

**M**ANUAL DE **O**PERACIÓN Y  
Y **M**ANTENIMIENTO DE **S**ISTEMAS  
DE **A**LCANTARILLADO **S**ANITARIO  
EN **A**REAS **R**URALES

---



**REPÚBLICA 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](mailto: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
INTRODUCCION.....	5
1. Componentes de un Sistema de Alcantarillado.....	9
2. Operación de Sistemas de Alcantarillado .....	15
3. Principales fallas en la Operación de Sistemas de Alcantarillado.....	17
4. Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado .....	21
Bibliografía.....	29



## INTRODUCCION

El “Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Alcantarillado Sanitario en Areas Rurales”, presenta los procedimientos esenciales para operar y mantener sistemas de alcantarillado sanitario en poblaciones menores a 5.000 habitantes. Está destinado a los responsables y operadores de los servicios; puede servir igualmente como guía para los operadores en la capacitación, operación y mantenimiento..

Se espera que este manual se constituya en una herramienta útil para llevar a cabo una operación adecuada y enfrentar los problemas de mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario.



## OPERACION Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN AREAS RURALES

Un sistema de alcantarillado constituye un conjunto de tuberías, instalaciones y equipos destinados a coleccionar y transportar aguas residuales y/o aguas de lluvia a un sitio final conveniente, de forma continua e higiénicamente 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**.

El presente Manual se refiere a los procedimientos de operación y mantenimiento de **Sistema de Alcantarillado Sanitario para poblaciones Rurales**.

De acuerdo con la experiencia que se tiene en el país, un Sistema de Alcantarillado debe construirse si se cumplen las siguientes condiciones de carácter técnico:

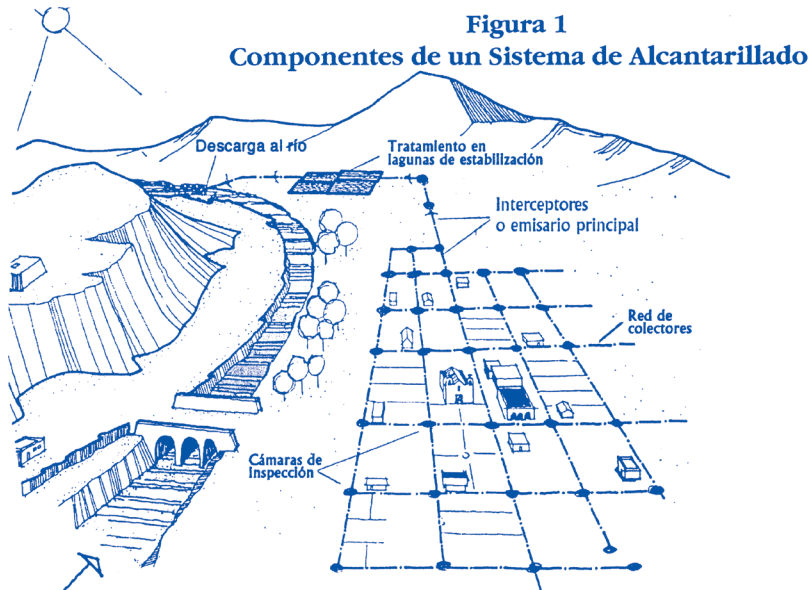
- Poblaciones concentradas: en lo posible iguales o mayores a 1.000 habitantes.
- Poblaciones con sistemas de agua potable en buenas condiciones, con:
  - Conexiones domiciliarias.
  - Abastecimiento seguro de agua, que al menos esté de acuerdo con las dotaciones establecidas para poblaciones rurales en la “Norma de Diseño de Sistemas de Agua Potable”.
  - Cobertura igual o mayor al 80% de la población actual.
- La entidad responsable de la administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable se encuentra 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.





# 1 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Los componentes de un sistema de alcantarillado sanitario son (Figura 1):



## Red de colectores

Consiste en una red de tuberías que recogen las aguas residuales procedentes de las viviendas, construcciones en general y servicios públicos. El diámetro mínimo de las tuberías es de 6 pulgadas (150 mm), aunque en sistemas especiales pueden llegar a usarse tuberías de 4 pulgadas (100 mm).

Las tuberías empleadas en los sistemas de alcantarillado deben ser resistentes, durables, impermeables, con paredes lisas y uniformes. En Bolivia se fabrican tuberías de concreto simple, cerámica o PVC. Para diámetros grandes se emplean tuberías de concreto con armadura.

## Interceptores o emisario principal

Son tuberías de mayor tamaño, en las que las tuberías de la red de colectores descargan las aguas residuales que transportan. Por ello sirven a zonas completas de una población ó a toda la población en su conjunto. El diámetro mínimo de estas tuberías es de 6 pulgadas (150 mm).

## Plantas de tratamiento

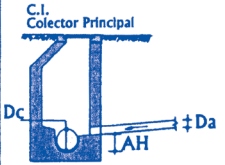
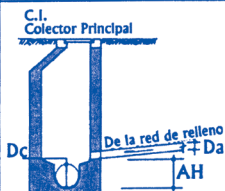
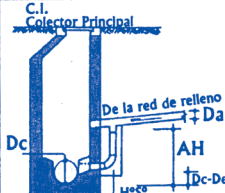
Son instalaciones en las que las aguas residuales, transportadas por los colectores principales, son tratadas para reducir la cantidad de sustancias contaminantes y de organismos dañinos a la salud humana. Las aguas residuales deben ser tratadas para evitar que, cuando sean vertidas en un río, quebrada o lago, causen daños a otros seres humanos, animales y a la naturaleza en su conjunto.

Para poblaciones menores a 5.000 habitantes se recomienda, de acuerdo a la experiencia en el país, el empleo de lagunas de estabilización. Las lagunas son estructuras destinadas al almacenamiento de las aguas residuales por un período determinado de tiempo, durante el cual por acciones químicas, físicas y bacteriológicas naturales, el agua es tratada a un grado tal que es reducido su potencial contaminante a un nivel aceptable para las condiciones de la zona. 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 de capital.

Cuando, por cuestiones de espacio, no sea posible la construcción de lagunas, pueden emplearse cámaras sépticas o filtros biológicos. En estos casos, el requerimiento de operación y mantenimiento es más delicado y la eficiencia menor. La operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales se encuentra fuera del alcance del presente Manual.

**Figura 2**  
**Cámaras de inspección**

Tipo	Esquema	Observaciones
A		<u>Conexión Directa</u> De 150 a 400 mm.  $AH = (Dc - Da)$
B		<u>Conexión con caída Interior</u> Conecta directamente De 150 a 400 mm.  $AH - (Dc - Da) < 0.80$
C-I		<u>Conexión con caída exterior</u> De 150 a 200 mm.  $0.80 < [AH - (Dc - Da)] < 2.00$

## Obras especiales

Un sistema de alcantarillado sanitario requiere de una serie de obras especiales. Para sistemas rurales se emplean:

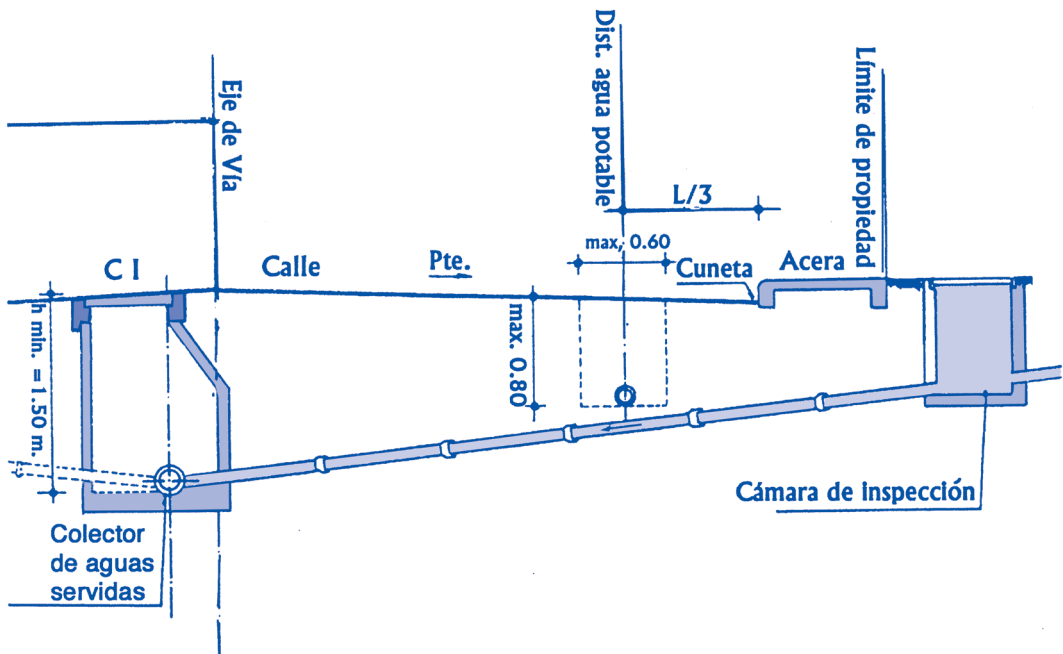
**Cámaras de inspección** (Figura 2).- Permiten el ingreso a la red de colectores para su inspección y limpieza. Deben ubicarse en cambios de dirección y de diámetro de las tuberías, en la intersección de dos o más tuberías de alcantarillado o cuando la longitud de los colectores excede los 100 metros.

**Pozos de caída**.- Permite la unión indirecta de dos tuberías a diferentes niveles y se usan para amortiguar el golpe del agua cuando los desniveles entre dos cámaras de inspección son grandes.

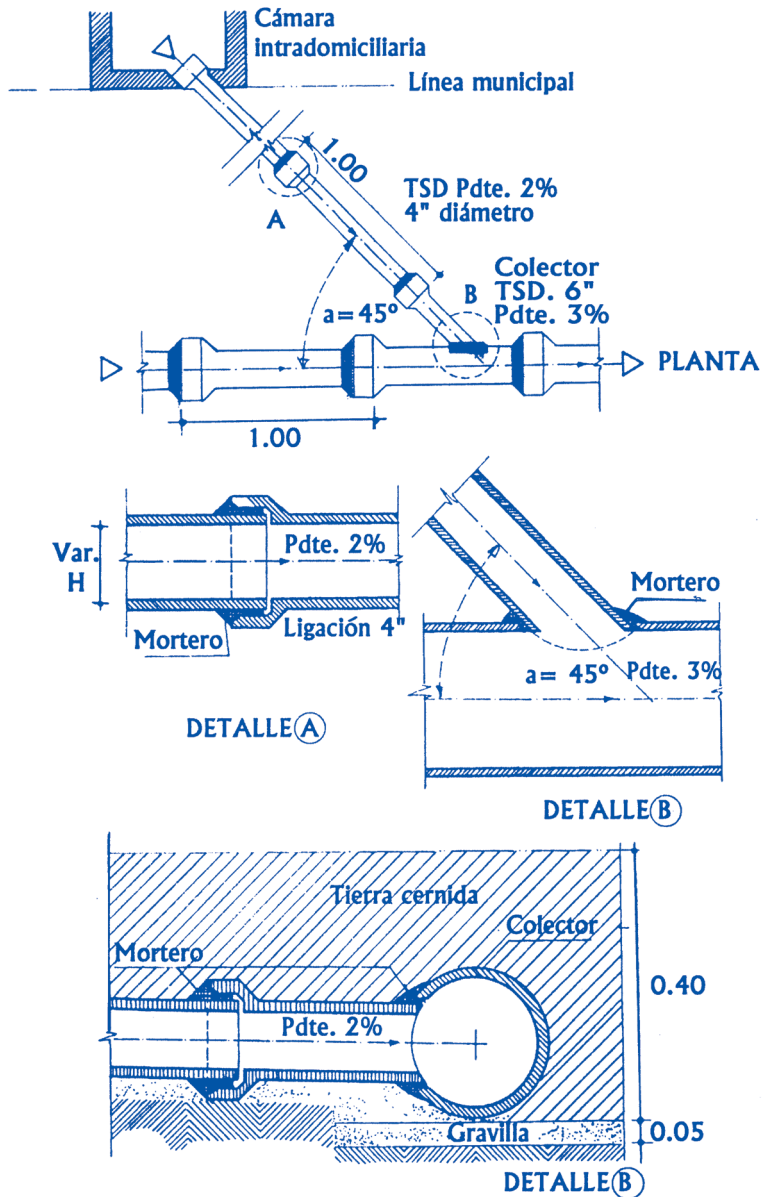
### Conexiones domiciliarias

Comprenden una cámara de inspección ó cámara intradomiciliaria que está localizada en el interior de cada lote o vivienda y la tubería que se conecta con la red de colectores (Figuras 3 y 4).

**Figura 3**  
**Conexión domiciliaria (vista en corte)**



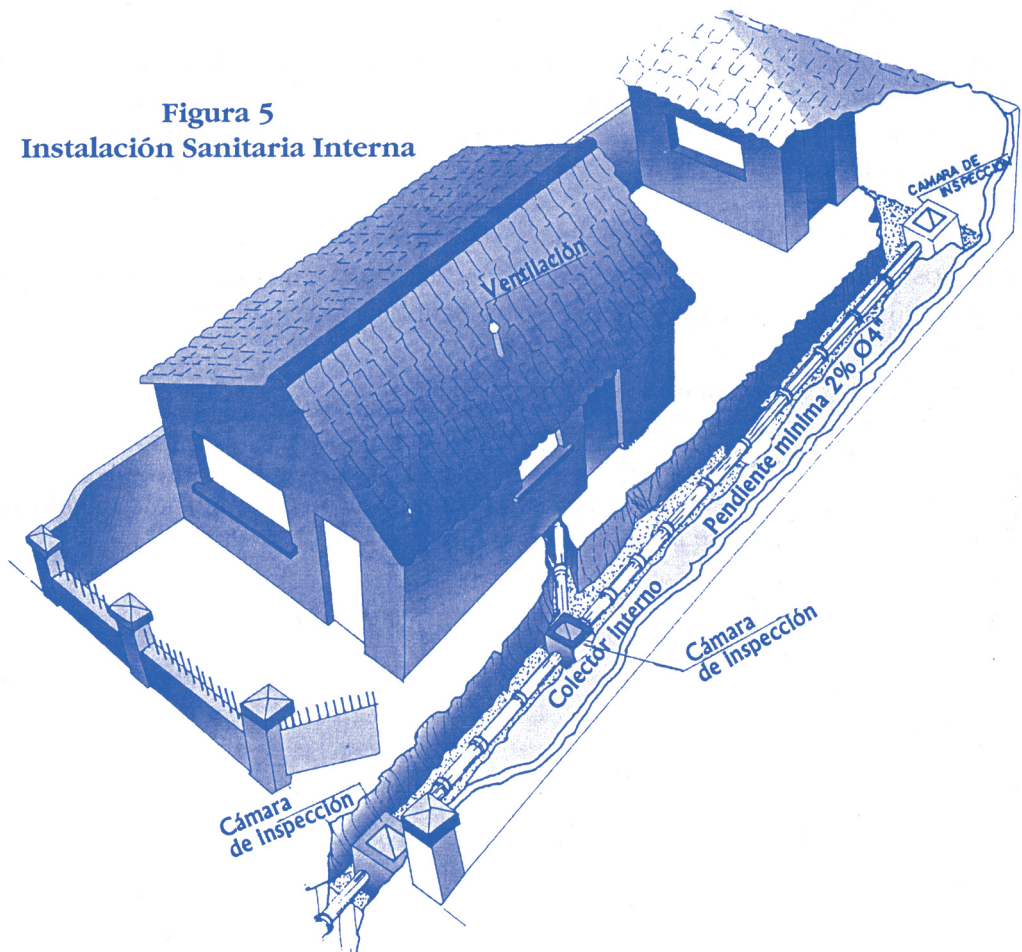
**Figura 4**  
**Detalles de conexión domiciliaria**



## Instalaciones sanitaria sinternas

Son las tuberías que se encuentran en el interior de las viviendas o en los lotes domiciliarios que recolectan las aguas usadas en el baño, la cocina, la lavandería y el patio. Usualmente estas tuberías descargan en una cámara de inspección ubicada en el lote (llamada también cámara intradomiciliaria), de donde sale otra tubería a la red de colectores (conexión domiciliaria). En las viviendas se recomienda construir cámaras de inspección en todo cambio de dirección y en las uniones de tubos (ver la figura 5).

**Figura 5**  
**Instalación Sanitaria Interna**



## Estaciones de bombeo

Una estación de bombeo es empleada para elevar y transportar aguas residuales en la red cuando la disposición por gravedad ya no es posible. En terrenos planos, los colectores que transportan el agua residual pueden profundizarse de tal modo que sería impracticable su transporte sólo por gravedad; en estos casos la alternativa más factible es la instalación de una estación de bombeo.

Las estaciones elevadoras son costosas por lo que su empleo debe decidirse después de estudios detallados y cuando éstos demuestren que no es posible o recomendable el escurrimiento por gravedad. Estas instalaciones, además, exigen gastos de operación y sobre todo, mantenimiento permanente y cuidadoso.

Por ello no se aconseja su empleo en poblaciones menores a 5.000 habitantes, pues en Bolivia no existe experiencia al respecto e incluso su uso no es recomendable en las áreas urbanas del país. La operación y mantenimiento de estas unidades está fuera del alcance de este Manual.

## Alternativas tecnológicas en sistemas de alcantarillado sanitario

Los costos de construcción de sistemas de alcantarillado sanitario son elevados, por ello se han desarrollado algunas alternativas tecnológicas con el objetivo de reducir los costos de construcción:

- Sistemas de alcantarillado convencional.
- Sistemas de alcantarillado condominial.
- Sistemas de alcantarillado de diámetro reducido.

El presente manual se refiere a procedimientos de operación y mantenimiento de sistemas convencionales de alcantarillado sanitario.

## 2 OPERACION DE SISTEMAS ALCANTARILLADO SANITARIO

- ☞ Operar es hacer funcionar en forma correcta el sistema de alcantarillado 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 habrán 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, 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 de 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 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 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 suelo y arena que se sedimentan en las tuberías y con el tiempo pueden bloqueadas (la fuerza de arrastre mínima de diseño de las tuberías permite la auto limpieza de partículas de 2,0 mm).
- ☼ El sistema de desagües de la cocina o los lugares donde se cocina y se lavan enseres de cocina y comedor, deben 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 acumulan y bloquean las tuberías.
- ☼ No deben arrojarse bolsas plásticas, pañales desechables, papel periódico ú objetos similares en los inodoros.
- ☹ Los usuarios deben verter cada cuatro meses agua hervida en su lavaplatos e inodoro para disolver y eliminar residuos de grasa.

### Construcción de conexiones domiciliarias

- ☼ Las conexiones domiciliarias sólo podrán ser construidas por personal o albañiles autorizados por el CAPYS, o la COOPERATIVA responsable del servicio.
- ☼ 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 empotra miento de la tubería de la conexión domiciliaria con la tubería del colector (ver Figura 4), pues a menudo se presentan filtraciones en dicho sector.
- ☼ Se recomienda que el CAPYS, o la COOPERATIVA responsable del servicio, cuenten 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.



## 3 PRINCIPALES FALLAS EN LA OPERACION DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

Las principales fallas en los Sistemas de Alcantarillado ocurren en:

- 🔔 Las instalaciones sanitarias internas y conexiones domiciliarias.
- 🔔 La red de colectores e interceptores, por problemas de hundimiento y/ o taponamiento.
- 🔔 La planta de tratamiento, por falta de operación o deficiente mantenimiento preventivo.

### Instalaciones sanitarias y conexiones domiciliarias

La principal falla que ocurre en las instalaciones sanitarias internas y conexiones domiciliarias es:

- 🔔 Taponamiento de las tuberías, ocasionado por el vertido en los baños de papeles, trapos ú objetos sólidos inapropiados.
- 🔔 Para salvar este problema se recomiendan las siguientes acciones:
- 🔔 Es esencial, recordar permanentemente a los usuarios la necesidad de que no boten en sus baños papeles, trapos ú objetos extraños.
- 🔔 Deben revisarse las conexiones domiciliarias al menos una vez al año. Se requiere inspeccionar y limpiar la cámara de inspección intradomiciliaria para evitar taponamientos en la tubería que descarga en la red de colectores.
- 🔔 En el momento de la revisión es aconsejable preguntar a los habitantes de cada vivienda si su instalación sanitaria funciona bien o presenta algún problema. De existir problemas es necesario reparar de inmediato para evitar complicaciones posteriores.

### Redes de colectores e interceptores

Las principales fallas que ocurren en las redes de alcantarillado son los hundimientos y/o taponamientos de las tuberías. El hundimiento de tuberías en la red es provocado por:

- Erosión o asentamiento del terreno base del colector.
- El paso de vehículos por encima de los colectores.
- El crecimiento de raíces.
- La corrosión de la bóveda de las tuberías.

El taponamiento de tuberías puede ser provocado por:

- La acumulación de arenas y/o sustancias orgánicas en las tuberías.
- El crecimiento de raíces.
- El depósito de sedimentos en las secciones bajas de las tuberías, debido a la mala alineación, la inclinación insuficiente de las tuberías, o porque la limpieza no se lleva a cabo con la frecuencia necesaria.

Para que el mantenimiento de la red sea efectivo, es necesario conocer y eliminar las causas que originan estos problemas:

- ☞ El asentamiento del terreno donde se apoya la tubería puede ser causado por una mala compactación durante la etapa de construcción o la dilatación y contracción de tierras arcillosas sobre las cuales se tendió la tubería. Este problema puede evitarse con una buena supervisión de la obra durante la construcción y con el tendido de una cama de material seleccionado para el apoyo de la tubería.
- ☞ Por otra parte, si la tubería de alcantarillado está sometida a sobrecarga (está trabajando a presión en lugar de canal abierto), es posible que el agua se filtre a través de las juntas debido a la presión en el interior del tubo. Cuando la presión disminuye, el agua regresa al tubo succionando tierra y horadando una cavidad que con el tiempo provocará el hundimiento del colector. La solución es sellar las juntas con un buen mortero de cemento.
- ☞ El paso de vehículos puede dañar fácilmente las tuberías si fueron tendidas superficialmente o el suelo por encima de la tubería no está compactado apropiadamente. Este problema puede evitarse en la etapa de construcción, asegurándose que la tubería sea tendida a la profundidad recomendada en la Norma y planos de construcción (mínimo 1,0 m de profundidad) y que el suelo que cubre la tubería haya sido bien compactado.
- ☞ Las raíces de los árboles tienden a crecer y penetrar en las tuberías, especialmente si las aguas se estancan en éstas. Si el problema es grave, es recomendable quitar los árboles que estén a menos de 5 metros de la tubería.

- ☞ La corrosión de la bóveda de las tuberías ocurre por los gases generados por las aguas residuales, que atacan y debilitan el cemento de las tuberías. Esto sucede con mayor frecuencia en climas cálidos y después de varios años de funcionamiento. Si esto ocurre, lo más aconsejable es reemplazar las tuberías dañadas.
- ☞ La solución de la mayor parte de las causas de taponamiento de las tuberías, si éstas tienen una pendiente regular y adecuada, consiste en la recolección de sedimentos y limpieza de vegetación. Es esencial recordar permanentemente a los usuarios, la necesidad de que no boten en sus baños papeles, trapos ú objetos extraños.

## Plantas de tratamiento

Las plantas de tratamiento constituyen uno de los elementos más vulnerables de un sistema

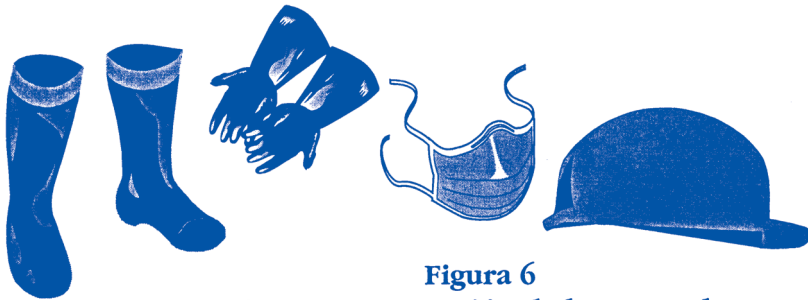


### 3 PRINCIPALES FALLAS EN LA OPERACION DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

#### ¿Cómo inspeccionar las redes de colectores e interceptores?

Como lo mencionamos anteriormente, las cámaras de inspección permiten el ingreso a la red de colectores e interceptores para su inspección y limpieza.

- ☞ Para encarar esta tarea los operarios deben tener como mínimo el siguiente equipo de protección (Figura 6): un par de botas, guantes, máscara, un casco.



**Figura 6**  
**Equipo para protección de los operadores**

El procedimiento para llevar a cabo la tarea de inspección es el siguiente:

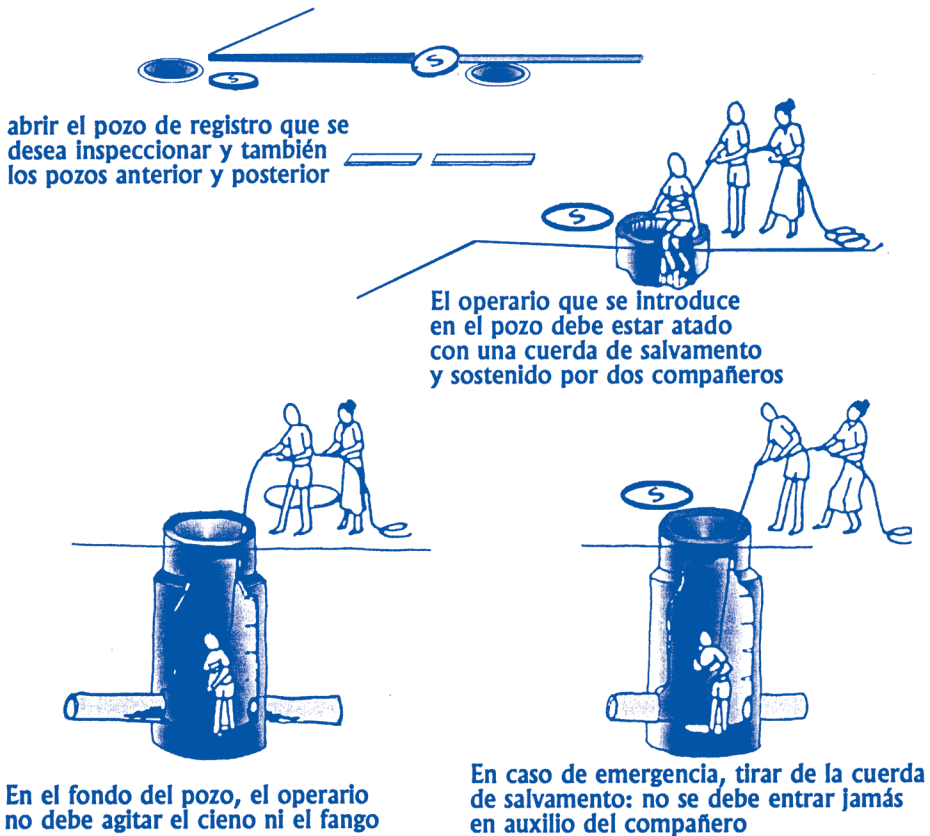
#### Ingreso a las cámaras de inspección

- ☞ Se identifica en los planos del sistema el tramo a ser inspeccionado. Se identifican las cámaras de inspección aguas arriba y aguas abajo de dicho tramo.
- ☞ La cámara de inspección debe ser ventilada antes de ingresar a ella. Como medida de protección, al menos dos horas antes de ingresar se abren las tapas de las cámaras de inspección anterior y posterior del tramo a inspeccionar. Para ahorrar tiempo se pueden abrir al mismo tiempo varias cámaras de inspección.
- ☞ La inspección debe comenzar lo más abajo posible de la red y progresar aguas arriba.

- ☞ Si existen cámaras inundadas, el agua se extrae con bombas de succión, del tipo utilizado por las empresas constructoras en las excavaciones, y se vierte en la próxima cámara aguas abajo. Una alternativa al uso de bombas, más morosa e incómoda, es extraer el agua con baldes o por el método del sifón.
- ☠ Una vez ventiladas las cámaras de inspección, es recomendable un control adicional de seguridad, para asegurarse que no es peligroso entrar, **pues si no hay suficiente oxígeno una persona en el interior podría morir asfixiada a causa de los gases producidos por las aguas residuales.**
- ☞ Una última medida de seguridad consiste en ingresar en las cámaras con una cuerda de salvamento (Figura 7). En una cámara antigua, los peldaños pueden estar corroídos y resbaladizos. Por ello un operario debe permanecer fuera del pozo para poder sacar del mismo al otro operario que haya entrado, en caso de emergencia. Jamás deben ingresar ambos trabajadores al mismo tiempo en la cámara.

**Figura 7**  
**Equipo para el mantenimiento de cámaras sépticas**

Tras dos horas de ventilación...



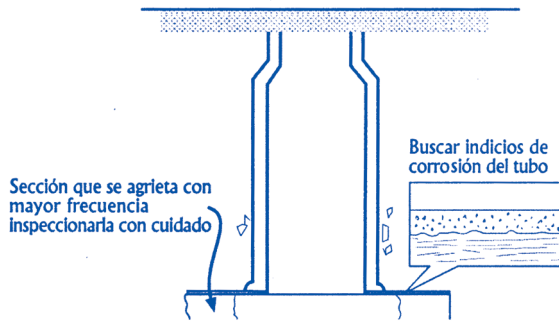
## Control de la alineación de las tuberías

- El control de la alineación es llevado a cabo por dos operarios en dos cámaras contiguas de inspección, equipados con una linterna y un espejo, como se muestra en la figura. Primero se sostienen linterna y espejo a una distancia de 5 a 10 cm. sobre el fondo de la tubería y luego se van elevando ambos progresivamente hasta inmediatamente debajo de la corona o sección superior de la tubería. Cualquier irregularidad que existiera en la alineación vertical del tubo se delataría si se oscurece la luz de la linterna. Mediante este procedimiento también se revelan pequeños defectos y obstrucciones en las tuberías (Figura 8).

**Figura 8**  
**Control de alineación de las tuberías**





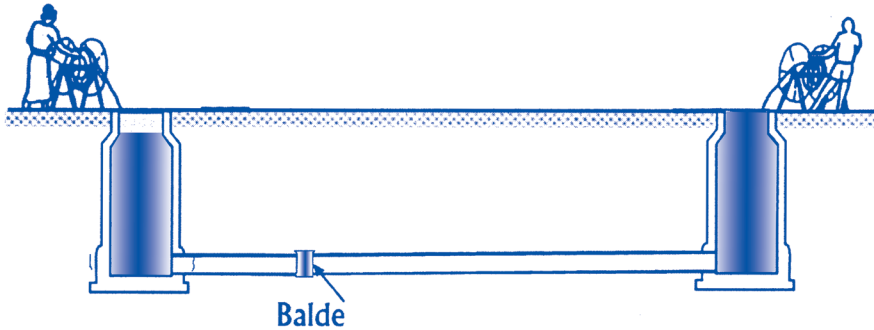


**Figura 9**  
**Problemas frecuentes en las cámaras de inspección**

☞ El lugar en el que es más probable encontrar grietas y mala alineación es inmediatamente después de una cámara de inspección por el asentamiento irregular del terreno tras la colocación de la tubería (Figura 9).

## ¿Cómo se efectúa el mantenimiento de las redes de colectores e interceptores?

- ☞ La tarea de mantenimiento más importante consiste en limpiar las tuberías de sedimentos, cieno u otros elementos sólidos. Las tuberías deben limpiarse por lo menos una vez al año, preferentemente al comienzo de la temporada de lluvias (meses de septiembre a octubre de cada año).
- ☞ Es importante instituir la limpieza de la red como una actividad rutinaria sin esperar que falle a causa de una obstrucción. Cuando esto ocurre, la reparación de los daños puede llegar a costar más que el mantenimiento preventivo regular.
- ☞ La herramienta más común para extraer los sedimentos e Iodos de las tuberías es un balde atado en la mitad de un cable de acero, como se aprecia en la Figura 10. El cable debe tener como mínimo una longitud igual a dos veces la distancia entre las cámaras de inspección más separadas. Un extremo del cable se introduce en una cámara de inspección y se pasa por la tubería, con la boca del balde mirando aguas abajo (en el sentido de la corriente), enrollándolo en un molinete instalado junto a la cámara de inspección siguiente. Al ir jalando del balde, éste recoge los sedimentos e Iodos. El diámetro del balde debe ser por lo menos 5 cm menor que el diámetro interno de la tubería para permitir que el material recogido desborde cuando el balde se llene y evitar que se tranque en las obstrucciones de la tubería.
- ☞ Si el balde se bloquea, no hay que jalar con demasiada fuerza pues

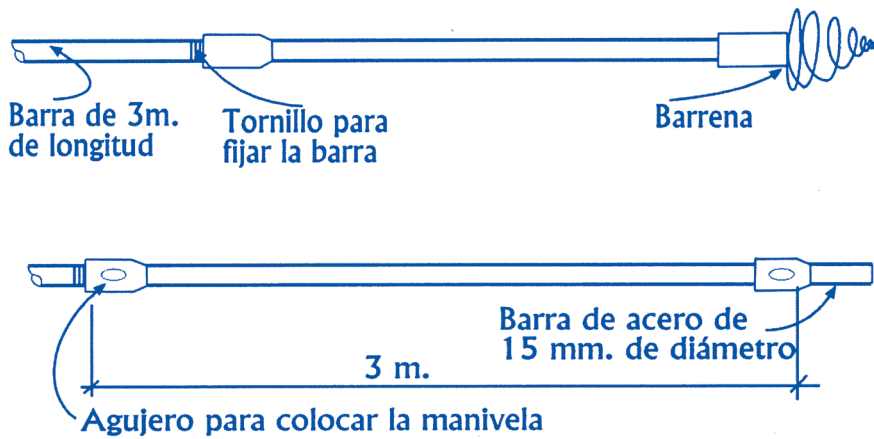


**Figura 10**  
**Extracción de sedimentos y lodos de las tuberías**

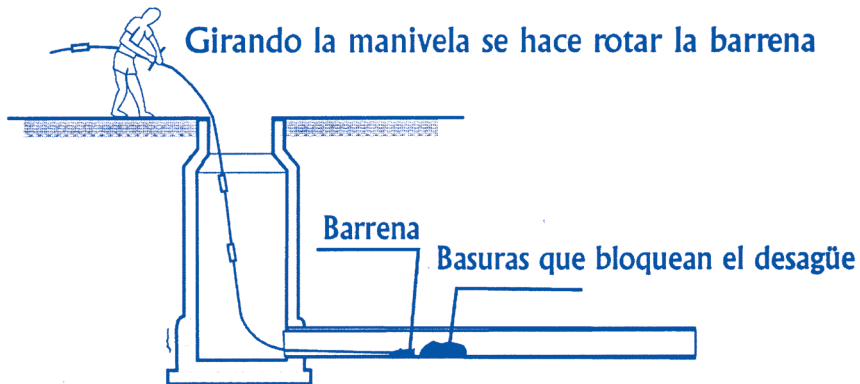
podría comprimir los sedimentos y hacer más difícil su extracción. En lugar de ello, puede hacerse retroceder el balde, jalando del otro extremo y sustituirlo por uno más pequeño o por una barrena.

- ☞ Cuando el balde llega hasta la cámara de inspección inferior, se extrae con los sólidos y se suelta del cable. A su vez, el cable se recupera en la cámara de inspección superior y se le ata de nuevo el balde. Se repite el procedimiento hasta que la tubería quede limpia.
- ☞ Si la tubería se encuentra bloqueada ó los sólidos son demasiado duros para extraerlos con el sistema de balde, puede eliminarse la obstrucción por medio de una barrena como la que se ve en las Figuras 11 y 12.
- ☞ La barrena es como una gran broca para taladrar que se hace girar mediante unas manivelas colocadas en una de las barras que en forma de cadena constituyen el eje propulsor. Las barras pueden tener un diámetro de 10 mm y ser de acero inoxidable ó hierro liso de construcción. La barrena y sus barras pueden ser fabricadas en un buen taller de metal-mecánica. Cuando la barrena penetra en los sólidos que bloquean la tubería, el agua que escurre facilita el desprendimiento de los sólidos corriente abajo.
- ☞ Las cámaras de inspección dañadas deben ser reparadas de inmediato, usando una buena dosificación de cemento. Por otra parte, 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.

**Figura 11**  
**Herramientas para limpiar obstrucciones en las tuberías**



**Figura 12**  
**Eliminación de obstrucciones en las tuberías**





## BIBLIOGRAFIA

- ➔ Opciones Técnicas y Niveles de Servicio, Anexo 7. PROSABAR,1995.
- ➔ Norma Técnica de Diseño para Sistemas de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales, DINASBA, 1996.
- ➔ Reglamentos Técnicos de Diseño para Sistemas de Alcantarillado, DINASBA, 1996.
- ➔ Desagües de Superficie para Comunidades de Bajos Ingresos, ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, 1991.