán. Una vez concluida esta tarea, debe lavarse y desinfectarse todos las herramientas empleadas y el operador debe realizar un buen aseo personal.
- ☞ Una vez concluidas estas tareas, debe dejarse la planta, con todos sus componentes limpios para evitar que se genere un foco de infección y malos olores. Las tapas de inspección deben encontrarse aseguradas.
- ☞ Las cámaras de inspección dañadas deben ser reparadas de inmediato, usando una buena dosificación de cemento. Se recomienda contar con tapas de cámaras de repuesto para reemplazar las dañadas por vehículos ú otras causas. Las tapas no deben permitir filtraciones de aguas superficiales que arrastren sólidos.

Operación y mantenimiento de un tanque Imhoff

- ☞ El tanque Imhoff debe ser inspeccionado semanalmente. Al abrir las tapas de registro para hacer la inspección o limpieza, se debe dejar ventilando al menos 30 minutos para la evacuación de los gases producidos en la planta. Nunca debe encenderse fósforos ni cigarrillos.
- ☞ La inspección tiene por objeto determinar: (a) que no existan espumas en exceso que estén saliendo fuera del tanque Imhoff; (b) que la cámara de inspección de salida no presente sedimentos, hecho que indicaría un mal funcionamiento del tanque.

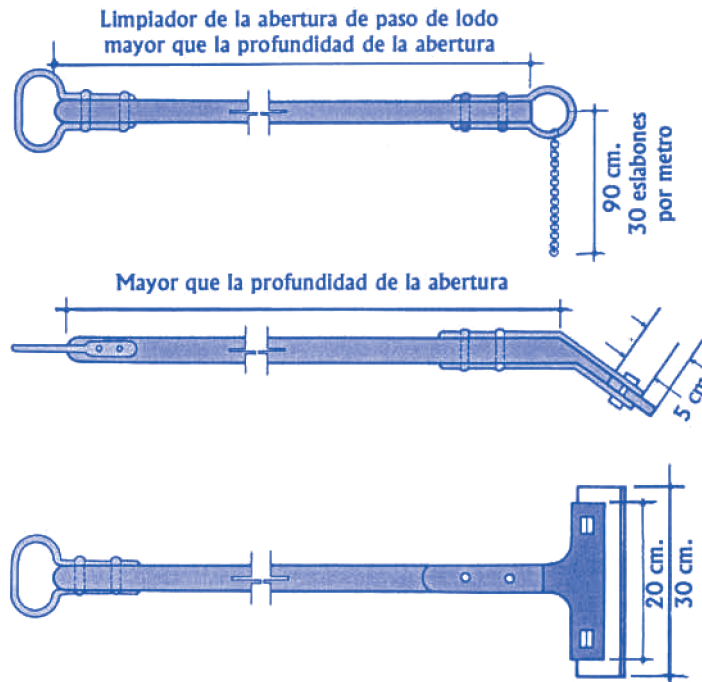
Extracción de natas o espuma y mantenimiento periódico.

- ☞ Si la acumulación de natas o espumas es apreciable (unos 20 cms.) en la cámara de sedimentación, se las debe retirar con un cernidor de malla milimétrica fina de plástico.
- ☞ La nata se debe enterrar en una zanja por lo menos a una profundidad de 60 centímetros y cubrir posteriormente la zanja con tierra. Hay que cuidar que a dicha profundidad no se encuentre el nivel freático.
- ☞ Deben rasparse quincenalmente los lados inclinados de la cámara de sedimentación, utilizando un cepillo (raspador) de goma (Figura 10) para quitar los sólidos que se hayan adherido.
- ☞ Limpiar quincenalmente la ranura de la cámara de sedimentación con una rastra de cadenas (Figura 10).
- ☠ La manipulación debe efectuarse con mucha precaución, empleando guantes, botas y pulmosán. Posteriormente, deben lavarse y desinfectarse todos los materiales empleados y el operador debe realizar un buen aseo personal.

Extracción de lodos.

- ☞ Usualmente al cabo de dos años de funcionamiento, o cuando se presenten sólidos en la cámara de salida o el efluente, será necesario efectuar la primera extracción de lodos. Para llevar a cabo esta tarea, se recomienda escoger un día de sol (en época de verano) cuando la entrada de aguas residuales sea mínima.
- ☞ Cuando el tanque Imhoff tenga una válvula para el drenaje de lodos, deberá abrirse ésta y dejar salir el lodo hasta que pare el flujo por sí solo. Si no tiene válvula para el drenaje de lodos, será necesario usar una bomba manual de succión de lodos (de diafragma) o una bomba

Figura 10
Equipo para el mantenimiento de tanque imhoff



de succión. En caso de emplearse una bomba de succión de lados, debe extraerse los lados que se encuentren en la parte inferior del tanque porque son los que se encuentran más digeridos; debe dejarse siempre una pequeña cantidad de lados para que el proceso en la planta no sea interrumpido.

- ☞ Asimismo, el tanque imhoff no debe ser lavado ni desinfectado después de haberse extraído el lodo.
- ☞ Los lados deben ser dispuestos en lechos de secado o ser enterrados. En caso de ser enterrados, debe hacerse en zanjas, tipo trinchera, con una profundidad de 60 cms. y 40 cms. de ancho. Posteriormente debe taparse la zanja con tierra. Debe evitarse el acceso de gente y animales a los sitios de enterramiento de los lados y natas. Asimismo, debe asegurarse que el nivel freático diste al menos 2 metros de la profundidad de enterramiento de los lados.
- ☠ La manipulación debe efectuarse con mucha precaución, empleando guantes, botas y pulmosán. Una vez concluida esta tarea, debe lavarse y desinfectarse todos las herramientas empleadas y el operador debe realizar un buen aseo personal.

- ☞ Una vez concluidas estas tareas, debe dejarse la planta con todos sus componentes limpios, para evitar que se genere un foco de infección y de malos olores. El operador debe asegurarse que las tapas de inspección se encuentren aseguradas.

Control de olores en cámaras sépticas y tanque Imhoff

Cuando se tengan olores fuertes (olor a podrido), deberán efectuarse las siguientes tareas:

- ☞ Preparar agua con cal, colocando en un recipiente por cada diez litros media libra de cal. Mezclar y dejar reposar por un tiempo de cinco minutos.
- ☞ Arrojar suficiente cantidad de esta solución en la entrada, sea de la cámara séptica ó el tanque Imhoff, poco a poco -aproximadamente un balde de 20 litros en medio hora.
- ☞ Si el olor persiste, repetir el mismo procedimiento al día siguiente.

Operación y mantenimiento de lagunas de estabilización

Puesta en marcha

Para iniciar el funcionamiento de las lagunas, se recomiendan las siguientes acciones:
Lagunas anaeróbicas.

- ☞ Las lagunas deberán ser llenadas con aguas negras crudas. De ser posible, una vez que estén llenas por la mitad deberán recibir como inóculo los lodos de una fosa séptica ú otras lagunas anaeróbicas. Alrededor de 100-200 litros de lodos serán suficientes.
- ☞ Durante las primeras semanas de funcionamiento deberá verificarse que el pH del agua no baje de 7. De ser así, deberá agregarse cal soda cáustica para mantenerlo entre 7 y 8.

Lagunas facultativas.

- ☞ De ser posible, las lagunas serán llenadas hasta la mitad con agua dulce y luego, comenzarán a recibir los efluentes de las lagunas anaeróbicas o las cámaras sépticas/tanques Imhoff.
- ☞ De no disponerse de agua dulce, serán llenadas con los efluentes de las lagunas anaeróbicas desde el principio. En este caso puede desarrollarse un tipo de fermentación denominada “cadavérica”, que da lugar a malos olores (como de un cadáver en putrefacción). En caso de que esto

ocurra, deberá suspenderse la entrada de efluentes de las lagunas anaeróbicas por algunas semanas, hasta que desaparezca el mal olor. Este fenómeno sólo ocurre durante la puesta en marcha y desaparece totalmente con el tiempo.

Lagunas de maduración.

- ☞ Serán llenadas con los efluentes de las lagunas facultativas. No requieren de ningún cuidado particular.

Remoción de Iodos

- ☞ Será necesario remover los lodos de las lagunas anaeróbicas cada tres o más años, cuando la altura de lodos llegue a 1/3 de la profundidad de la laguna.
- ☞ La altura de lodos en una laguna se mide con un bastón de varios metros de largo, envuelto con guaype ó tela blanca. Se introduce el bastón hasta el fondo de la laguna, se retira y se mide la altura de lodo en la tela.
- ☞ En sistemas con más de una laguna de maduración, los lodos de las lagunas anaeróbicas pueden descargarse en la última laguna de la serie.
- ☞ En todos los casos, debe efectuarse periódicamente la limpieza de los diques o taludes de las lagunas, evitando la acumulación de vegetación y la proliferación de mosquitos y otros insectos.

Operación y mantenimiento de filtros biológicos

- ☞ El funcionamiento apropiado de los filtros biológicos depende en gran medida de que el fondo falso, a través del cual asciende el agua residual hasta el lecho de grava, esté bien construido; así como de la calidad del relleno de grava o piedra. Este relleno debe ser de grava o piedra cuarzítica y no pizarrosa o de un material que se disgregue fácilmente; asimismo debe encontrarse limpio de material fino como arcilla o limo. En el lapso entre la recepción provisional y definitiva de las obras, debe comprobarse el funcionamiento correcto de estas unidades; de no ser así, es responsabilidad del constructor efectuar las correcciones necesarias.
- ☞ La puesta en marcha de los filtros biológicos no presenta problemas particulares. Una vez en operación debe cuidarse que el relleno de grava no se colme o se bloquee. De presentarse esta situación o al cabo de dos o tres años, deberá reducirse el caudal en una de las unidades en paralelo para posibilitar que la capa de organismos que rodea a las

piedras o gravas reduzca su volumen. Una vez logrado esto se hará similar tarea con las otras unidades en paralelo.

- ☞ Deben limpiarse quincenalmente las canaletas de recolección del agua filtrada y las cámaras de salida, para evitar focos de infección.

Mantenimiento de zanjas de infiltración

- ☞ Revisar las cámaras de inspección cada seis meses para verificar si se presenta acumulación del agua residual proveniente de la cámara séptica o tanque imhoff.
- ☞ Si se observa acumulación del agua residual, debe verificarse si está ingresando agua de otras fuentes además de la planta de tratamiento, como ser escurrimiento de aguas de lluvia, cunetas o zanjas. De existir estos escurrimientos, debe evitarse su ingreso a las zanjas de infiltración.
- ☞ Si a pesar de estas acciones continúa la acumulación de aguas, deberán construirse nuevas zanjas de infiltración y cerrar el campo de infiltración anterior.
- ☞ Las cámaras de inspección dañadas deben ser reparadas de inmediato, usando una buena dosificación de cemento. Se recomienda contar con tapas de cámaras de repuesto para reemplazar las dañadas por vehículos u otras causas; asimismo, las tapas no deben permitir filtraciones de aguas superficiales que arrastren sólidos.

Operación de lechos de secado para Iodos

- ☞ Los lechos de secado deben llenarse con lados en verano o durante la temporada seca del año. Los lados pueden extenderse en el lecho con una profundidad máxima de 20 cms.
- ☞ Una vez que su consistencia permita que puedan ser recogidos con una pala, los lados pueden ser retirados del lecho de secado. Nunca se debe colocar más lodo antes de haber retirado los lados secos.
- ☞ Una vez retirados los lados se debe realizar la limpieza del lecho.
- ☠ La manipulación debe efectuarse con mucha precaución, empleando guantes, botas y pulmonos. Una vez concluida esta tarea, se lavará y desinfectará todos las herramientas empleadas y el operador deberá realizar un buen aseo personal.

4 | ALGUNOS CONSEJOS IMPORTANTES

- ☞ Toda planta de tratamiento de aguas residuales recién construida, debe ser sometida no sólo a pruebas de carácter constructivo, como pruebas de impermeabilidad, sino que debe verificarse su funcionamiento hidráulico, considerando la cámara de rejas, las diversas unidades que la integran (por ejemplo: cámara séptica y laguna de estabilización) y su descarga.
- ☞ Las plantas de tratamiento deben encontrarse convenientemente cercadas, de manera de evitar el ingreso de personas no autorizadas o animales. Es recomendable arborizar el perímetro de la planta para proteger las condiciones sanitarias del área.
- ☞ Si la planta de tratamiento no es operada y mantenida correctamente, se generará un gran daño a la salud de los habitantes y las poblaciones adyacentes.
- ☞ Si la planta es abandonada por uso terminal, deberá ser cerrada y rellenada con piedra y tierra.
- ☞ Todo sistema de alcantarillado debe cumplir con requisitos de protección al medio ambiente, previstos en los Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental. La Unidad de Saneamiento Básico y Vivienda (UNASBVI) de la Prefectura del Departamento y la Unidad Técnica Interna Municipal (UTIM) tienen la obligación de prestar la asistencia técnica al CAPYS o COOPERATIVA para que su sistema de alcantarillado opere apropiadamente.

BIBLIOGRAFIA

Opciones Técnicas y Niveles de Servicio.
Anexo 7. PROSABAR, 1995.

- ▶ Determinación de tecnologías de tratamiento de aguas residuales, para comunidades de 500 a 5.000 habitantes. PROSABAR, 1994.
- ▶ Norma Técnica de Diseño para Sistemas de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales. DINASBA, 1996.
- ▶ Alternativas de tratamiento de aguas residuales para pequeñas comunidades, rurales y semirurales. Germán Restrepo López.
- ▶ Manual de Saneamiento. Vivienda, agua y desechos. Dirección de Ingeniería Sanitaria Secretaría de Salubridad y Asistencia. Editorial Limusa, 1990.
- ▶ Diseño de proceso de lagunas de estabilización a diferentes altitudes para las condiciones de Bolivia. DINASBA, 1995.