

AGUA Y SANEAMIENTO: OPCIONES PRÁCTICAS PARA VIVIR MEJOR





Eduardo Álvarez Peralta
Representante OPS-OMS en Colombia

**Programa de preparativos para situaciones de
emergencia y coordinación de socorro en casos
de desastres, PED**

Autor: Ing. Henry Hernández
Consultor Salud y Ambiente
OPS/OMS

Coordinación editorial

María Isabel García

Diseño

Marta Rojas, Alejandro Rojas

Ilustraciones

Guillermo Cubillos

Revisión de textos

Emma Ariza

Impresión

Editorial Linotipia Bolívar & Cía. S en C.

1^a edición: Ministerio de Salud Pública, OPS, 1993

2^a edición: Ministerio de Desarrollo Económico, OPS, 2000

3^a edición: Organización Panamericana de la Salud, 2001

4^a edición: Organización Panamericana de la Salud, 2002, año del centenario

Presentación

En sectores donde las comunidades procedentes de diferentes lugares se ven obligadas a ubicarse temporalmente, éstas se ven expuestas a condiciones ambientales adversas por falta de requerimientos adecuados en abastecimiento y calidad de agua, disposición de excretas y aguas residuales y disposición sanitaria de los residuos sólidos, entre otros factores; lo que las convierte en comunidades vulnerables, reduciendo sus condiciones de salud.

Adicionalmente, la falta de preparación de estas comunidades para afrontar las situaciones de emergencia, se convierte en un factor de incremento de la vulnerabilidad que, en el corto plazo, no les permite identificar soluciones apropiadas para aliviar de una manera adecuada la problemática sanitaria y ambiental a que se ven expuestas diariamente.

En este sentido, es importante y necesario implementar procesos colectivos con las comunidades afectadas, dirigidos a lograr cambios de comportamiento en las acciones de agua y saneamiento, en donde las intervenciones técnicas contribuyan a generar procesos sostenibles con impactos considerables y positivos en términos de calidad de vida de las poblaciones afectadas.

Sumado a esto, dentro de estas comunidades afectadas, es importante formar y capacitar a nivel individual y colectivo responsables que incentiven y lideren procesos de educación sanitaria y ambiental, como eje fundamental para el cambio de comportamiento frente a las problemáticas en agua y saneamiento a que se ven expuestas.

La tecnología debe estar íntimamente relacionada con la cultura y las prácticas

cotidianas, en donde se aprenda la relación y concepción de la salud y vida del individuo con su entorno para de esta manera, lograr cambios de comportamiento y hábitos higiénicos adecuados.

Por ello, como contribución para mejorar las condiciones de calidad de vida de estas poblaciones, se presenta esta *Guía básica en agua y saneamiento*. Esta guía pretende ofrecer un instrumento de apoyo para comunidades desplazadas, que incorpore diferentes opciones tecnológicas, teniendo en cuenta aquellos elementos técnicos fundamentales que contribuyen a controlar los factores de riesgo ambiental directamente relacionados con la salud de quienes las integran.

Eduardo Alvarez Peralta

Representante

OPS-OMS

Colombia

Contenido

Presentación	3
El agua	7
Origen del agua	8
Agua para consumo humano	11
Características del agua	12
Enfermedades de origen hídrico	13
Métodos domésticos de clarificación	15
Clarificación del agua con compuestos químicos	16
Clarificación casera	18
Métodos de tratamiento del agua	19
Filtro lento de arena a nivel domiciliario	20
Construcción del filtro lento de arena	21
Operación y mantenimiento del filtro	24
Operación y mantenimiento del filtro	28
Hervido del agua	29
Desinfección doméstica del agua a través de la cloración	30
Tratamiento del agua con hipoclorito de calcio	31
Tratamiento del agua con hipoclorito de sodio	33
Control de la cloración	33
Sistema de tratamiento del agua <i>in situ</i> Sanilec	34
Sistemas de almacenamiento	39
Capacidad del tanque de almacenamiento	40
Dimensiones	41
Piletas públicas	42
Partes de una pileta	44
Construcción de una pileta pública	45
Tanque de ferrocemento	50
Construcción	51
Observaciones generales	53
Captación de aguas lluvias	54
Construcción de un sistema de captación de aguas lluvias	55
Instalación de la canal	56
Observaciones generales	57
Mantenimiento	59

Consideraciones generales sobre el almacenamiento y la distribución del agua.....	61
Esquema de punto de distribución de agua temporal	63
Bombas manuales	64
Partes de una bomba manual.....	65
Construcción	66
Funcionamiento de la bomba manual.....	68
Mantenimiento	68
Limpieza, desinfección e inspección sanitaria de tanques de almacenamiento	69
Instrucciones para el lavado y desinfección del tanque	70
Recomendaciones para la inspección sanitaria de sistemas de abastecimiento	72
Captación	74
Línea de impulsión, conducción y redes	75
Reservorios o tanques de almacenamiento.....	76
Planta de tratamiento	77
Actividades de mantenimiento y operativas en los sistemas de acueductos	78
Higiene en el almacenamiento y los usos del agua	80

El agua



FUENTES DE ABASTECIMIENTO



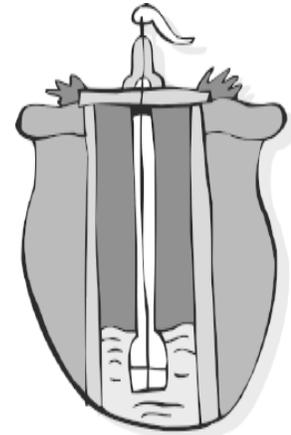
Lluvia



Manantiales



Aljibes



Pozos

El agua es un elemento básico para la vida. En la naturaleza se encuentra en tres estados:

Sólido ■■■▶ glaciales, nieve.

Líquido ■■■▶ quebradas, ríos, lagos, lagunas, pozos, etc.

Gaseoso ■■■▶ vapor de agua.

El agua para el consumo debe reunir algunas condiciones de pureza para que no cause problemas en la salud del hombre y de los animales, y para que no afecte el medio ambiente y la calidad de vida en general.

Origen del agua

Al caer el agua de lluvia, las primeras gotas arrastran partículas de polvo y gases presentes en la atmósfera, contaminando esta agua. Normalmente, después de unos minutos el agua lluvia se encuentra libre de impurezas y puede ser utilizada para las necesidades básicas. Sin embargo, en áreas donde la contaminación atmosférica (generalmente muy industrializada) presenta cierto grado de contaminación grave, el uso del agua es inconveniente.



Ríos



Lagos y lagunas



- **Potabilización del agua:**
- Tratamiento que se realiza al agua para eliminar sustancias inadecuadas (causantes de enfermedades), presentes en ella, garantizando agua apta para consumo.

Parte de las aguas lluvias forman los arroyos que irán a los ríos, lagos y lagunas, constituyendo las aguas superficiales.

El agua que logra infiltrarse en la tierra forma las aguas subterráneas, como los pozos y manantiales.

Al evaporarse parte de las aguas superficiales, es decir, al convertirse el agua líquida en vapor de agua por efecto de la temperatura, se forman las nubes que son enfriadas por el viento produciendo la lluvia y permitiendo así mantener continuamente las aguas naturales. Todo este proceso que ocurre en la naturaleza recibe el nombre de “ciclo hidrológico”.

Las fuentes de abastecimiento de agua se pueden contaminar cuando están en contacto con basuras, excrementos humanos y de animales, plaguicidas e insecticidas y aguas negras, ocasionando enfermedades por la presencia de microorganismos patógenos u otras sustancias tóxicas.



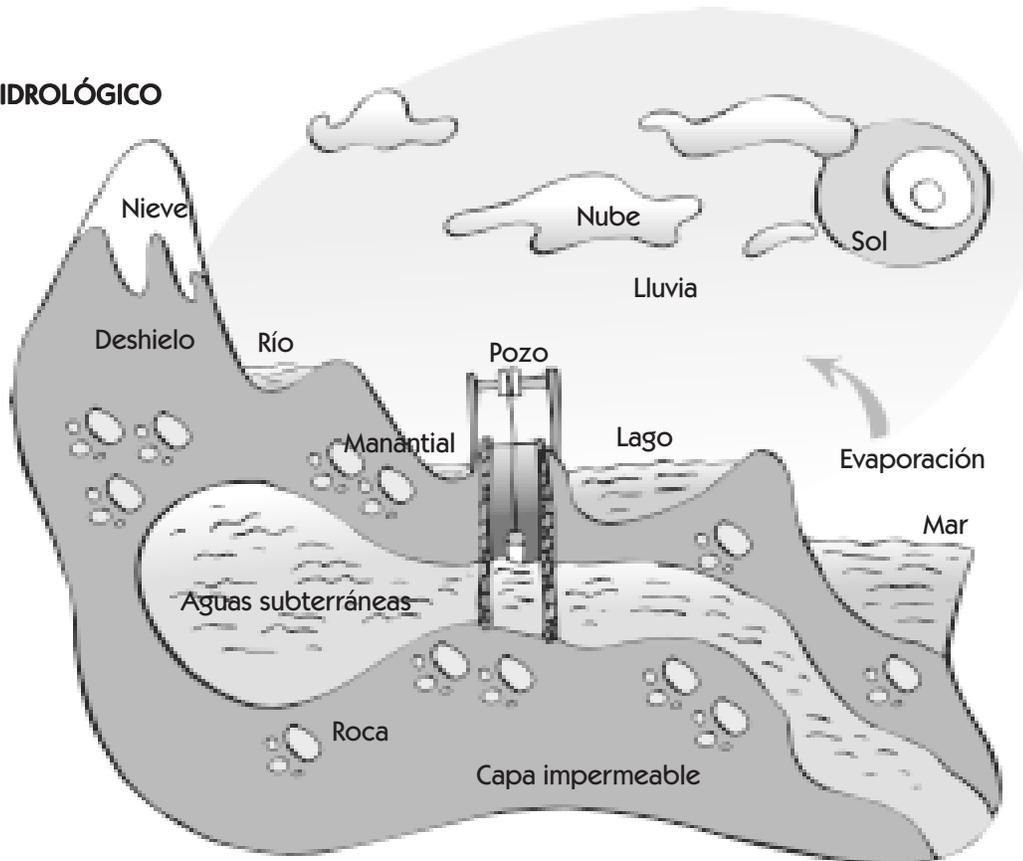
Aguas negras:

Son las aguas residuales domésticas e industriales que contienen residuos de la actividad del hombre.

Patógeno:

Se refiere a aquello que produce enfermedad.

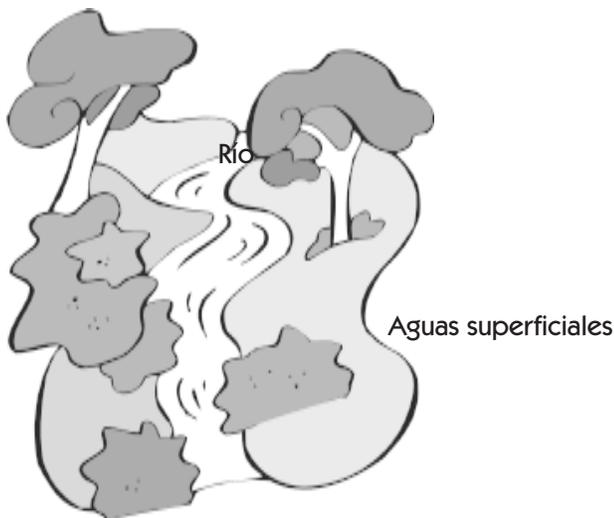
CICLO HIDROLÓGICO



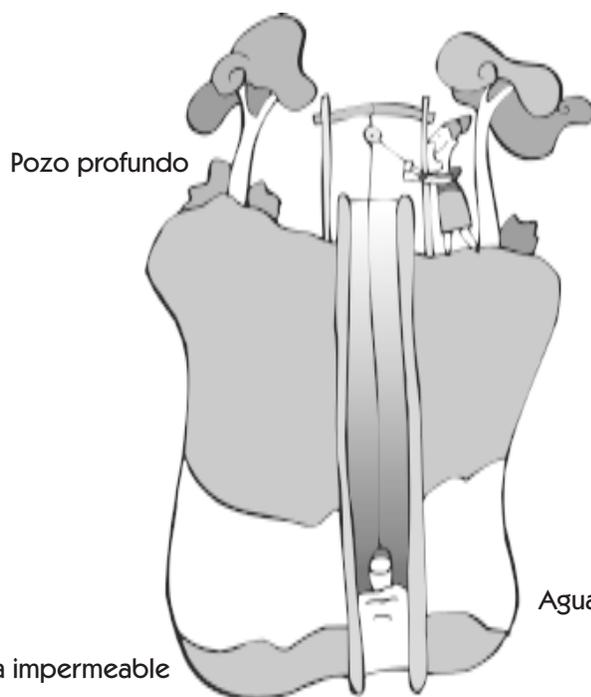
CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS



Aguas lluvias



Río
Aguas superficiales



Pozo profundo

Aguas subterráneas

FUENTES DE AGUA DISPONIBLES EN LA NATURALEZA

1. Aguas lluvias
2. Aguas superficiales
3. Aguas subterráneas

Aguas lluvias:

Ya que estas aguas no constituyen fuente de abastecimiento constante, se recomienda recolectarlas en los techos de las viviendas y conducir las por medio de canaletas a tanques de almacenamiento.

Como medida de precaución, las primeras aguas lluvias deben ser eliminadas ya que han lavado la atmósfera y los techos de las casas, arrastrando polvo, tierra, excrementos de pájaros y otras impurezas que no las hacen seguras para el consumo humano.

Aguas superficiales:

Están sujetas a contaminación por parte del hombre y sus actividades diarias. Estas aguas se deben proteger para evitar que sean un medio de transporte de agentes causantes de enfermedades.

Para su utilización será necesario tratarlas.

Aguas subterráneas:

Son las aguas que se filtran en el terreno. Generalmente su calidad es mejor que la de las superficiales, ya que el agua al ir pasando por las diferentes capas de la tierra se va filtrando, haciéndose más pura y libre de materia orgánica y bacterias.

Agua para consumo humano



El agua para bebida debe estar libre de organismos patógenos, concentraciones químicas, impurezas y de cualquier tipo de contaminación que cause problemas para la salud humana. Por esta razón es indispensable asegurarse de la buena calidad del agua, factor determinante del estado de salud de una comunidad.

Cuando el agua se encuentra contaminada, se recomienda realizar algún tipo de tratamiento mediante un proceso que la transforme en agua segura para bebida y otros usos.

Características del agua

La calidad del agua se mide en términos de sus características físicas, químicas y biológicas.

Características físicas: Hacen referencia al olor, sabor, color y turbiedad.

Características químicas: Hacen relación al contenido de minerales como el hierro y el manganeso, y a otras sustancias que son fácilmente identificables por su efecto sobre la ropa, ya que generalmente la mancha impide la disolución del jabón, como en el caso de alta presencia de carbonatos de calcio.

Características biológicas: El término biológico hace referencia a la presencia de organismos patógenos, como huevos, quistes, bacterias y virus, que se encuentran presentes en las excretas humanas, en las basuras, en las aguas estancadas y en suelos contaminados con excrementos del hombre y los animales.



Aunque el agua se vea limpia, es necesario realizar un tratamiento que elimine los organismos patógenos, que no se ven a simple vista y que pueden causar enfermedades a las personas que consuman agua sin tratar.

Enfermedades de origen hídrico

Las enfermedades que se pueden transmitir a través del agua se clasifican en cuatro grupos:

Grupo 1

- **Enfermedades propagadas por el agua:**
- El agua actúa como medio de transporte de organismos patógenos provenientes de las materias fecales que producen enfermedades como tifoidea, amibiasis, hepatitis, diarreas virales y otras.

Grupo 2

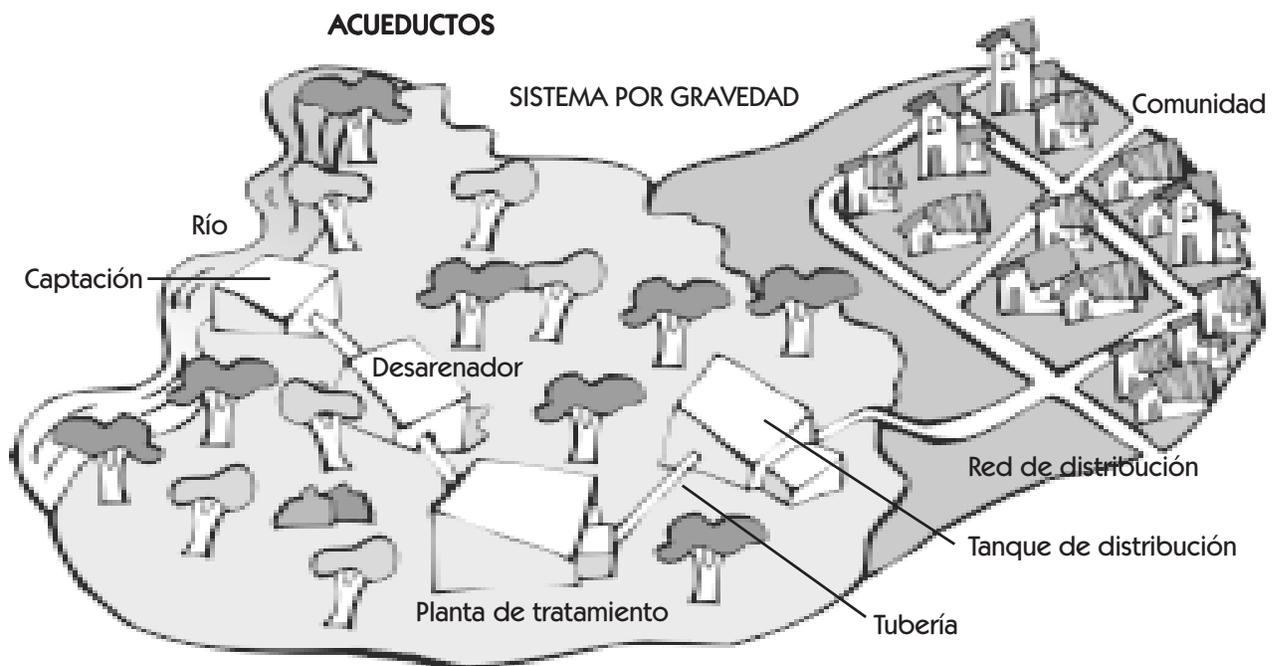
- **Enfermedades basadas en el agua:**
- Algunos organismos patógenos desarrollan un ciclo de su vida en animales acuáticos.
- Dichos organismos producen enfermedades como la esquistosomiasis.

Grupo 3

- **Enfermedades por escasez de agua:**
- La falta de agua y de higiene personal producen enfermedades como la sarna, la parasitosis intestinal y la pediculosis, entre otras.

Grupo 4

- **Vehículos de contagio relacionados con el agua:**
- Enfermedades transmitidas por insectos que se reproducen en el agua: fiebre amarilla, dengue, dengue hemorrágico y otras.



En las grandes ciudades y en algunas localidades del país existen acueductos que se encargan de potabilizar el agua a través de diferentes procesos que se realizan en una planta de tratamiento convencional, evitando de esta forma la presencia de enfermedades relacionadas con el agua.

En la planta de tratamiento se realizan los procesos de sedimentación, filtración y desinfección química del agua para posteriormente almacenar en un tanque el agua de buena calidad y distribuirla a la población.

Cuando no existen estos sistemas convencionales de tratamiento del agua, o cuando la calidad del agua es momentánea, se pueden emplear métodos de tratamiento a nivel domiciliario, que comprenden clarificación, filtración lenta en arena y desinfección química y física.

Estos métodos alternativos también son apropiados en situaciones de emergencia, cuando las comunidades se ven obligadas a ubicarse en refugios (campamentos, albergues) y en donde por ubicación geográfica o por falta de acceso a los servicios básicos de agua potable y saneamiento, es necesario tomar acciones inmediatas para garantizar su salud.

Métodos domésticos de clarificación



Existen métodos caseros, sencillos y prácticos para mejorar las condiciones físicas del agua, que reducen o eliminan su turbiedad cuando no se ha realizado ningún tipo de tratamiento.

Por lo general, las aguas superficiales se encuentran contaminadas. Por tal razón se recomienda realizar un tratamiento al agua, comenzando por clarificarla si ésta se encuentra turbia; luego, filtrarla y/o desinfectarla para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas, obteniendo de esta forma agua apta para consumo.

Clarificación del agua con compuestos químicos

Alumbre o sulfato de aluminio

El alumbre es un compuesto químico muy práctico de utilizar y económico. Su presentación es en forma de cristales de color blanco. Dependiendo de la turbiedad del agua, permite utilizar una dosis adecuada en polvo sin afectar la salud de las personas y sedimentando las partículas suspendidas en el fondo del recipiente.

Este producto se puede conseguir en algunas farmacias o establecimientos que distribuyan productos químicos en general.



- Al adicionar sustancias químicas o naturales al agua turbia se logra que algunas partículas suspendidas se precipiten al fondo del recipiente dejando una capa de agua más clara arriba y una capa de sedimentos (lodo) en el fondo. Estos sedimentos deberán desecharse.
- El agua clarificada debe filtrarse y/o desinfectarse, ya que un agua clara no garantiza que no se encuentre contaminada, como en el caso de algunos ríos, lagunas, etc.



Clarificación:

Proceso por el cual se remueven partículas suspendidas del agua turbia para hacerla clara.

Desinfección:

Destrucción o eliminación de microorganismos presentes en el agua, capaces de producir enfermedades.

Procedimiento

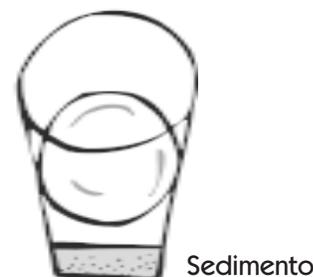
Pasos a seguir

1. Aliste los siguientes materiales:
 - Una caneca o tanque de 55 galones para almacenar el agua a tratar.
 - Una cuchara sopera.
 - Alumbre.
 - Un frasco pequeño para almacenar el alumbre.
2. Rotule el frasco con alumbre y almacénelo en polvo. Para esto, envuelva el alumbre en un pedazo de tela limpia y tritúrelo hasta volverlo polvo.

3. Para una caneca de 55 galones con agua turbia, que presente color amarillo oscuro o café claro, adicione tres cucharadas de alumbre pulverizado y mezcle el alumbre con el agua durante tres minutos.



4. Después de tres horas de reposo, las partículas se encontrarán sedimentadas en el fondo del recipiente.



Observaciones generales

- El agua que se destina para consumo debe ser tomada de la superficie de la caneca, procurando no producir movimientos fuertes de ella.
- En el momento de tomar el agua clara del recipiente, utilice elementos (tazas, pocillos, jarros) limpios, que no vayan a contaminar el agua.
- El agua clarificada no garantiza agua apta para consumo humano. Se requiere de un tratamiento de desinfección física o química para que sea potable.
- El agua también puede ser clarificada con sulfato de aluminio*. Este compuesto tiene el mismo origen del alumbre, variando su presentación: es de color café claro o amarillo suave y viene en polvo.



1 galón = 4 litros
 55 galones = 220 litros
 Si no tiene una caneca de 55 galones, también puede utilizar otros recipientes en diferentes materiales cuya capacidad sea aproximada a los 220 litros.

Para clarificar el agua de una caneca de 55 galones (220 litros) se necesitan aproximadamente dos cucharadas de sulfato de aluminio (utilice el mismo procedimiento que con el alumbre).

Lista de materiales para clarificar 55 galones de agua

Descripción	Unidad	Cantidad
Alumbre	gramos	60
Sulfato de aluminio	gramos	40

Una cucharada sopera de alumbre en polvo equivale a aproximadamente 20 gramos.

* De venta en farmacias o establecimientos de productos químicos.

RECUERDE



- La clarificación del agua con alumbre o sulfato de aluminio únicamente elimina la turbiedad por sedimentación de los sólidos, arrastrando algunas bacterias, pero no destruye todos los microorganismos o agentes patógenos.

- Las sustancias utilizadas para clarificar el agua tienen la función de ir agrupando las partículas que se encuentran en suspensión, de tal forma que una vez juntas unas con otras adquieran mayor peso y precipiten al fondo del recipiente en un tiempo mucho menor al que gastarían si no se les adicionara estos compuestos.

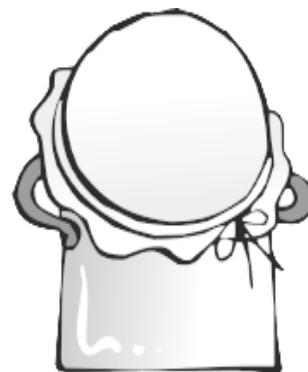
Nota: Dependiendo del grado de turbiedad del agua, la dosificación varía; por esta razón es importante hacer algunas pruebas variando la dosificación hasta encontrar la más conveniente para ese tipo de agua.

Clarificación casera

A continuación se menciona otra alternativa muy práctica para clarificar el agua.

Materiales:

- Un recipiente plástico con capacidad para 20 litros.
- Un pedazo de tela fina o media pantalón.



Procedimiento

1. Lave muy bien con agua limpia los materiales que va a utilizar.
2. Coloque sobre la parte superior del recipiente la tela o media pantalón (de nylon) de tal forma que cubra la boca del recipiente.

3. Empiece a llenar el recipiente, haciendo pasar el agua turbia por la tela o media de nylon, de esta forma las partículas presentes en el agua quedarán atrapadas en la tela.

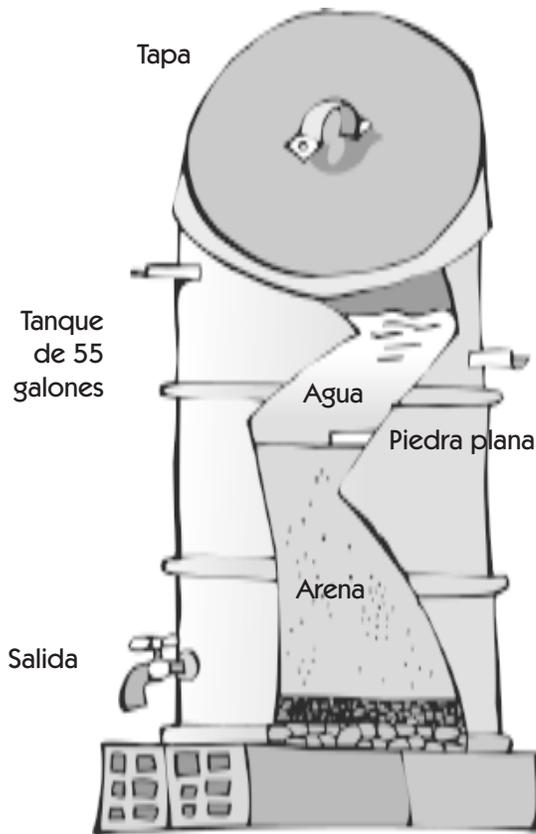
4. Retire la tela y proceda a desinfectar el agua con cloro.



Métodos de tratamiento del agua



Filtro lento de arena a nivel domiciliario



ESQUEMA DEL FILTRO LENTO DE ARENA

Este filtro puede ser utilizado para tratamiento del agua a nivel individual (una familia) o colectivo (hasta cinco familias), garantizando la remoción de la mayoría de bacterias presentes en el agua, siempre y cuando la capa de arena esté cubierta por una capa de agua.

La filtración es un proceso físico de purificación que consiste en pasar el agua a tratar a través de unas capas de material poroso, con el fin de retener bacterias y partículas suspendidas en el líquido.

Ventajas

- Reducción en un 99 a 99.9% de las bacterias patógenas responsables de transmitir enfermedades de origen hídrico.
- Remoción de quistes, huevos de parásitos y larvas de esquistosomas en un 100%.
- Reducción de virus y material orgánico en un 98%.
- Reducción de la turbiedad y el color.
- Facilidad en su operación y mantenimiento.



El material filtrante que se utiliza para la elaboración de los filtros lentos en arena está compuesto por:

- Arena fina lavada de río o de arroyo. Los granos de esta arena tienen entre 0.15 y 0.35 milímetros de diámetro. Su color predominante es gris claro, en algunas regiones, o beige en otras.

- Gravilla, cascajo o piedra china delgada, con un tamaño aproximado de 1 a 1.5 centímetros.

- Grava, cascajo o piedra china gruesa, con un tamaño aproximado de 2 a 3 centímetros.

- La grava y gravilla, cascajo o piedra china delgada o gruesa se extrae de las riberas de los ríos.

Los filtros lentos se pueden construir a base de tambores o tanques metálicos galvanizados de 55 galones o tanques de ferrocemento (a nivel doméstico) o de ladrillo (a nivel comunitario).

Materiales necesarios para construir un filtro lento casero

Materiales	Un	Cant.
Tanque de ferrocemento*	Un.	1
Arena lavada de río	m ³	0.5
Grava ¹	m ³	0.05
Gravilla ²	m ³	0.03
Unión galvanizada 1/2"	Un.	1
Codo PVC 1/2"	Un.	2
Adaptador macho PVC 1/2"	Un.	1
Adaptador hembra PVC 1/2"	Un.	1
Tubo PVC 1/2"	mt.	1.5
Llave terminal 1/2"	Un.	1
Universal PVC 1/2"	Un.	1

* Ver elaboración en "Tanque de almacenamiento de agua", pág. 41.

¹ 0.05 m³ = 15 palas aproximadamente.

² 0.03 m³ = 9 palas aproximadamente.

Construcción del filtro lento de arena

Procedimiento

1. Perfore el tanque de ferrocemento en la parte de abajo para colocar la unión galvanizada de 1/2 pulgada de diámetro.

Para esta operación, utilice un cincel y un martillo, golpeando suavemente en el lugar del orificio.

También puede hacer un orificio de 1/2 pulgada en la formaleta, así se evita romper el tanque para colocarle la unión.

2. Encaje la unión en el orificio y péguela con un poco de mortero (cemento + arena) de tal forma que los alrededores de la unión queden bien sellados para evitar la filtración del agua.





3. Cuando la mezcla haya secado completamente, instale la llave de salida de $\frac{1}{2}$ pulgada.

Nota: Antes de enroscar la llave a la unión, coloque un poco de cinta teflón para evitar el goteo entre la unión y la llave instalada.

4. Seleccione la grava y la gravilla que va a utilizar.

Lave muy bien estos materiales y desinféctelos, utilizando una solución de cloro (hipoclorito de calcio al 65% de concentración).

Cómo preparar la solución de cloro para lavar la grava y la gravilla

Materiales:

1. Cloro (hipoclorito de calcio al 65%).
2. Un balde plástico de 20 litros de capacidad.
3. Una cucharita cafetera.

Procedimiento

- Llene el balde con agua y adicione una cucharadita del desinfectante (el cloro) y mezcle durante tres minutos.
- Utilice esta solución para desinfectar solamente la grava y la gravilla, remojándolas en dicha solución durante 20 minutos aproximadamente.

Si utiliza hipoclorito de sodio, adicione 15 gotas de cloro por cada litro de agua.

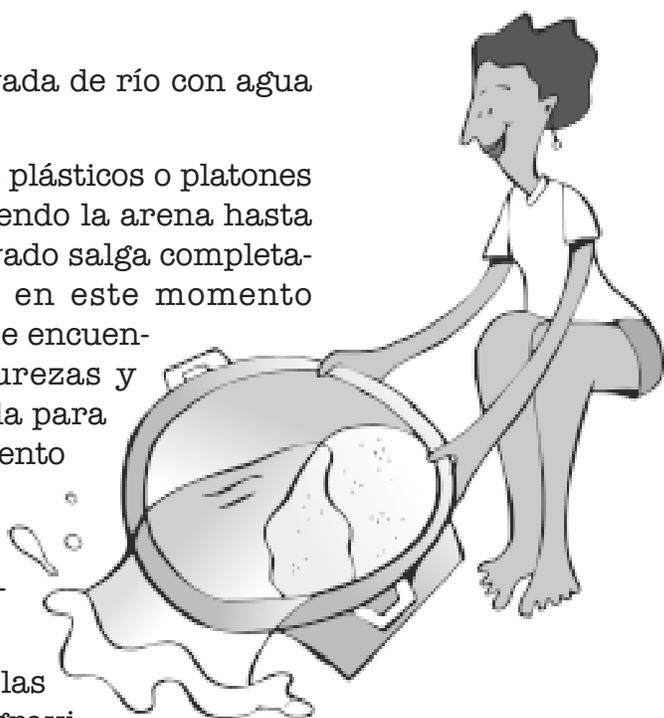


Estas soluciones no son para agua de bebida.

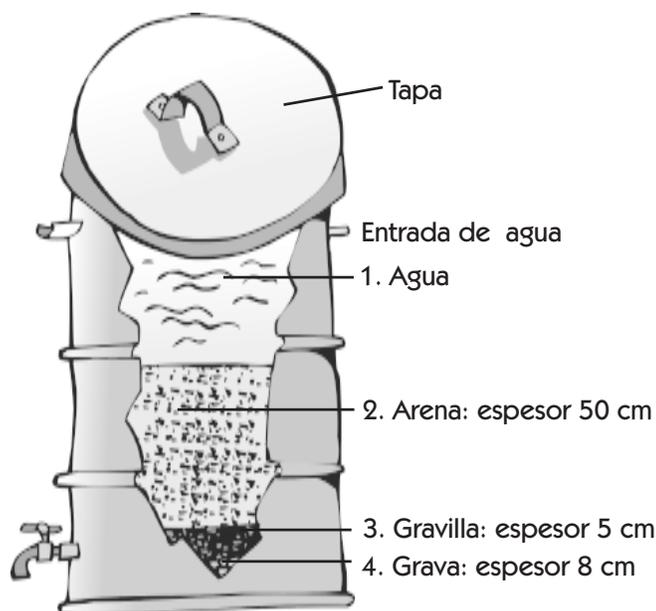
5. Lave la arena lavada de río con agua limpia.

Utilice recipientes plásticos o platonos metálicos removiendo la arena hasta que el agua de lavado salga completamente clara. Es en este momento cuando la arena se encuentra libre de impurezas y puede ser utilizada para elaborar el filtro lento de arena.

Para lavar la arena puede utilizar agua lluvia.



6. Coloque en orden las capas de grava, gravilla y arena lavada de río en el interior del tanque, en las proporciones indicadas en la ilustración:



7. Cuando el agua es suministrada permanentemente a través de tubería o manguera, es necesario instalar un tubo de rebose en la parte superior de la caneca o un registro para controlar la entrada del agua.
8. Coloque una tapa amplia fácilmente removible, que mantenga cubierto el filtro para evitar que entre polvo y/o materiales extraños al filtro.

Operación y mantenimiento del filtro

Los filtros lentos en arena desarrollan una capa biológica sobre la arena, compuesta por millones de microorganismos encargados de producir la limpieza biológica y desinfectar el agua.

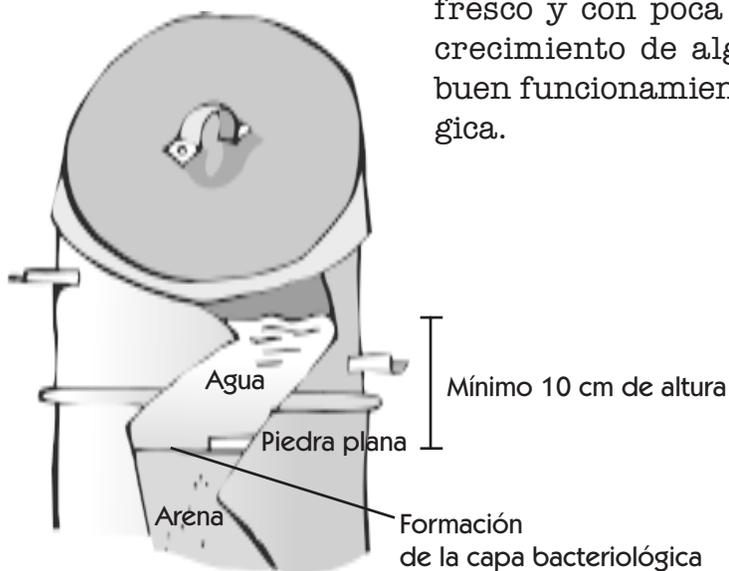
Para que el filtro funcione adecuadamente se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Siempre debe permanecer como mínimo una capa de 10 centímetros por encima de la capa de arena, ya que la capa biológica sin agua se muere y el agua no sale apta para consumo humano.
- Para el llenado del filtro se recomienda colocar una piedra plana para amortiguar la caída del agua sobre la capa de arena y evitar dañar la capa biológica que es bastante frágil.

Recuerde que el agua debe estar clarificada antes de llenar el filtro.

- El filtro debe permanecer en un lugar fresco y con poca luz para evitar el crecimiento de algas que alteran el buen funcionamiento de la capa biológica.

El filtro debe instalarse sobre una base de ladrillo o cualquier otro material resistente para facilitar la recolección del agua tratada.



Limpieza del filtro

La limpieza del filtro lento en arena se debe realizar cuando el flujo de agua a través de éste es muy poco, es decir, cuando la cantidad de agua de salida por la llave es mínima.



La limpieza del filtro consiste en remover una capa de arena, desocupándolo previamente.

- Con un palustre raspe por encima la capa de arena fina sin hacer fuerza. Este raspado es de aproximadamente un centímetro de espesor.
- Vuelva a llenar el filtro hasta el nivel original y espere de 5 a 10 días para que se forme nuevamente la capa biológica, que es la que desinfecta el agua.
- Esta limpieza se realiza aproximadamente cada 2 o 3 meses, dependiendo del buen mantenimiento que se le dé al filtro.

Después de 4 o 5 limpiezas, es necesario realizar una mejora completa al filtro. Para esta tarea, abra la llave de salida y desocupe el filtro.

- Saque la arena restante del filtro y enjuáguela con agua limpia. Vuelva a lavar y desinfectar la grava y la gravilla, como se mencionó anteriormente.
- Enjuague el tanque de ferrocemento o el recipiente donde instaló el filtro.
- Recupere la arena que retiró en las primeras limpiezas y lávela adecuadamente.
- Coloque nuevamente las capas de grava, gravilla y arena, como se menciona en el punto 6 del procedimiento.
- Llene el filtro con agua clarificada y espere de 5 a 10 días para consumirla. Durante estos días es necesario circular el agua sin consumirla.

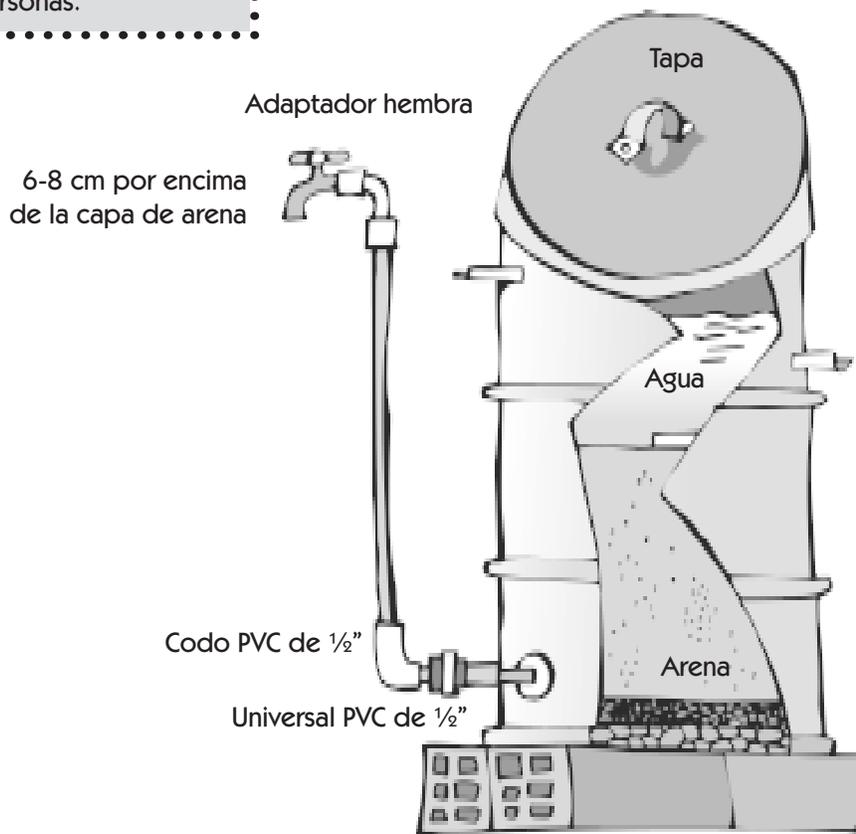
Observaciones generales

RECUERDE



Si el filtro no se opera adecuadamente, no es efectivo contra la destrucción de organismos patógenos presentes en el agua, y se puede convertir en un agente de riesgo para la salud de las personas.

- Antes de consumir el agua proveniente del filtro lento de arena, es necesario cambiar el agua cada dos días durante 15 a 20 días aproximadamente para permitir la formación de la capa biológica.
- En climas fríos, este proceso toma aproximadamente 20 días y en climas cálidos entre 10 y 15 días.
- Para garantizar la permanencia de agua sobre la capa de arena y evitar que la capa bacteriológica muera, se recomienda realizar la siguiente instalación de la tubería:



RECUERDE



Se recomienda que el agua filtrada sea hervida o desinfectada posteriormente con cloro para asegurar su potabilidad.

Si el agua se encuentra libre de turbiedad, puede realizarse el tratamiento directamente utilizando cloro.

Un método más sencillo para filtrar pequeñas cantidades de agua es el que se describe a continuación:



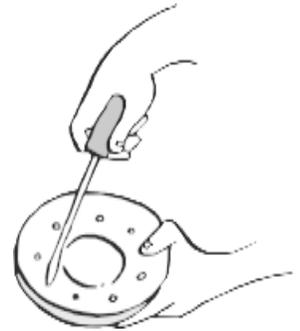
Materiales	Cantidad
Botella plástica de cualquier gaseosa con capacidad para 2 litros	1
Esponja de 2 cm de espesor	2
Pedazo de tela sintética (poliéster)	1

Procedimiento:

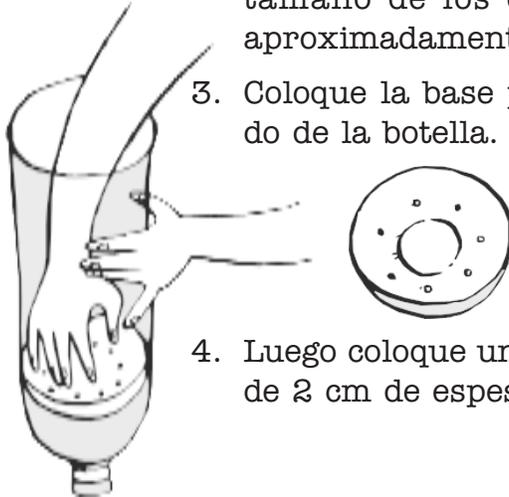
1. Corte la base de la botella con un cuchillo o sierra mecánica.



2. Haga orificios en la base en todo el contorno con un cuchillo o broca. El tamaño de los orificios puede ser aproximadamente de 3 mm.



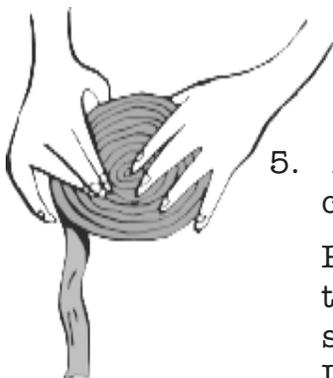
3. Coloque la base perforada en el fondo de la botella.



4. Luego coloque una esponja de 2 cm de espesor.



5. A continuación ponga la tela sintética (poliéster) en forma de rollo.



Para fabricar este medio filtrante, tome un pedazo de tela sintética u otra similar, mida 7 cm de ancho y corte. Luego doble la tela en 2 y enrolle 2 metros y 60 cm. aproximadamente. Haga el rollo calculando el diámetro de la botella que está utilizando para construir el filtro.





6. Por último, coloque otra esponja de 2 cm de espesor por encima de la tela, para retener toda sustancia gruesa o flotante del agua.

Operación y mantenimiento del filtro

- Coloque la boca de la botella del filtro en la boca del recipiente donde va a almacenar el agua.
- En forma lenta y utilizando el filtro casero, vierta en el recipiente el agua recolectada.
- Después de usar este filtro, lave, seque y ubique nuevamente los componentes del filtro en la botella.
- Guarde el filtro en un lugar seco y seguro para protegerlo del polvo y las suciedades.



RECUERDE



- Antes de usar el filtro, lave sus componentes con agua limpia.
- Antes de guardar el filtro, verifique que esté seco.



Hervido del agua

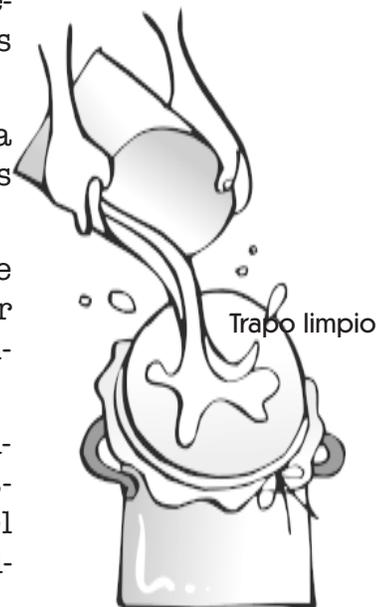
Es un método bastante efectivo para desinfectar pequeñas cantidades de agua clara, aun si presenta contenido de materia orgánica.

Procedimiento

1. Llene un recipiente con el agua a tratar.
2. Hierva y deje el agua en ebullición (presencia de burbujas) unos minutos (aproximadamente 5 minutos).
3. Si el agua es un poco turbia, fíltrela en un paño o tela tupida y después hiérvala.

Los recipientes deben encontrarse perfectamente limpios antes de verter el agua a almacenar y deberán limpiarse de nuevo al vaciarlos.

4. Almacene el agua hervida en recipientes con tapa y en lo posible con el sistema de llave balde. Evite sacar el agua con otros utensilios como pocillos, vasos u otros.



DEFINICIONES ÚTILES

• **Materia orgánica:**
• Sustancia que se descompone y causa contaminación.

Desinfección doméstica del agua a través de la cloración

La cloración es el nombre que se le da al procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o algunos de sus derivados, como los hipocloritos de calcio o de sodio.

Los compuestos que tienen cloro poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua, causando enfermedades.

El cloro se encuentra en varias presentaciones:

- **Hipoclorito de sodio:** es un líquido transparente, de color amarillo ámbar. Se suministra en garrafas plásticas hasta de 55 galones.
- **Hipoclorito de calcio:** es un producto seco, granulado o en polvo, de color blanco. Se comercializa en tambores metálicos o bolsas plásticas con concentraciones entre el 30 y el 65% de cloro activo. Para su aplicación se prepara una solución que recibe el nombre de solución madre.
- **Cloro gaseoso:** es un gas amarillo verdoso utilizado generalmente en las plantas de tratamiento de los acueductos convencionales.

Para la desinfección doméstica del agua se utiliza el hipoclorito de calcio, por su fácil aplicación, su costo relativamente bajo, y su efectiva acción contra bacterias y virus presentes en el agua. También se utiliza el hipoclorito de sodio (cloro líquido comercial) sin aroma.

El hipoclorito de calcio se puede obtener en algunas farmacias o establecimientos distribuidores de productos químicos.



Cloro activo

Es la cantidad de cloro que realmente va a desinfectar el agua.

Tratamiento del agua con hipoclorito de calcio

Procedimiento

Materiales

Un recipiente plástico de 20 litros o 5 galones.

Una botella de cerveza de 250 cc con tapón de caucho o corcho.

Un frasco pequeño color oscuro para almacenar el cloro.

Una cuchara sopera.

Una cucharita cafetera.



Pasos a seguir

1. Lave muy bien los materiales a utilizar.

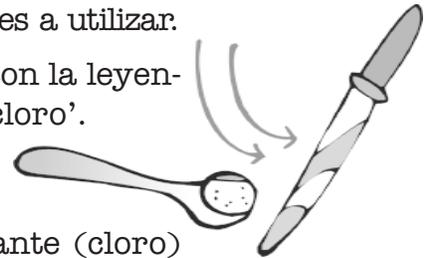
2. Rotule el frasco pequeño con la leyenda 'Polvo desinfectante, cloro'.

3. Tome del polvo desinfectante (cloro) una cucharadita a ras.

4. Vacie el polvo en la botella de cerveza pequeña.

5. Llene la botella de cerveza con agua.

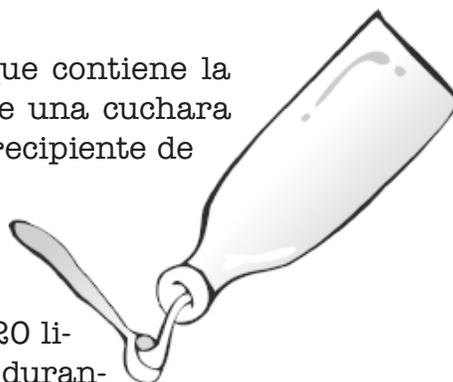
6. Tape la botella y agítela durante tres (3) minutos.





7. Deje reposar el líquido (la solución de cloro) durante una hora.

8. Sin agitar la botella que contiene la solución de cloro, llene una cuchara sopera y échela en el recipiente de 20 litros.



9. Llene el recipiente de 20 litros con agua y agítelo durante 3 minutos; deje reposar media hora. El agua ya se encuentra lista para el consumo.



Observaciones generales

- Dependiendo de la concentración en que se encuentre el cloro en el mercado, a continuación se muestra una tabla con las cantidades necesarias que deben emplearse para preparar la solución desinfectante en la botella de cerveza.

% cloro	30	35	40	65
Número de cucharaditas que deben colocarse en la botella de cerveza	2 ½	2	1 ½	1

- La solución de cloro preparada en la botella de cerveza debe ser utilizada antes de siete días. Si sobra solución, elimínela, ya que después de este tiempo ha perdido concentración y no es efectiva para la destrucción de los organismos patógenos.
- Almacene el cloro en lugar fresco y donde no penetre la luz.
- No agite la solución de cloro cuando la vaya a utilizar.

Tratamiento del agua con hipoclorito de sodio

Utilizando cloro líquido comercial y sin aroma, con una concentración del 5.25%, el procedimiento para desinfección del agua es el siguiente:

- Agregue 5 gotas de cloro por cada galón de agua.
- Agite el agua y espere 30 minutos antes de consumir.



Control de la cloración

La cloración se aplica después de la filtración del agua. El cloro debe permanecer en contacto con el agua por un espacio mínimo de 30 minutos para obtener una adecuada desinfección.

Las dosis seguras de cloro residual oscilan entre 0.2 y 1.0 ppm. El empleo de mayores cantidades no es económico y puede ser perjudicial para la salud. En situaciones de emergencia, el cloro residual puede ser mayor. Para agua de beber, debe asegurarse un cloro residual entre 0.2 y 0.5 ppm.

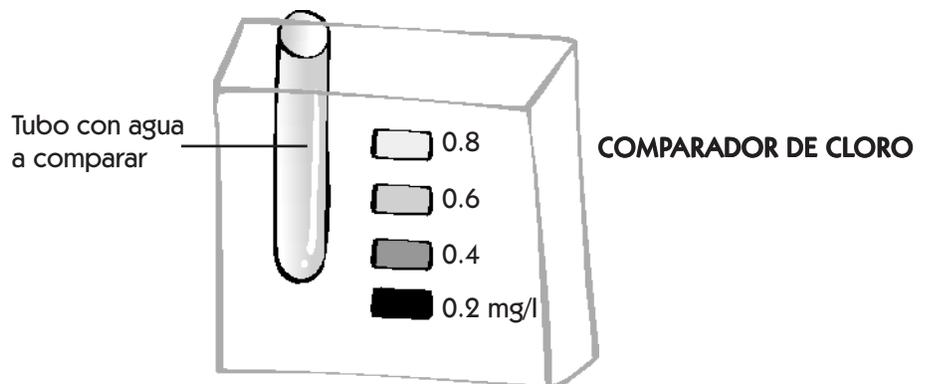
Para determinar el cloro residual se utilizan comparadores que, como su nombre lo indica, son aparatos sencillos en los cuales se compara el color desarrollado en una muestra de agua y el existente en los colores del comparador.



A nivel comunitario sería conveniente que el promotor de saneamiento usara el comparador de cloro para verificar periódicamente el cloro residual que se está obteniendo en la desinfección doméstica del agua.



PPM
miligramos por litro
(mg/l).



DEFINICIONES ÚTILES

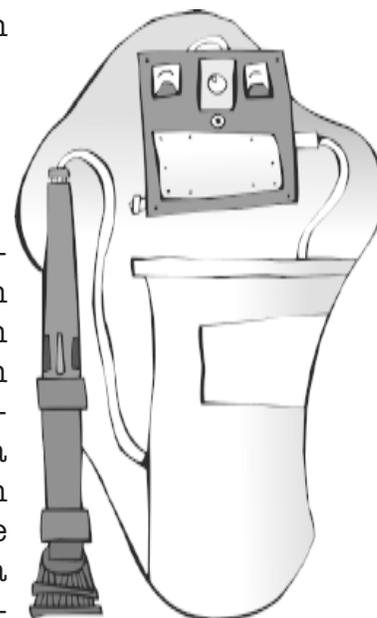
- **Cloro residual**
- Cantidad de cloro que está presente en el agua después de haber transcurrido un periodo de 30 minutos de contacto de la solución desinfectante con el agua a desinfectar.

El reactivo a utilizar para determinar el cloro residual en el agua tratada (por ejemplo: ortotolidina DPD) se adiciona en gotas al tubo con el agua que se va a analizar, se tapa y se agita suavemente hasta que el agua tome un color. Este color es el que se compara con los colores que se encuentran a la derecha en el comparador.

El color similar indicará la concentración de cloro residual en el agua.

Sistema de tratamiento del agua *in situ* Sanilec

El sistema Sanilec es un proceso electro-lítico simple y seguro para la generación de “soluciones de hipoclorito de sodio en el sitio” por medio de la descomposición o electrólisis de una solución de salmuera. La solución de salmuera se prepara disolviendo sal en agua en una relación de 30 gramos de sal por cada litro de agua. La celda Sanilec se sumerge en la solución de salmuera y una corriente eléctrica suministrada por un rectificador transformador se aplica a la celda durante determinado tiempo, de acuerdo con el volumen de la solución de salmuera. El transformador/rectificador suministra corriente directa (CD) a la celda, causando la disociación de NaCl (sal) y H₂O (agua), con la consiguiente formación de cloro disponible (contenido en una solución de hipoclorito de sodio), con gas hidrógeno como subproducto.



- **RECUERDE**
- La dosis utilizada para
- adicionar al tubo con
- agua a comparar,
- dependerá del reactivo
- utilizado. Se
- recomienda leer
- cuidadosamente las
- instrucciones que
- vienen en los kits de
- comparadores de cloro
- o preguntar al técnico
- de saneamiento de su
- región.

Especificaciones del sistema

La unidad Sanilec tiene la capacidad de producir cloro disponible en las cantidades que aparecen en la Tabla 1, a una concentración de 5.000 a 7.000 mg/litro de cloro equivalente. La producción y concentración varían de acuerdo con la cantidad de agua y sal utilizada.



Tabla 1: Parámetros del sistema

	Sanilec 1	Sanilec 2	Sanilec 3
Producción			
Diaria (kg/lb):	0.5/1.1	10/2.2	3.0/6.6
Voltaje de celda (VCD):	13.0	16.0	24.0
Corriente de celda (ACD):	14.0	14.0	22.5

Parámetros recomendados de operación

- Electricidad (CA):
 - o 110 voltios 50/60 Hz
 - o 220 voltios 50/60 Hz
- Agua: Limpia y libre de sólidos suspendidos u otros materiales.
- Sal: Debe ser de buena calidad o tan limpia como sea posible. Excesos de impureza en la solución de salmuera pueden ser removidos por filtración simple a través de una malla o tela.

Lista de equipo y componentes*

- Celda Sanilec.
- Transformador/rectificador.
- Tapón de limpieza de celda.
- Tanque de preparación de salmuera.
- Tanque de electrólisis.

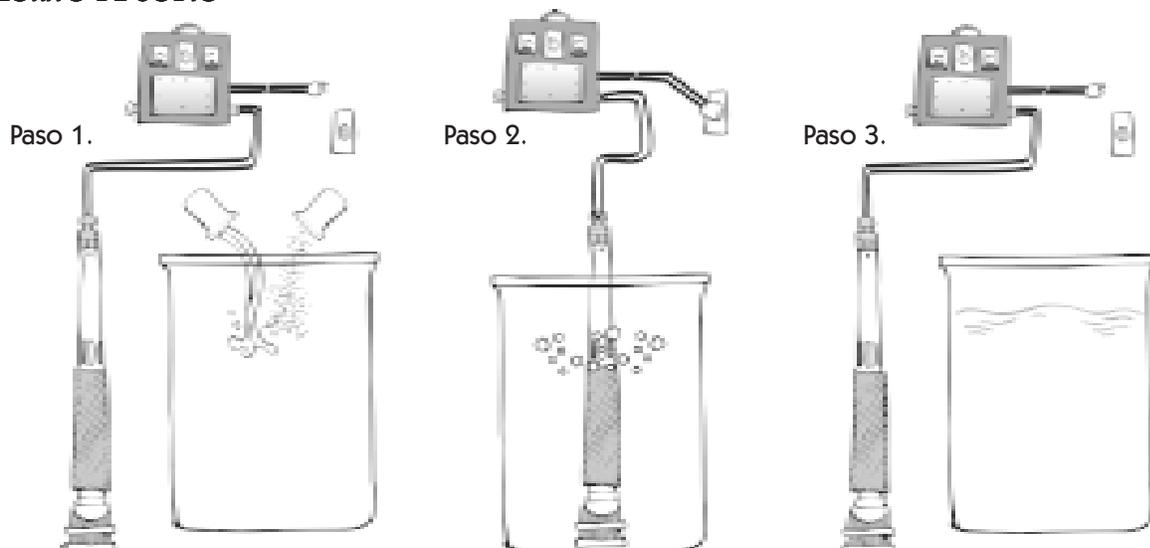
* Información sobre estos equipos se puede obtener a través de la representación OPS en el país.

- Tanque de almacenamiento de hipoclorito.
- Vinagre blanco destilado.
- Equipo de laboratorio. El kit de análisis y determinación de cloro puede ser adquirido localmente.
- Recipiente de medición de sal.

Procedimiento de operación diaria

1. Prepare una solución de salmuera en un recipiente plástico o barril recubierto de pintura o material anticorrosivo. La solución debe ser preparada en una relación de 30 gramos de sal por cada litro de agua. Ver Tabla 2. Mezcle la solución hasta que la sal esté completamente disuelta. Filtre cualquier material sólido o contaminante contenido en la solución.
2. Sumerja la celda Sanilec dentro del tanque. Las ranuras de circulación en el tubo vertical de salida de la celda deben estar al menos 50 mm (2 pulgadas) por debajo del nivel de agua del tanque.
3. Asegúrese de que el reloj (timer) del rectificador transformador esté en la posición 'off' (apagado). Conecte el

PRODUCCIÓN DE HIPOCLORITO DE SODIO



rectificador/transformador a la fuente (línea) de corriente eléctrica (CA).

4. Posicione el reloj (timer) de acuerdo con los requisitos de la Tabla 2, pasándose por una hora y regresándolo a la posición deseada. El indicador “Power On” (energizado) se encenderá y los medidores del panel comenzarán a indicar voltaje y corriente. La celda Sanilec comenzará a producir acompañada de un burbujeo vigoroso.
5. La celda Sanilec se apagará automáticamente cuando el ciclo de tiempo seleccionado se haya completado. En este momento, la solución de hipoclorito de sodio tendrá el contenido de cloro disponible mostrado en la Tabla 2.
6. Cuando el ciclo de tiempo se haya completado, desconecte el rectificador/transformador de la fuente (línea) de energía eléctrica (CA).

Tabla 2. Parámetros de operación recomendados

		Agua requerida (L/Gal USA)	Sal requerida (kg lb)	Cloro disponible 1 kg
Sanilec 1:				
5	horas	16.7/4.3	0.5/1.1	0.10/0.23
8	horas	27.7 / 7.3	0.8/1.8	0.17/0.37
9	horas	33.3/8.8	1.0/2.2	0.18/0.42
12	horas	50.0/13.2	1.5/3.3	0.25/0.55
Sanilec 2:				
5	horas	33/12	1.0/2.2	0.21/0.47
5	horas	55/15	1.7/3.7	0.33/0.73
9	horas	66/18	2.0/4.3	0.37/0.83
12	horas	100/26	3.0 /6.7	0.50/1.10
Sanilec 3:				
5	horas	100/26	4.0/6.6	0.63/1.4
5	horas	166/44	5.0/11.0	1.0/2.2
9	horas	200/53	6.0/13.0	1.1/2,5
12	horas	300/79	9.0/20.0	1.5/3.3
Nunca opere la unidad si la celda no está completamente sumergida en la solución de salmuera.				

Cuidado

Si se introducen objetos extraños (especialmente metálicos) dentro del paquete de electrodos de la celda, se pueden causar daños serios a los electrodos.

Procedimiento de limpieza de los electrodos

Materiales requeridos

- Tapón de limpieza de electrodos (suministrado originalmente con la unidad).
- Vinagre blanco destilado (del tipo usado para cocinar). Se requieren aproximadamente 1.5 litros de vinagre para una limpieza.

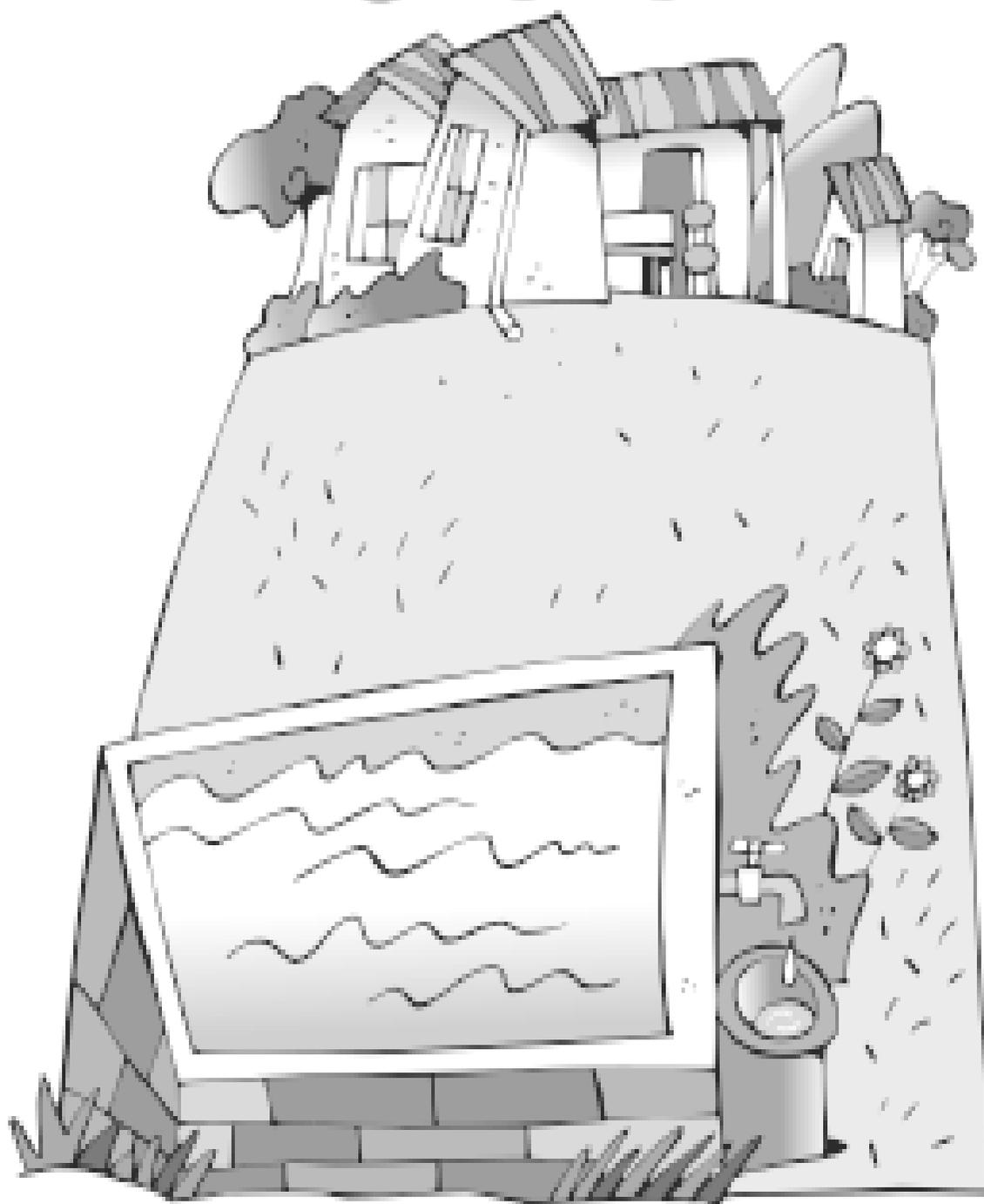
Pasos

1. Verifique que el reloj (*timer*) del rectificador/transformador esté en la posición "Off".
2. Desconecte el transformador/rectificador de la fuente de corriente CA.
3. Desconecte la celda del transformador/rectificador girando levemente el conector de la celda en dirección contraria a las manecillas del reloj, y dejándolo hacia fuera.
4. Lave la celda con abundante agua limpia.
5. Remueva la base/filtro color negro de la parte inferior de la celda.
6. Enrosque el tapón suministrado para lavado de celda a su parte inferior.
7. Agregue vinagre dentro de la celda a través de las ranuras de recirculación, hasta que la celda se llene (aproximadamente 750 mililitros).
8. Deje la celda en reposo durante 30 minutos con el vinagre dentro de la celda.
9. Vacíe el contenido de la celda y rellénela con más vinagre.
10. Deje la celda en reposo durante otros 30 minutos con el vinagre dentro de la celda.
11. Vacíe la celda, remueva el tapón del fondo y lave el interior de la celda con abundante agua limpia.
12. Inspeccione los electrodos. Si aún se conservan depósitos, repita los pasos 6 a 12.
13. Reinstale la base/filtro color negro de la parte inferior de la celda.



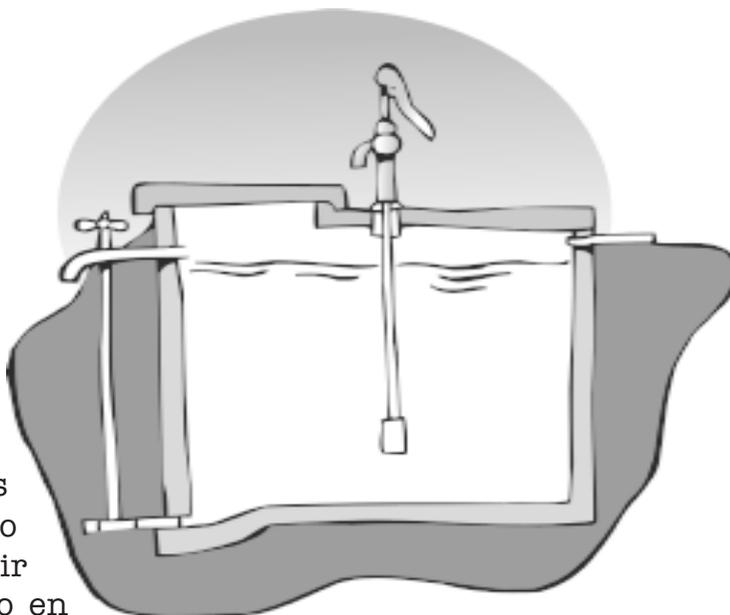
En la actualidad existen en el mercado varios equipos de producción de hipoclorito de sodio *in situ*, pero el procedimiento es básicamente el mismo.

Sistemas de almacenamiento



TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA SEMIENTERRADO

El objetivo del tanque de almacenamiento es mantener un depósito de agua permanente con disponibilidad para los usuarios en horas de máximo consumo y permitir el almacenamiento en horas de bajo consumo.



Los tanques de almacenamiento pueden ser elevados o superficiales. Los superficiales se localizan a nivel del terreno, semienterrados o completamente enterrados.

Pueden ser elaborados de diferentes materiales, como mampostería, ferrocemento y concreto reforzado entre otros.

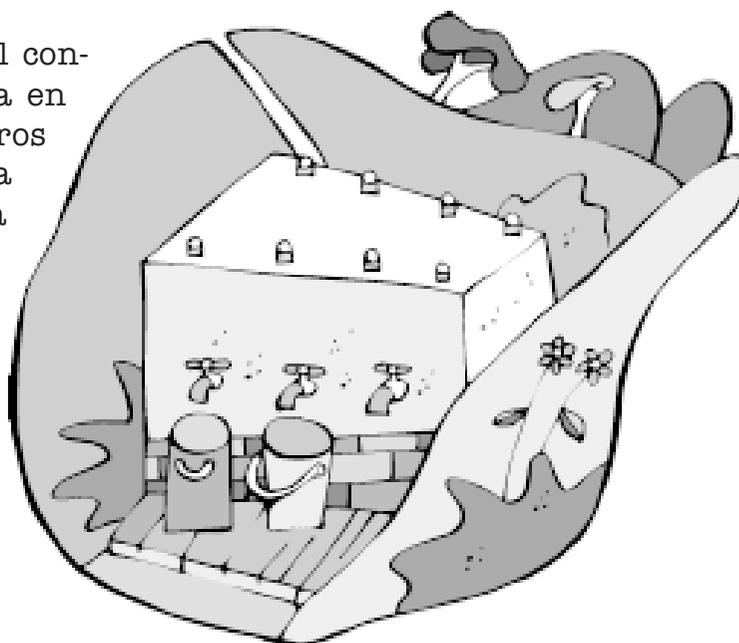
Capacidad del tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento debe tener una capacidad suficiente, de tal forma que dé abasto a las necesidades básicas de los usuarios.

Suponiendo que el consumo por persona en un día es de 15 litros y que una familia esté conformada por seis personas, se tiene un consumo total de 90 litros por día.

Si se tiene el consumo de 90 litros/familia/día y se quiere diseñar

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA SUPERFICIAL



Mampostería:

Elemento o estructura, en este caso el tanque de almacenamiento, elaborado en ladrillo o en bloque.

Ferrocemento:

Mezcla de arena, cemento y malla (ver tanques de ferrocemento).

Concreto reforzado:

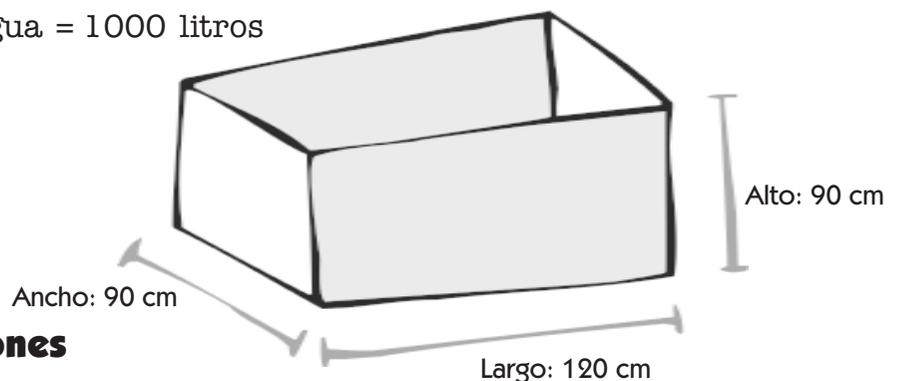
Mezcla de cemento, arena y triturado (grava o gravilla) con varilla de refuerzo.

una cisterna casera o tanque de almacenamiento de agua para garantizar agua por lo menos para 10 días, se tiene en cuenta la siguiente relación:

Días	Consumo en litros
1	90
2	180
3	270
4	360
5	450
6	540
7	630
8	720
9	810
10	900

Quiere decir, que el consumo en 10 días será de 900 litros. Es necesario, entonces, construir un tanque de almacenamiento con una capacidad mínima de 900 litros o de aproximadamente 1 m^3

1 m^3 de agua = 1000 litros



Dimensiones

Para una cisterna de 1 m^3 , las dimensiones pueden ser:

Largo: 1 metro = 100 centímetros

Ancho: 1 metro = 100 centímetros

Alto: 1 metro = 100 centímetros

$$\begin{aligned} \text{Volumen} &= \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto} \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

o también,

Largo: 1,20 metros = 120 centímetros

Ancho: 0,90 metros = 90 centímetros

Alto: 0,90 metros = 90 centímetros

Volumen aproximado = 1 m^3

Piletas públicas



Cuando en una comunidad el suministro de agua es restringido debido a un abastecimiento insuficiente, se puede optar por una solución apropiada para satisfacer esta necesidad a la población mediante la implementación de piletas públicas.

Ventajas

- Oportunidad de recoger más agua, si hay un buen número de piletas distribuidas convenientemente en la localidad.
- Economía de tiempo y comodidad en la recolección del agua.
- Servicio de abastecimiento de agua ubicado en sitios de fácil acceso para sus habitantes.



PILETA PÚBLICA CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO, ELABORADA EN MAMPOSTERÍA

Materiales necesarios para construir una pileta con tanque de almacenamiento Capacidad: 1 m³

Materiales	Un.	Cant.
Bloque de arena de río ⁽¹⁾	Un.	100
Cemento gris	bulto	6
Arena de río gruesa ⁽²⁾	m ³	0.5
Arena de río fina ⁽³⁾	m ³	1
Varilla 3/8" Long 6 m	Un.	3
Llave terminal galvanizada de 1/2"	Un.	2
Unión galvanizada 1/2"	Un.	2
Tubo galvanizado 1 1/2"	mt	1.5
Codo galvanizado 1/2"	Un.	2
Tapa desagüe	Un.	1
Alambre dulce	kg	0.1

- (1) Medidas: 20 x 10 x 40 cm
 (2) Triturado grueso
 (3) Triturado fino

Dimensiones del bloque:

Largo: 40 cm

Alto: 12 cm

Ancho: 10 cm

Si se utilizó ladrillo tolete o común (24 x 10 x 7) se necesitan 160 unidades para una pileta de 1 m³.

Triturado grueso:

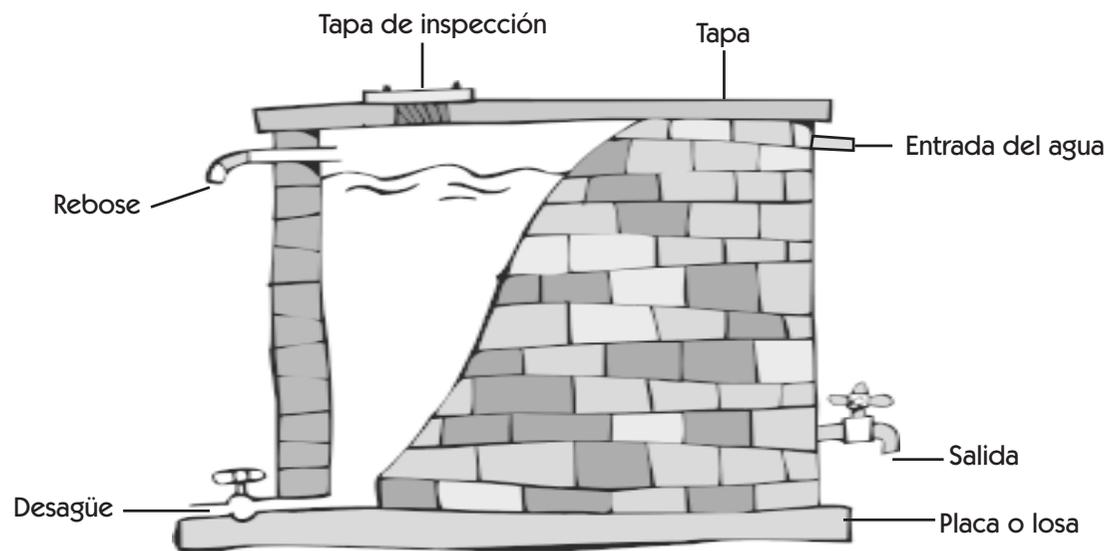
También recibe el nombre de mixto. Es una arena utilizada para fundir la base o placa de la pileta.

Triturado delgado:

La arena fina de río se utiliza en las zonas de la costa para pañetar los tanques.

En el interior, se puede utilizar la arena de peña.

Partes de una pileta



Construcción de una pileta pública

Procedimiento

1. Nivelación y compactación del terreno.

De acuerdo con las condiciones del terreno se debe nivelar y compactar el área donde se va a construir la pileta. La compactación se realiza golpeando el terreno con un pizón para permitir estabilidad en la estructura.



PREPARACIÓN DEL TERRENO

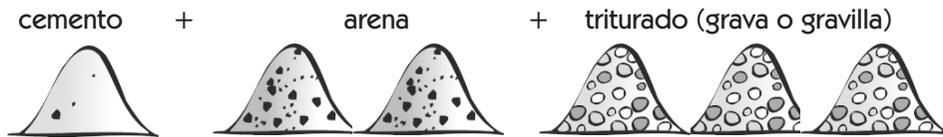
2. Placa de base.

Coloque unas guías de madera o bloque para fundir la placa con un espesor de 10 cm y utilizando una mezcla de concreto 1:2:3.

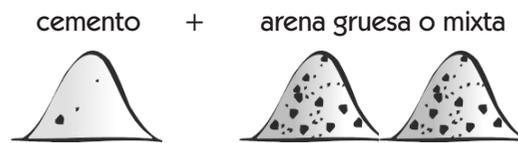


Preparación de la mezcla de concreto 1:2:3

El concreto es una mezcla de tres elementos en las siguientes proporciones:



Si utiliza arena gruesa o mixta, prepare la mezcla en las siguientes proporciones:



Adicione a la mezcla agua, hasta obtener una consistencia pastosa.

Coloque esta mezcla en el área demarcada para la base de la pileta.

3. Empareje la superficie utilizando una llana metálica o de madera.

Deje secar la placa durante cuatro ó cinco días aproximadamente, rociándola con agua tres veces al día para evitar la presencia de fisuras.



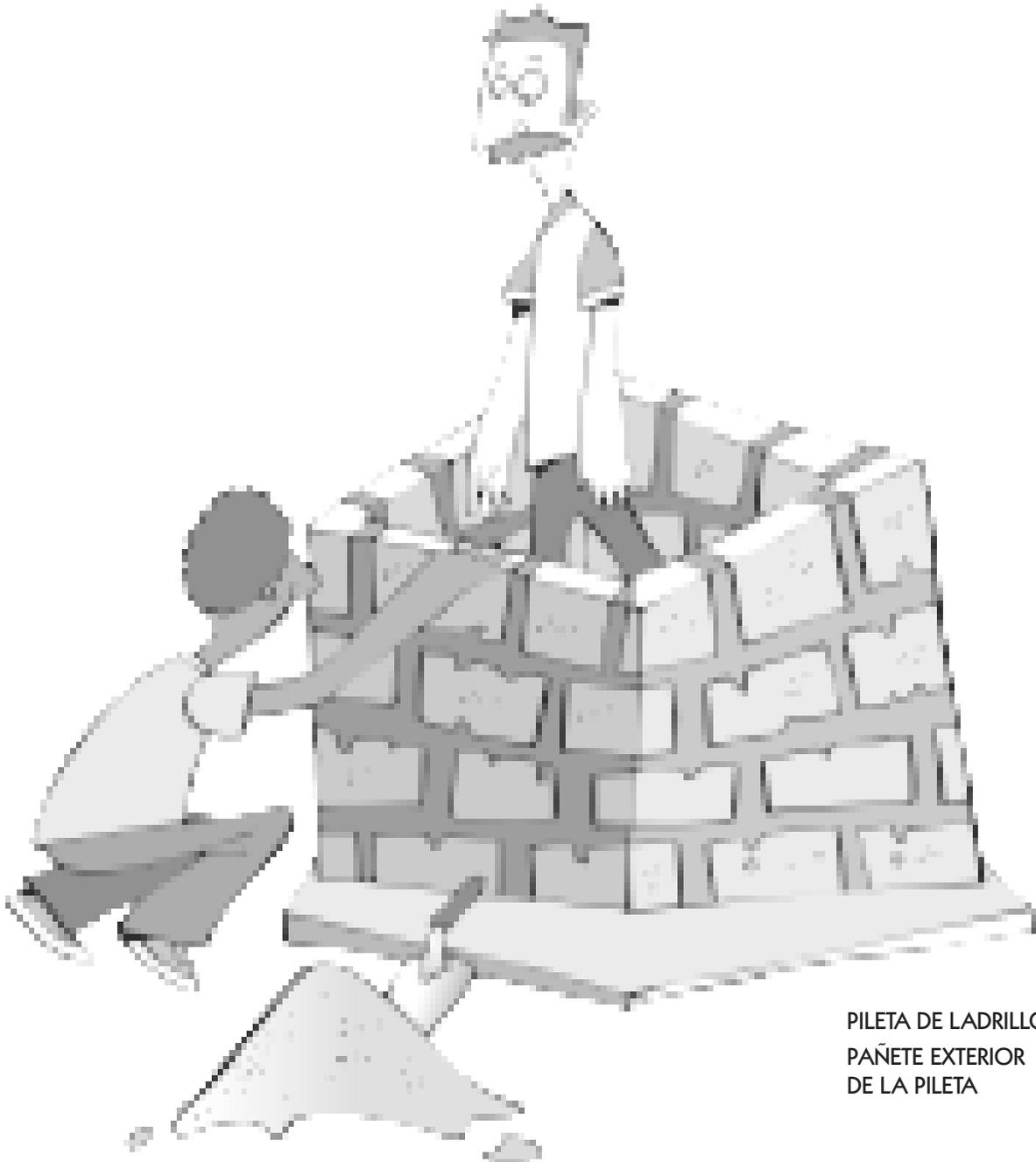
MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE

4. Antes de colocar los bloques o ladrillos, instale la tubería de desagüe.

Coloque los ladrillos encima de la placa en hiladas horizontales utilizando una mezcla o mortero de pega 1:3, es decir, una proporción de arena por tres de cemento. Instale las llaves a 20 cm de la base.

5. Aplique una mezcla de cemento y arena al interior y exterior de las paredes para impermeabilizar el tanque.

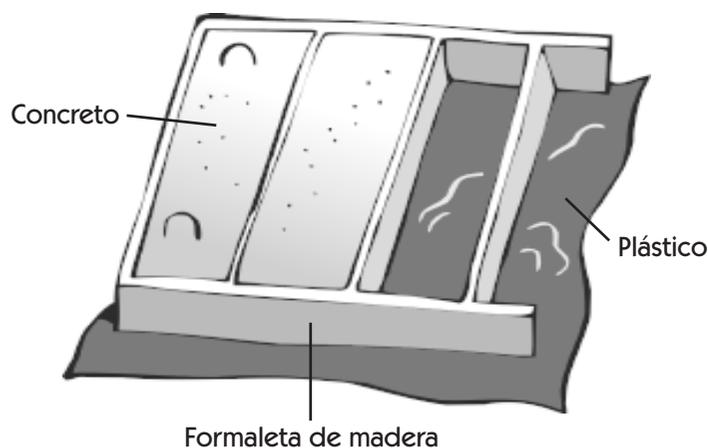
6. Después de colocada la mezcla en las paredes del tanque, rocielas con agua durante tres días, tres veces al día.



PILETA DE LADRILLO
PAÑETE EXTERIOR
DE LA PILETA

Elaboración de la tapa

TAPAS PARA EL TANQUE



Sobre un marco de madera (formaleta) y con las dimensiones de área de la pileta, coloque las varillas en forma de parrilla, espaciadas cada 15 cm.

Prepare una mezcla de mortero 1:3 con cemento y triturado para fundir la placa, con un espesor de 5 cm aproximadamente. Rocíe la tapa con agua durante tres veces al día y quite la formaleta al tercer día. Coloque la tapa sobre el tanque de almacenamiento.

La tapa del tanque también se puede elaborar en secciones, con sus respectivas manijas para su fácil manipulación.



Mantenimiento

- Los tanques deben estar correctamente tapados con una cubierta que encaje con exactitud.
- Se recomienda hacer un chequeo alrededor del área de la pileta o del tanque de almacenamiento para evitar el

ingreso de agentes contaminantes en el área.

- No deben existir residuos de basuras, ni excrementos, ni animales cerca del área.
- Es recomendable construir una canal para desviar aguas superficiales que se puedan depositar cerca del área.
- En los tubos de rebose y salida del agua se deben instalar mallas en los extremos para evitar la entrada de pequeños animales y mosquitos que puedan contaminar el agua.
- Periódicamente se deben revisar las instalaciones y conexiones. Si se presentan escapes deben ser sellados de inmediato.

Medidas de control

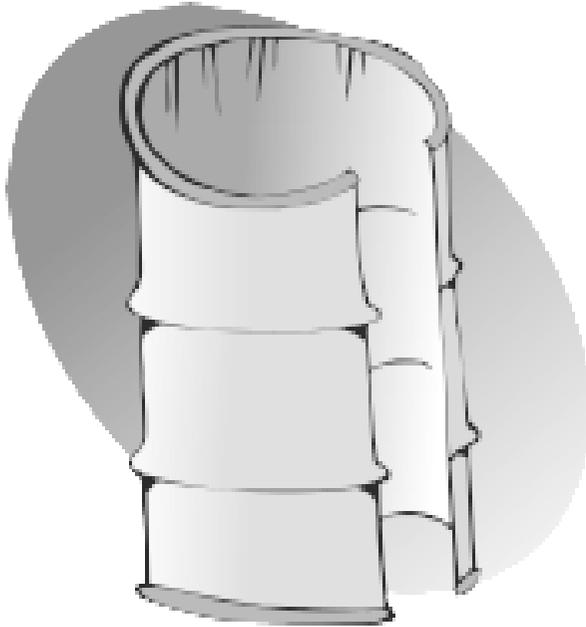
- Para mantener un suministro adecuado de agua en el sector, se debe nombrar a un fontanero y a un delegado en cada pileta, quienes coordinarán el suministro de agua a la comunidad en sus respectivos horarios y turnos.
- Revisar cada una de las piletas durante las horas de distribución para verificar que estén operando correctamente y en caso contrario hacer las reparaciones de rigor.
- La Junta de Acción Comunal o la persona encargada informará a la comunidad sobre la suspensión del servicio por reparaciones o mantenimiento.

Tanque de ferrocemento



Construcción

Formaleta para el tanque de ferrocemento



Materiales necesarios para construir un tanque de ferrocemento

Materiales	un.	cant.
Malla de pollos Alto: 1.50	m	2.50
Cemento gris	bulto	1
Arena lavada de río	m ³	0.075
Caneca o tanque metálico de 55 galones sin tapa	un.	1

0.075 m³ de arena = 20 paladas aproximadamente.

Procedimiento

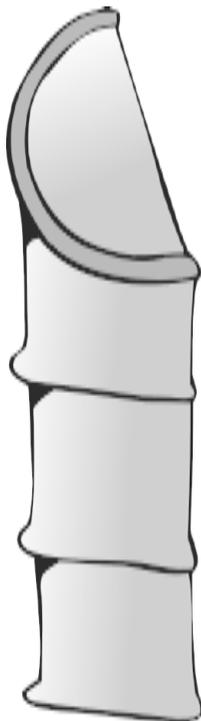
1. Corte la caneca de 55 galones en dos partes iguales.

Para esta operación puede utilizar un cincel y una maceta.

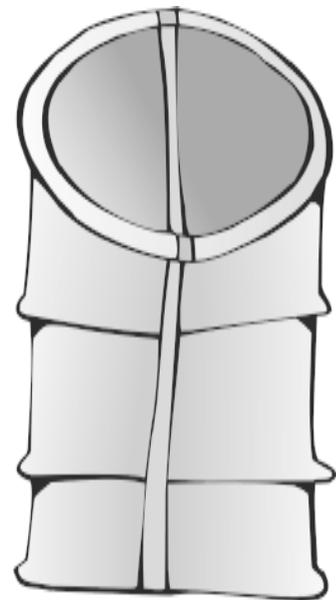
2. Con las mismas herramientas, elimine el fondo de cada una de las mitades. De esta forma se obtiene la formaleta que va a servir de molde para elaborar el tanque de ferrocemento.

3. Una las dos mitades utilizando alambre dulce o quemado. Para esto puede hacer unos huecos en cada borde de las láminas o colocar dos listones de madera para después sujetarlos con el alambre.

4. Engrase las paredes internas de la formaleta con una brocha o un trapo con kerosene o aceite de motor quemado para evitar que la mezcla se pegue al tanque. No adicione mucho porque de lo contrario la mezcla no se va a sostener.



Así se tiene el molde terminado, es decir, la formaleta.





5. Corte la malla con las siguientes dimensiones:

largo: 2 m

alto: 1.40 m

Colóquela en el interior del molde de tal forma que quede tocando las paredes.

6. Corte la malla que queda por fuera del molde en cuatro partes iguales para tejer la base del tanque.

Una vez esté tejida la base, vote el molde para iniciar la colocación de la mezcla.

Para cortar la malla utilice el cortafríos.

Colocación de la malla en el interior de la formaleta

7. Prepare la mezcla utilizando las siguientes proporciones:

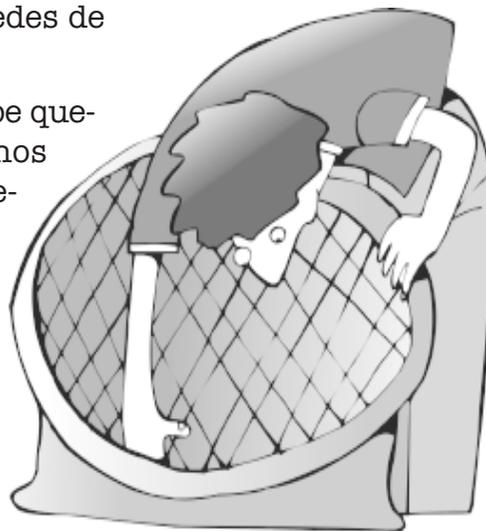
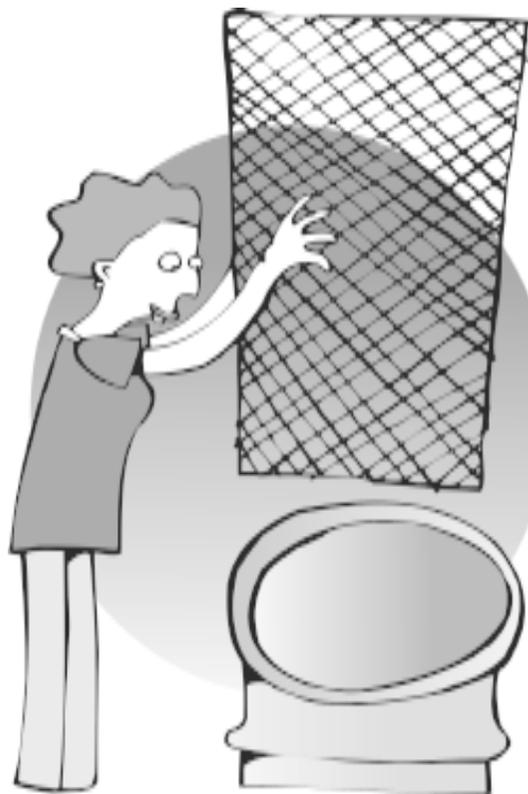
16 paladas de arena + 9 paladas de cemento + agua

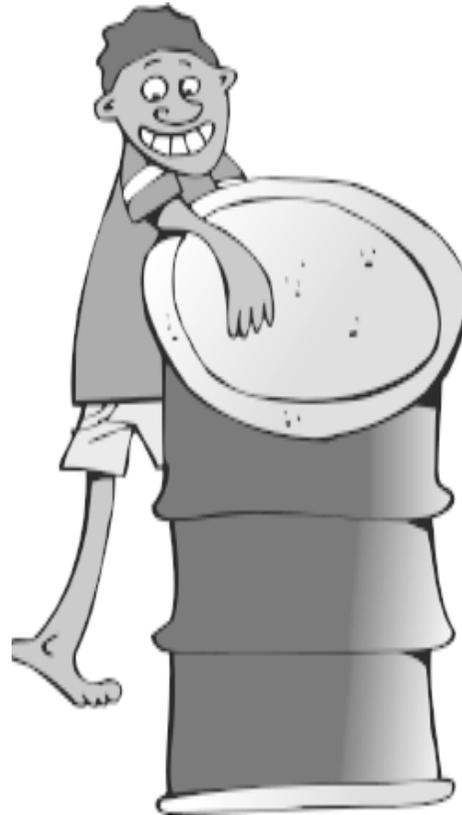
La mezcla debe tener una consistencia dura.

8. Utilizando un guante plástico, empiece a moldear el tanque con la mano, comenzando desde el fondo hacia arriba internamente. Este proceso se hace pegando la mezcla en la malla y paredes de la formaleta.

La base del tanque no debe quedar muy gruesa; con unos tres centímetros de espesor es suficiente.

El espesor de las paredes oscila entre 2 y 3 cm.





Observaciones generales

Proceso de curado

Antes de retirar la formaleta, el tanque debe rociarse con agua tres veces al día para evitar la presencia de grietas y futuras filtraciones de agua.

En clima cálido, retire la formaleta al segundo día.

En clima frío, retírela al tercer día.

Una vez haya retirado la formaleta, continúe rociando con agua el tanque durante cinco días, momento en el cual debe llenarlo con agua para asegurar que no presente filtración a través de las paredes. En caso de presentarse, desocupe el tanque y aplíquele una mezcla de cemento y arena en el lugar de la filtración.

Elabore una tapa para el tanque; puede ser de madera o ferrocemento.



TANQUE TERMINADO

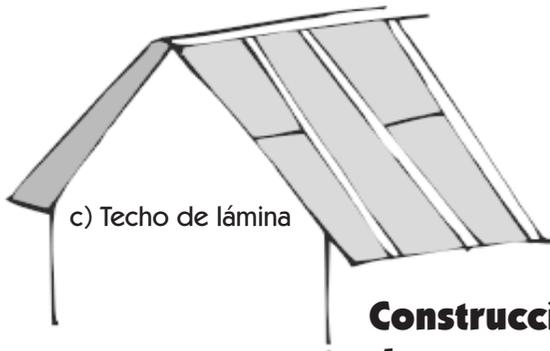
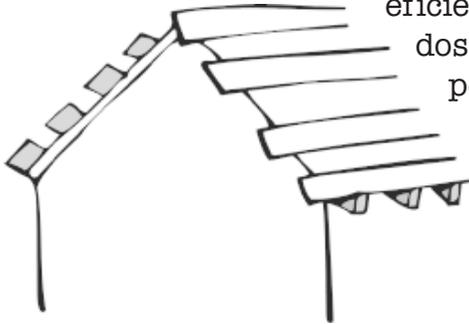


Captación de aguas lluvias



TEJADOS PARA CAPTACIÓN DEL AGUA

a) Sistema de soporte para el tejado



c) Techo de lámina

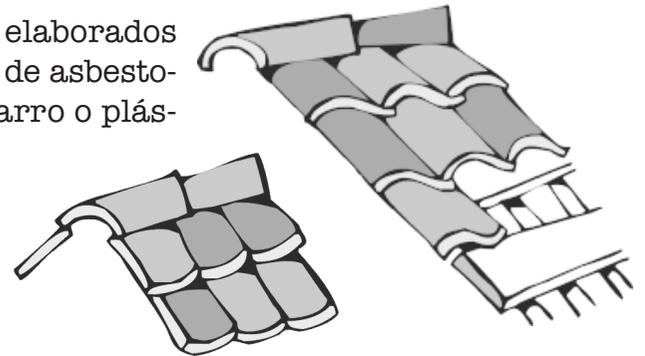
En regiones con largos períodos de sequía entre épocas de lluvia se recomienda construir tanques para almacenar el agua que cae.

El agua es captada de los techos de las casas y conducida por canaletas laterales que van a depositar el agua a un tanque de almacenamiento o cisterna.

Para que la captación de aguas lluvias sea eficiente, los techos deben ser construidos con materiales apropiados que no permitan obstrucción del recorrido del agua, con suficiente área y adecuada pendiente.

Los techos pueden ser elaborados con tejas galvanizadas de asbestocemento (Eternit), de barro o plástico, entre otros.

b) Techo con tejas de barro



Construcción de un sistema de captación de aguas lluvias

Procedimiento

Es indispensable tener listo el tanque de almacenamiento o cisterna para el sistema de captación de aguas lluvias.

Captación

Para techos existentes, chequéelos para confirmar su resistencia y buen estado. Si la estructura aparece débil, deberá ser reforzada o reparada.

Si va a instalar un nuevo tejado, coloque el material sobre la estructura que va a soportar la teja y empiece desde la parte baja hacia arriba de tal forma que las tejas traslapen una sobre otra y así evitar goteos.



La cisterna o tanque de almacenamiento debe estar lo más próximo a la vivienda y lo más alejado de las áreas de contaminación, como letrinas o aguas negras. Cuando empieza la época de lluvia y se capte el agua que cae sobre el techo, es necesario perder los primeros litros de agua, ya que ésta tendrá mucho polvo del que se acumula en el techo.



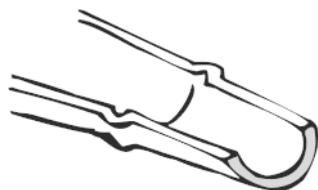
Instalación de la canal

Las canales deben ser instaladas para recolectar el agua de la superficie del techo. Pueden ser hechas de bambú, metal, asbesto-cemento o plástico.

Las canales deben ser lo suficientemente profundas para mantener el agua recolectada y prevenir que se rebose.

El procedimiento que se explica a continuación se realiza utilizando bambú.

Las canales de bambú se hacen cortando la caña por la mitad en sentido longitudinal.



CANAL DE BAMBÚ

Procedimiento

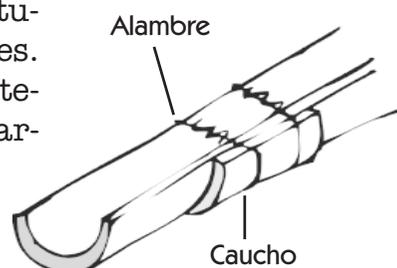
1. Ate piezas de alambre a la estructura del techo para soportar las canales. Los alambres deben ser lo suficientemente largos para después enrollarlos por las canaletas.

De esta manera quedan fijas.

2. Una las secciones de la canal colocando una pieza de caucho en la junta (punto de unión de las canales).

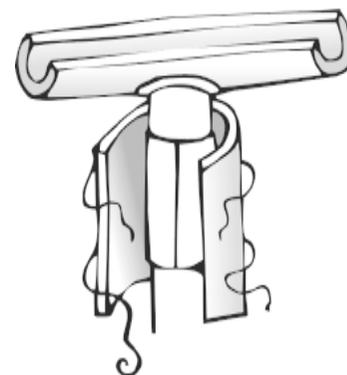
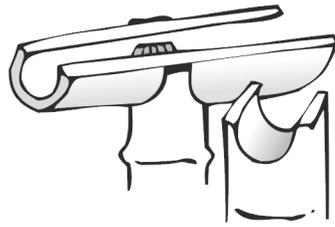
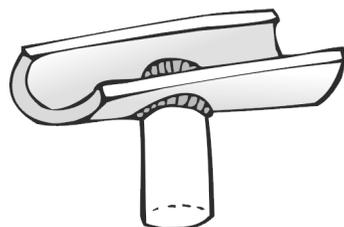
El caucho se fija alrededor de las canales por medio de un alambre fijo.

3. Comience la instalación de las canales en los lados de la casa y conéctelas a las bajantes que se unen al tubo vertical para conducir las aguas lluvias a la cisterna o tanque de almacenamiento.



COLOCACIÓN DE LA CANAL

CONEXIÓN ENTRE LAS CANALES Y LAS BAJANTES



4. Instale un tubo vertical (bajante) para conducir las aguas lluvias a una cisterna o tanque de almacenamiento.
5. Coloque una pequeña malla de plástico sobre la abertura del tubo vertical para evitar que con el arrastre de agua entren partículas contaminantes a la cisterna.

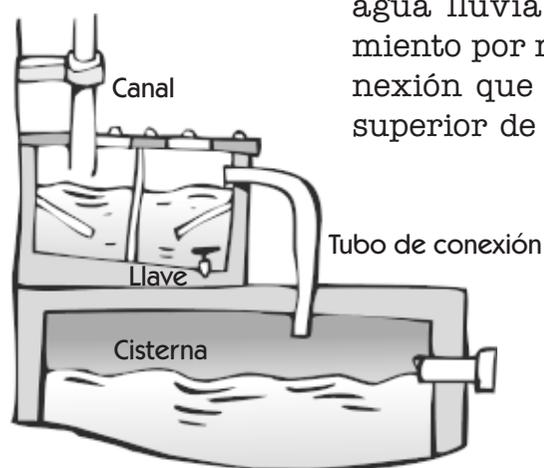
Las uniones se pueden reforzar colocando piezas de caucho para evitar goteo, y amarrar con alambre.

Observaciones generales

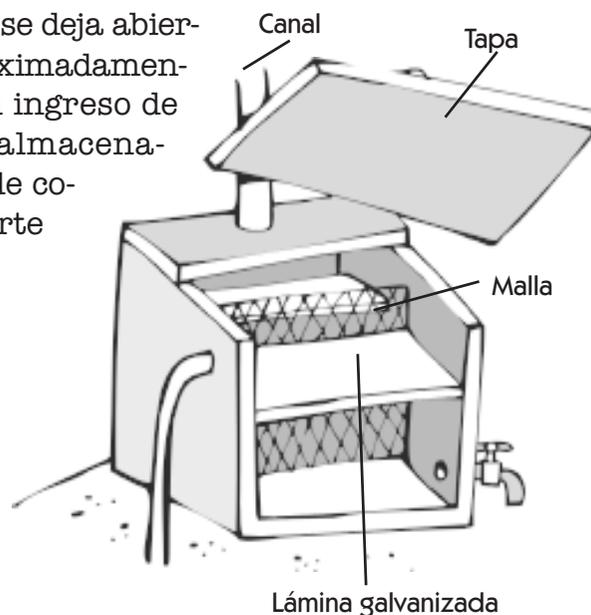
Para evitar la entrada de las primeras aguas lluvias al tanque de almacenamiento se recomienda construir una pequeña caja sobre la tapa del tanque en donde las aguas lluvias se van a depositar directamente.

Esta caja posee una llave de salida. En el momento de iniciar la lluvia se deja abierta. A los cinco minutos aproximadamente, se cierra y se permite el ingreso de agua lluvia al tanque de almacenamiento por medio del tubo de conexión que inicia en la parte superior de la caja.

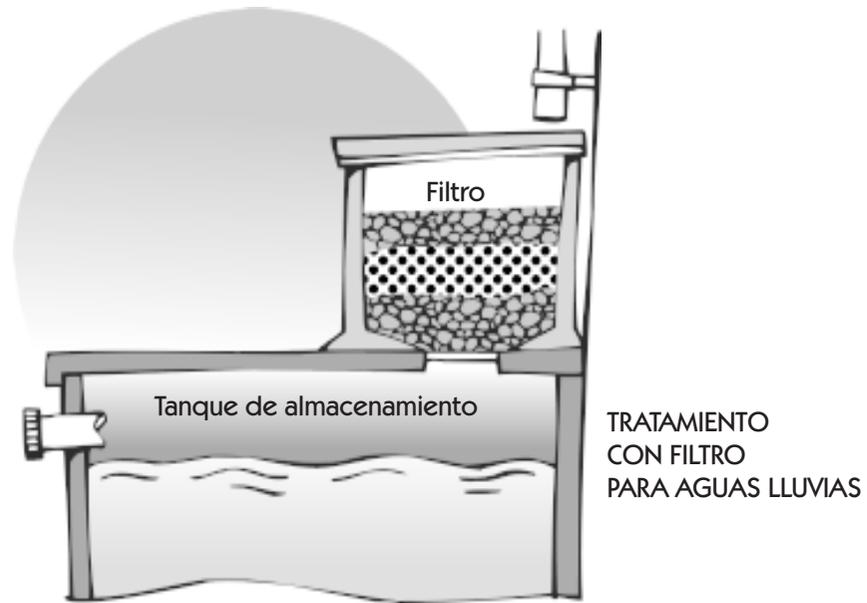
CAJA DE RECOLECCIÓN



DETALLE DE LA CAJA DE RECOLECCIÓN

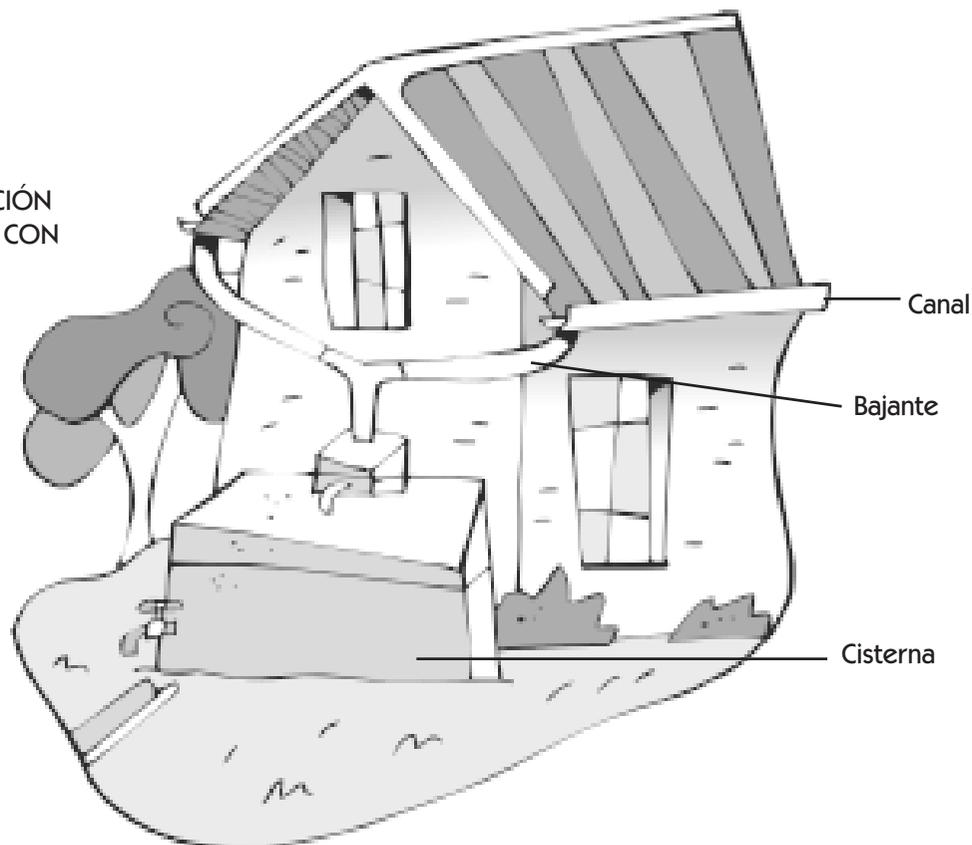


Coloque una malla transversal a lo largo de la abertura de la caja con el fin de retener los sedimentos.

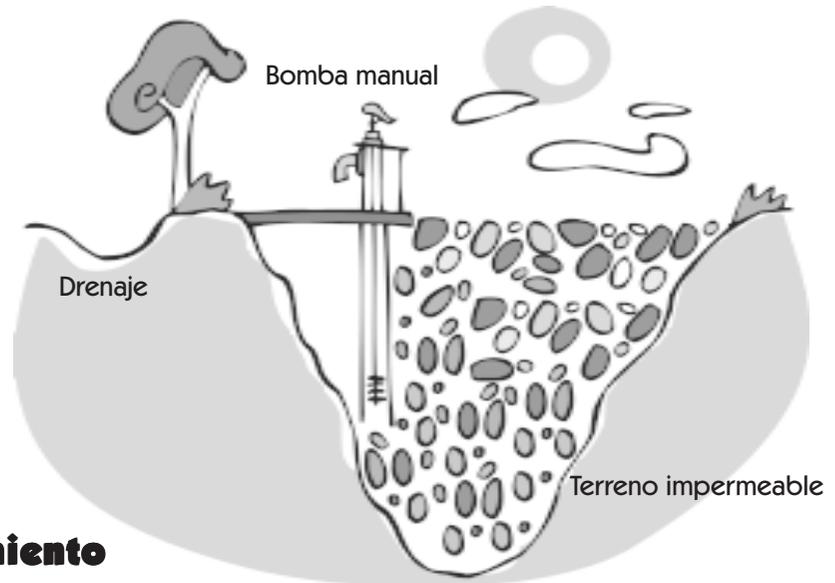


Para hacer un tratamiento a las aguas lluvias se recomienda construir un filtro lento de arena en la parte superior del tanque. De esta forma se garantiza agua almacenada de buena calidad. Si el agua es para consumo, hiérvala o desinfectela con cloro, como se indica en los métodos de tratamiento del agua.

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS CON FILTRO



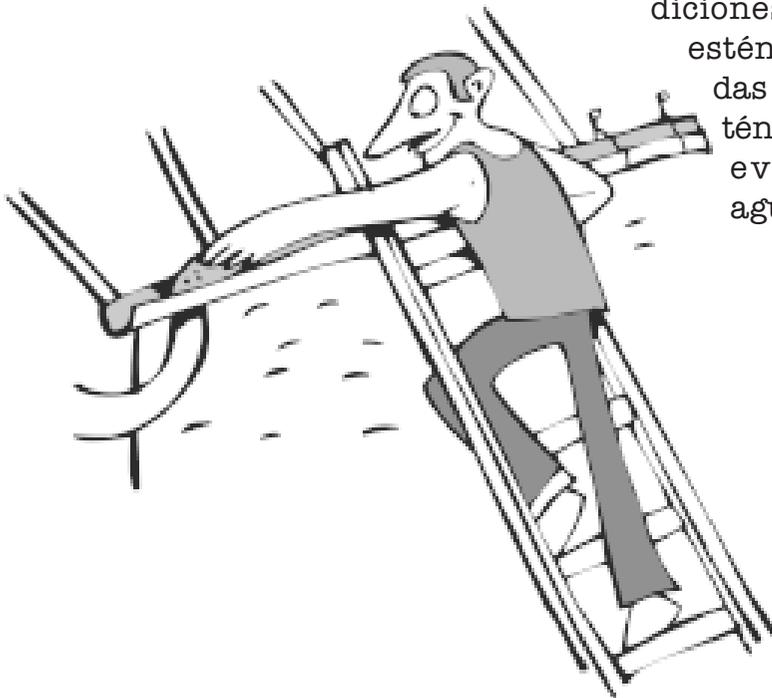
Cuando el terreno es impermeable, se puede construir un reservorio con piedras para almacenar las aguas lluvias e instalar una bomba manual para extraer el agua.



Mantenimiento

Un buen mantenimiento asegura que la máxima cantidad de agua lluvia es recolectada adecuadamente:

- Conserve el tejado en buenas condiciones. Repare cualquier hueco en el tejado y cambie tejas en mal estado para prevenir goteras.
- Limpie el tejado entre lluvias, removiendo partículas extrañas y materia fecal de pájaros.
- Conserve las canales en buenas condiciones. Asegúrese que estén firmemente atadas al tejado y que estén bien unidas para evitar escapes de agua cuando llueva.



- Remueva partículas que puedan obstruir las canales.

Chequée las mallas que van en las canales y remueva material depositado en ellas que pueda obstruir el paso del agua.

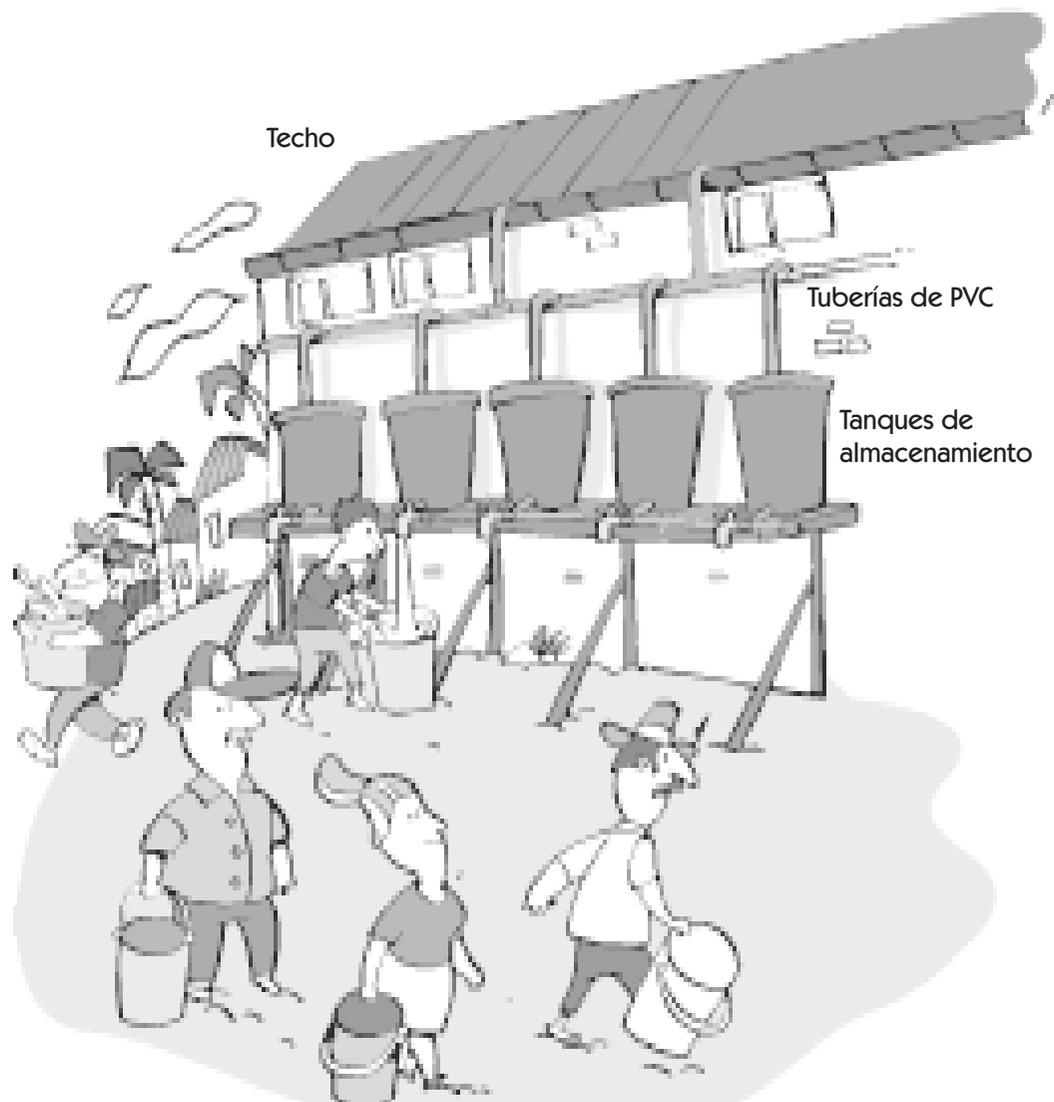
- Si utiliza caja de recolección para recoger las primeras aguas lluvias, límpiela después de cada lluvia para remover los sedimentos, espumas o natas que se puedan encontrar.

Lista de materiales utilizados para elaborar un sistema de captación de aguas lluvias con un tanque de almacenamiento con una capacidad de 1 m³.

Materiales	Un.	Cant.
Bloque de arena de río	un	100
Cemento gris	bulto	6
Arena de río gruesa	m ³	0.5
Arena de río fina	m ³	1
Varilla 3/8 long 6 m	un.	3
Llave terminal galvanizada 1/2"	un.	2
Unión galvanizada 1/2"	un.	2
Tubo galvanizado 1/2"	m	1.5
Codo galvanizado 1/2"	un.	2
Tapa desagüe	un.	1
Alambre dulce	kg	0.1
Canal Eternit N° 20 l = 3 m	un.	2
Terminal N° 20	un.	1
Bajante N° 20	un.	1
Ganchos canal N° 20	un.	6

El tanque de almacenamiento puede ser más grande dependiendo de las necesidades establecidas.

Cuando se dispone de construcciones con amplias superficies de captación de aguas lluvias, se pueden construir sistemas como el que se muestra en la siguiente figura:



Consideraciones generales sobre el almacenamiento y la distribución del agua

Cuando el almacenamiento y la distribución del agua se realizan en forma colectiva, se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

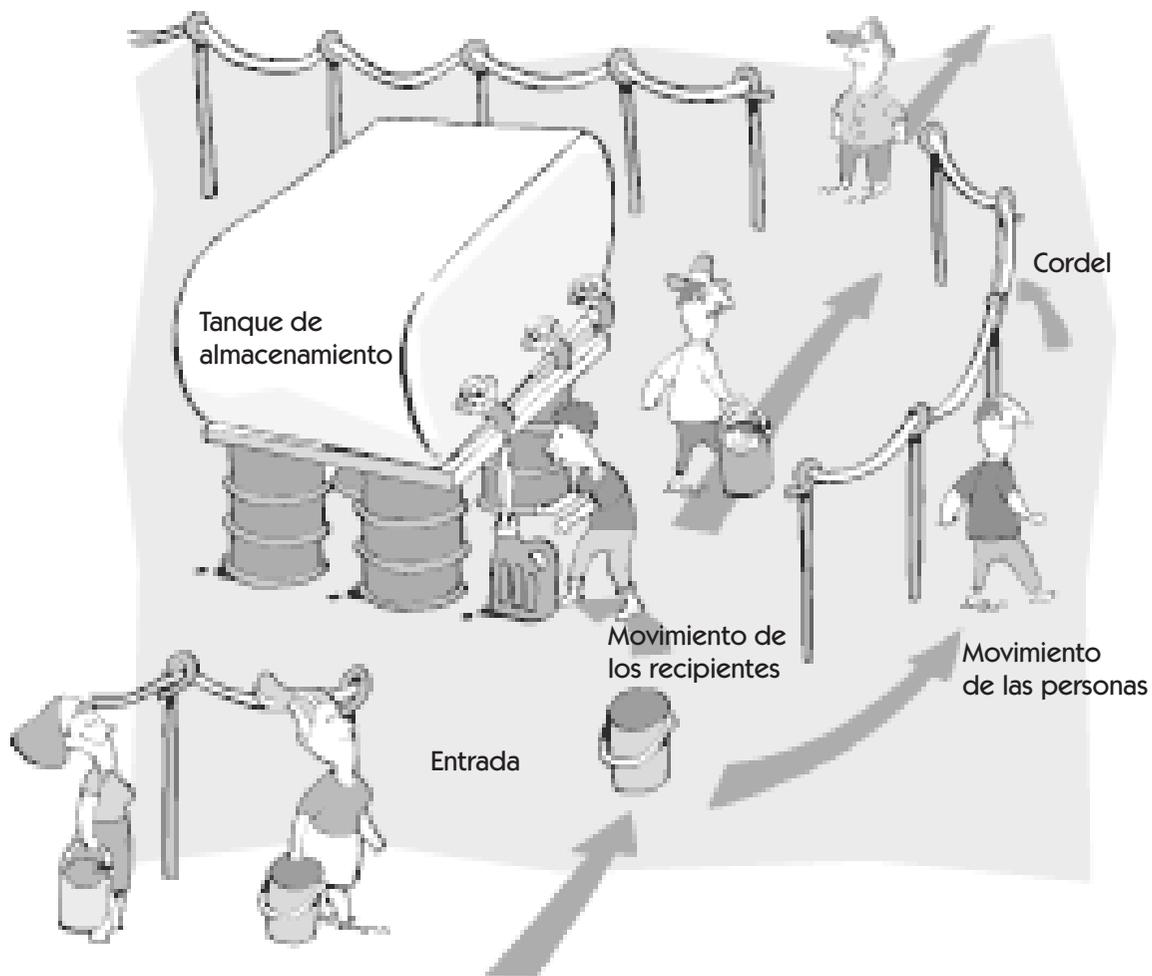
- El almacenamiento adecuado del agua debe pensarse en términos de reserva de agua y como una solución para tratamiento y distribución a todas las personas en la localidad.
- Mantener reserva suficiente para las horas pico.
- Evitar tanques elevados que requieran de bombas para llenarlos.
- Proveer tanques con desagüe adecuado.



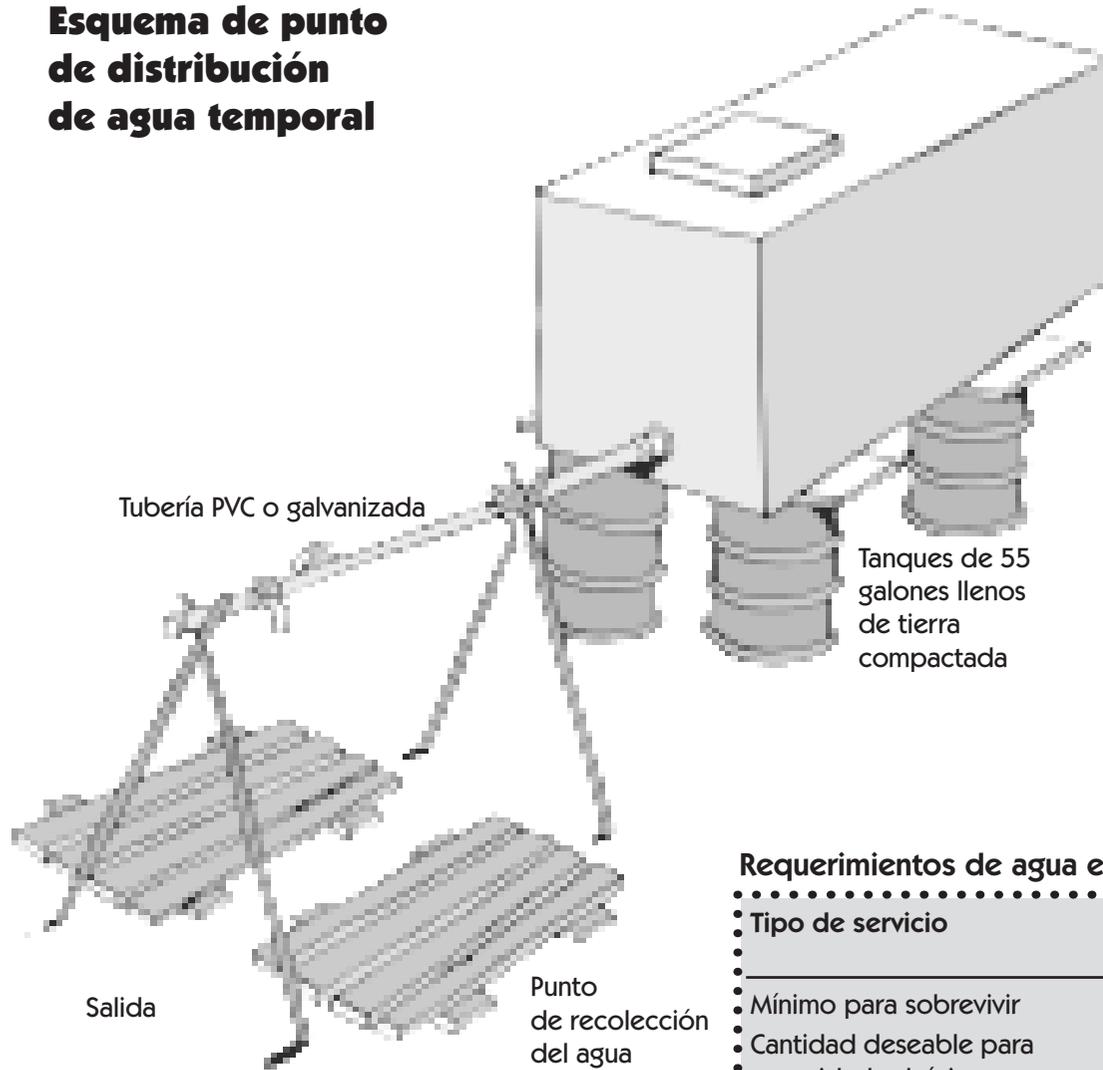
La cantidad de agua mínima recomendable por persona/día, corresponde a 20 litros para sus necesidades básicas.

- Asegurar que los sitios donde se encuentren los tanques estén bien drenados.
- Cubrir los tanques.
- Utilizar tanques fáciles de construir.
- La distribución eficiente del agua se debe realizar para
 - eliminar el contacto directo del usuario con otras fuentes
 - evitar la acumulación de personas en los puestos de recolección de agua
 - reducir el desperdicio de agua
 - reducir el tiempo de espera en los puntos de recolección
 - reducir las distancias de acarreo
 - asegurar la distribución justa para todos.

A continuación se muestran algunos de los esquemas eficientes para la distribución del agua de manera adecuada cuando ésta se realiza colectivamente.



Esquema de punto de distribución de agua temporal



Requerimientos de agua en emergencias

Tipo de servicio	Agua requerida litros/persona/día
Mínimo para sobrevivir	3-5
Cantidad deseable para necesidades básicas	20
Centros de salud	
Pacientes externos	5
Pacientes internos	40-60
Letrinas flujo rápido 1-4 litros/flujo	2-8
Flujo convencional 10-20 litros/flujo	20-50

Guía para selección de tanques

Tipo	Capacidad	Observaciones
Tanques plásticos o en lámina	1 m ³	Capacidad limitada.
Vejigas	2.5-20 m ³	Fácil transporte e instalación; pueden ser usados para transporte de agua. Costosos y difíciles de limpiar. Fáciles de punzar.
Tanques con cuello	2-80 m ³	Fácil transporte e instalación. Costosos.
Tanques subterráneos	5-1.000 m ³	Económicos. Pueden proporcionar grandes cantidades de agua. Construcción prolongada.
Tipo Oxfam	10-1.000 m ³	Fácil transporte e instalación. Costo razonable.
Tanques de ferrocemento	10-100 m ³	Uso material local. Recurso humano local. Durable. Costo razonable.

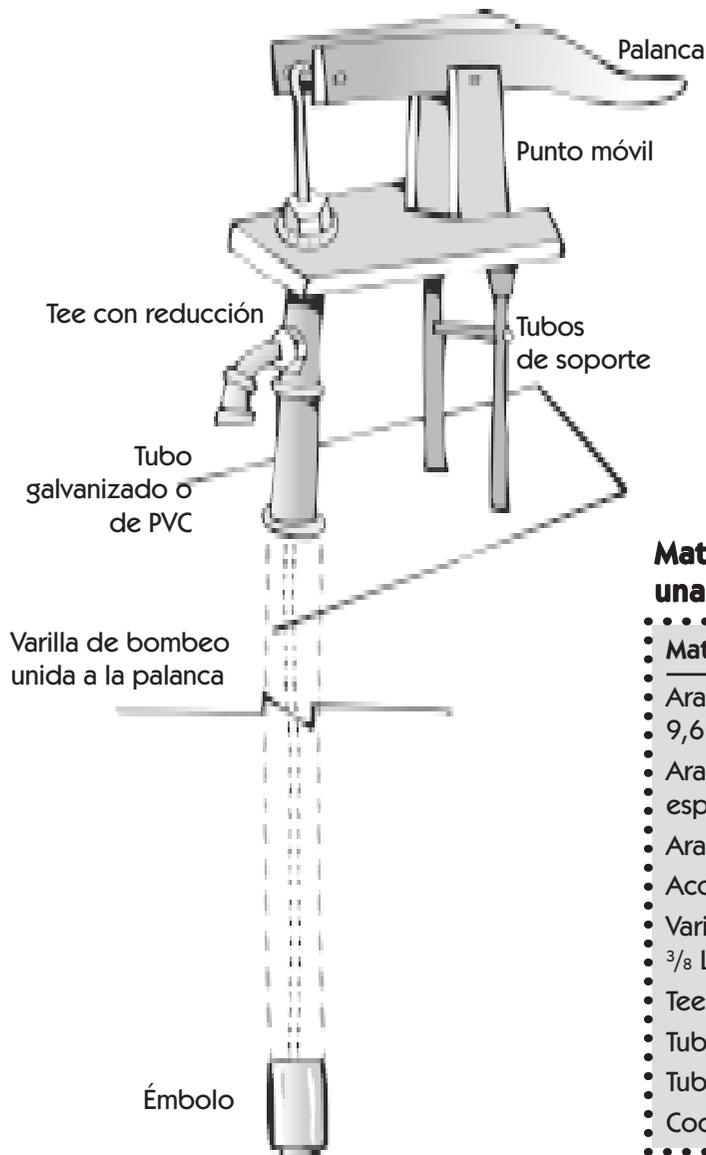
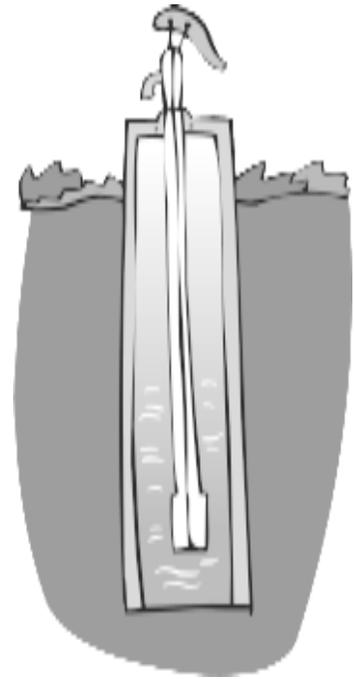
Bombas manuales



Las bombas manuales son muy útiles en aquellos sectores donde utilizan pozos o tanques de almacenamiento como sistemas de abastecimiento para hacer más fácil el acceso del agua y disminuir riesgos de contaminación al introducir objetos sucios en el mismo tanque o pozo.

Partes de una bomba manual

En el interior del tubo galvanizado se introduce un dispositivo llamado émbolo, que va a permitir la entrada del agua accionando la palanca en la parte superior. El émbolo va unido a la palanca con una varilla.



Materiales utilizados para construir una bomba manual

Materiales	Unid.	Cant.
Arandelas de madera 9,6 cm, espesor: 2 cm	un.	3
Arandelas de caucho 10 cm espesor: 0.5 cm	un.	2
Arandela de cuero 10	un.	1
Acople galvanizado	un.	1
Varilla galvanizada $\frac{3}{8}$ L = 6 m	un.	2
Tee 4", Reducción 2"	un.	1
Tubo galvanizado 2"	m	1
Tubo galvanizado 4"	m	4
Codo galvanizado 2"	un.	1

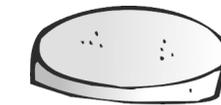
Construcción

Descripción de los materiales

Se recomienda que todos los materiales para la construcción de la bomba manual sean de hierro galvanizado o en tubería de PVC para evitar problemas de corrosión.

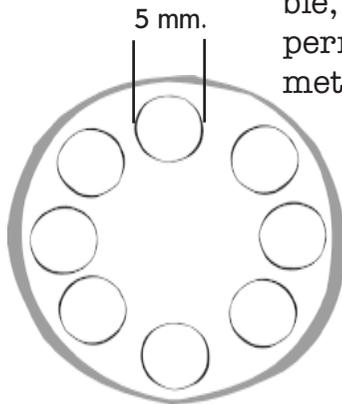
Para la elaboración del émbolo se necesitan los siguientes materiales:

Arandela de madera



Arandela de caucho

- 3 arandelas de madera con un diámetro de 9,6 cm y un espesor de 2 cm.
- 2 arandelas de caucho con un diámetro de 10 cm y un espesor de 5 mm.
- Una arandela de cuero bastante flexible, ya que va a actuar como válvula permitiendo la entrada de agua. Diámetro 9,6 cm.

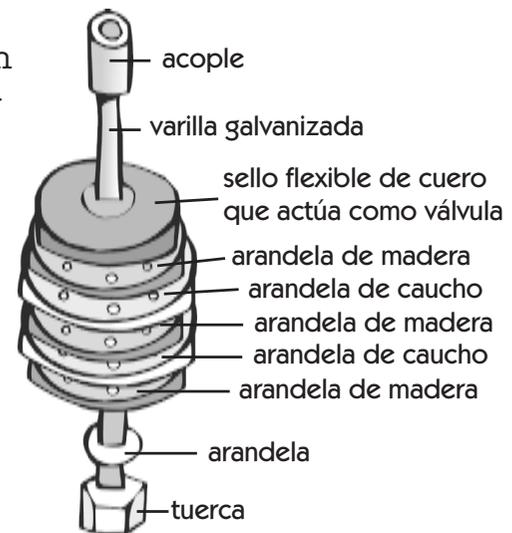


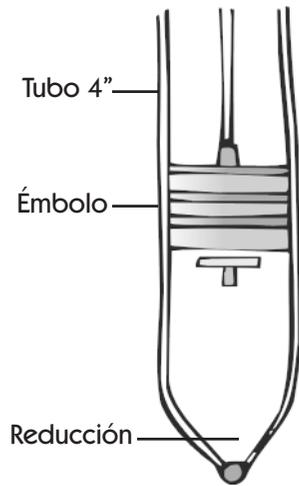
A todas las arandelas, excepto la de cuero, se le deben hacer 8 orificios de 5 milímetros aproximadamente, de tal forma que al colocarlas juntas, los orificios coincidan unos con otros.

Procedimiento

1. En una varilla galvanizada o en un tubo delgado de cobre, coloque cada una de las arandelas en el siguiente orden:
2. Coloque en el extremo de la varilla una arandela y una tuerca para sostener las arandelas, como se indicó anteriormente.

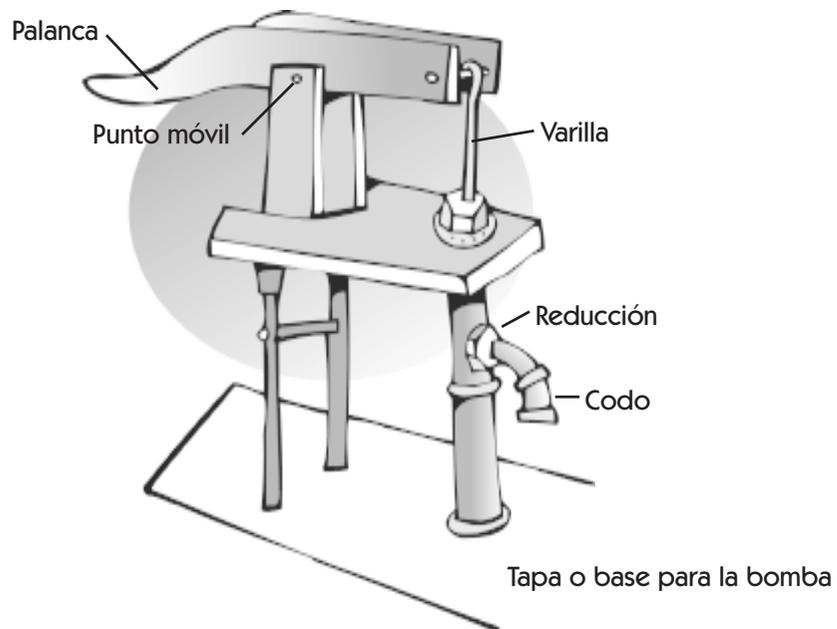
ÉMBOLO





3. En el extremo de la varilla coloque un acople con rosca, de donde partirá la varilla que va a estar unida en el extremo de la palanca.
4. Localice el émbolo en el interior del tubo galvanizado de 4 pulgadas de diámetro; también puede utilizar un tubo de PVC del mismo diámetro.
5. Una el émbolo a la varilla larga e introdúzcalo en el tubo de 4 pulgadas de diámetro (10 cm).
6. En la parte interior del tubo haga una reducción en forma de embudo y coloque en el extremo una pequeña bola de cristal que tape parcialmente, permitiendo la entrada gradual del agua y evitando el ingreso de partículas extrañas al interior del tubo.

Para manipular la bomba manual se puede construir un soporte de la siguiente manera:



7. Después, instale la bomba en el lugar donde se va a extraer el agua, sobre una base firme. Esta base puede ser la tapa del pozo o del tanque de almacenamiento.

Funcionamiento de la bomba manual

Al subir la palanca, el émbolo baja, permitiendo la entrada del agua a través de los orificios. La arandela de cuero flexible se levanta por la presión que ejerce el agua. En el momento de bajar la palanca, la arandela de cuero también se baja sellando el paso del agua y permitiendo de esta forma acumular una columna de agua en el interior del tubo de 4 pulgadas de diámetro.

Al bajar y subir varias veces la palanca, el agua va subiendo poco a poco hasta alcanzar la salida. De esta forma se obtiene agua por bombeo.

Mantenimiento

- Es recomendable aplicar pintura anticorrosiva a cada una de las partes expuestas a la lluvia.
- Los puntos de eje o puntos móviles se deben lubricar semanalmente.
- Las uniones se deben chequear diariamente para evitar posibles fugas.
- El émbolo se debe chequear semanalmente, revisando cada una de sus partes.

En caso de que las arandelas de caucho o de madera se encuentren en mal estado, hay que cambiarlas de inmediato.

- Se recomienda colocar una malla en el tubo de salida para prevenir la entrada de pequeños animales e insectos.

**Limpieza,
desinfección
e inspección
sanitaria de tanques
de almacenamiento**



Las actividades de limpieza, desinfección e inspección sanitaria de los diversos tanques de almacenamiento de agua garantizan almacenar el líquido en buenas condiciones, siempre y cuando estas actividades se realicen periódicamente utilizando las soluciones en las proporciones y procesos indicados.

Para el proceso de desinfección se utiliza el cloro en sus presentaciones líquida y sólida, en forma de solución para ser aplicada en los tanques de almacenamiento de agua.

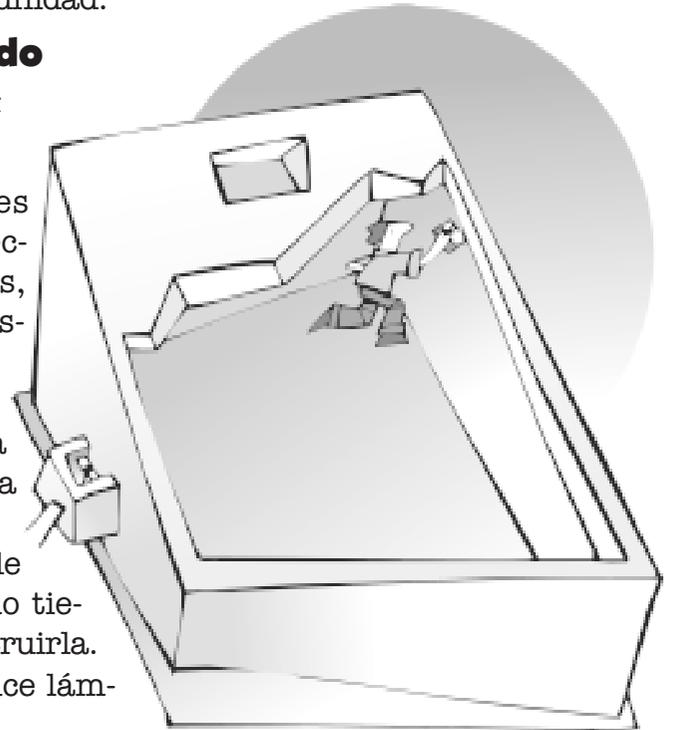
El agua para consumo se debe recoger en tanques y recipientes limpios, procurando que el líquido permanezca almacenado el menor tiempo posible.

La limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento de agua comunitarios y domiciliarios deben programarse en días de bajo consumo para evitar molestias a los habitantes de la comunidad.

Instrucciones para el lavado y desinfección del tanque

Tanque de distribución

1. Use botas, casco y guantes para la limpieza y desinfección. Aliste cepillos, escobas, baldes, rodillos, bombas aspersoras o cualquier otro elemento que necesite.
2. Cierre totalmente la entrada de agua y abra la salida para que se desocupe el tanque.
3. Retire con cuidado la tapa de inspección del tanque. Si no tiene tapa se recomienda construirla. Si el tanque es oscuro, utilice lámparas de pila (linternas).
4. Ingrese al tanque cuando el nivel de agua sea bajo, de 20 a 30 centímetros aproximadamente. A este nivel cierre la salida y abra el desagüe.
5. Remueva el material de sedimentación (barro) que se encuentra en el



- fondo del tanque, utilizando escobas y recipientes para extraer el material.
6. Cepille el piso y las paredes con agua.
 7. Para la desinfección utilice una solución clorada de 150 a 200 ppm, preparada así: en un recipiente de 20 litros adicione una cucharadita con cloro en polvo y mezcle en forma homogénea.
Déjela en reposo 10 minutos.
 8. Humedezca el rodillo con la solución de cloro y páselo por las paredes como si estuviera pintando.
También puede utilizar escobas o cepillos unidos a un palo de escoba.
 9. Deje actuar la solución durante cuatro horas.
 10. Enjuague las paredes y el fondo del tanque utilizando una manguera a presión o baldes.
Deseche estas aguas de lavado mediante el desagüe.
 11. Retire todo el material que utilizó en la limpieza.
 12. Cierre el desagüe y permita nuevamente la entrada del agua al tanque.
 13. Chequee el cloro residual, el cual puede ser hasta de 5 ppm.
 14. Abra la válvula que da acceso a la red de distribución.
 15. Vuelva a lavar y desinfectar el tanque una vez al año cuando menos, preferiblemente cada seis meses.

Tanques domiciliarios

Se deben limpiar y desinfectar por lo menos cada cuatro meses.

El procedimiento utilizado es el mismo que el anterior, con la diferencia que estos tanques son generalmente de menor tamaño. La solución de cloro para limpieza de los tanques también se puede preparar disolviendo 15 gotas de cloro en un litro de agua y utilizar el mismo procedimiento que para los tanques de distribución.

Advertencia
Es necesario que el tanque se encuentre bien aireado para permitir la evacuación de los fuertes olores producto de la aplicación de cloro.

Recomendaciones para la inspección sanitaria de sistemas de abastecimiento



La inspección sanitaria consiste en hacer una revisión de los diferentes componentes de un sistema de abastecimiento de agua, como la bocatoma, el tanque de distribución y la red, entre otros, para identificar posibles problemas y tomar las medidas correctivas necesarias.

La inspección sanitaria involucra dos aspectos básicos:

- a. Mantenimiento preventivo:** Es el que se efectúa con el fin de evitar problemas en el funcionamiento de los componentes de un sistema.
- b. Mantenimiento correctivo:** Tiene en cuenta las acciones de reparación de daños causados por deterioros normales del uso de los sistemas o por acciones extrañas o imprevistas.

Estas actividades de mantenimiento preventivo y correctivo son realizadas por un operador, quien es el responsable de la adecuada operación y mantenimiento de los servicios, con la colaboración de la comunidad.

La fuente de agua puede ser alterada o contaminada por algunas acciones realizadas por el hombre que pueden afectar su salud y bienestar.

Estas acciones pueden ser:

- Tala de árboles-erosión.
- Descarga de aguas negras.
- Descarga de basuras.
- Descarga de aguas industriales.

Con el fin de proteger la fuente de abastecimiento se deberá impedir cualquiera de las acciones antes mencionadas y en caso de que se presente deficiencia en la prestación de los servicios, se recomienda implementar tecnologías alternativas que den solución a estos problemas.

A continuación se dan a conocer algunas de las acciones que se deben tener en cuenta para una buena operación y man-

tenimiento de los componentes de un sistema de abastecimiento de agua.

Captación

Es la parte inicial del sistema de abastecimiento de agua.

Consta de una estructura construida en la fuente, donde se recolecta la cantidad de agua necesaria para abastecer a la población.

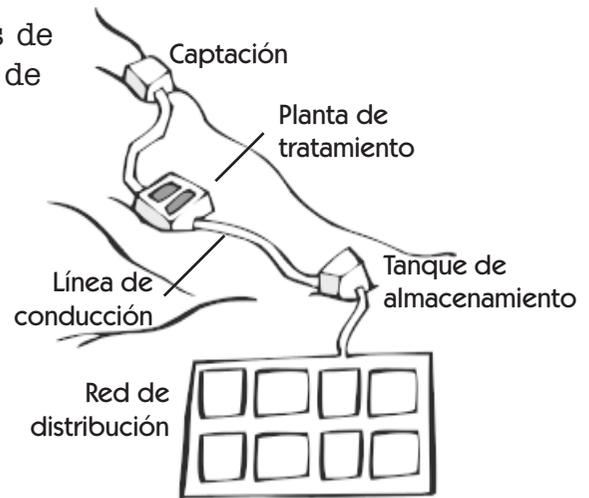
Estas estructuras son construidas generalmente en concreto reforzado.

Operación

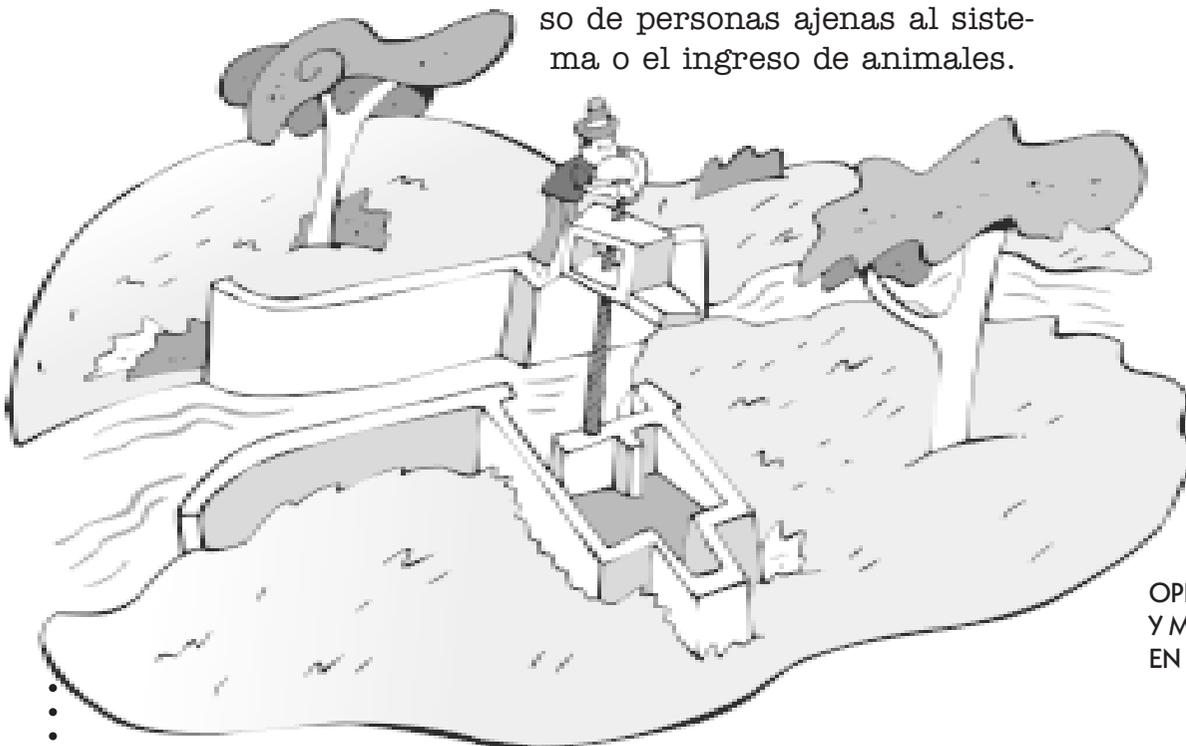
- Manejo de válvulas y/o compuertas.
- Calibración de vertederos y sistemas de medición de canales.

Mantenimiento preventivo

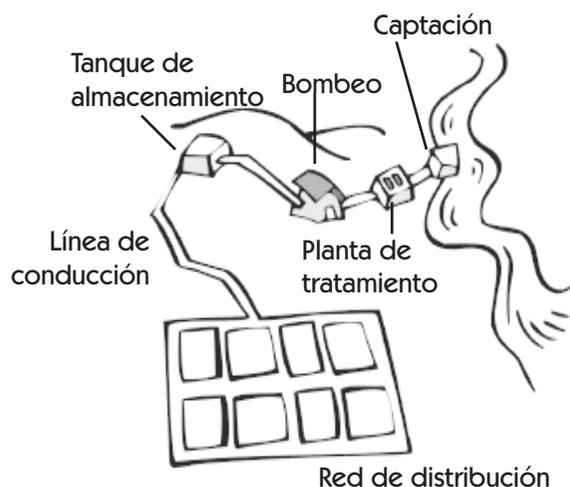
- Mantener las áreas adyacentes a la fuente reforestadas (siembra de árboles nativos) para proteger el cauce en su recorrido.
- Proteger el área de la bocatoma con una cerca para impedir el acceso de personas ajenas al sistema o el ingreso de animales.



SISTEMA POR GRAVEDAD
CON TRATAMIENTO



OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO
EN LA CAPTACIÓN



SISTEMA POR BOMBEO
CON TRATAMIENTO

ALGUNOS TIPOS
DE SISTEMAS
DE ABASTECIMIENTO
DE AGUA

- Realizar limpieza permanente de materiales extraños que impidan un buen funcionamiento de la estructura.
- Verificar el buen funcionamiento de las válvulas y compuertas.
- Verificar que la estructura no presente fugas.
- Evitar el ingreso de aguas superficiales después de realizada la captación de la fuente. Si es necesario, reforzar obras de drenaje.

- Revisar el estado de pintura de elementos metálicos expuestos.
- Verificar el estado de las tapas sanitarias y de los accesorios de ventilación, entre otros.

Mantenimiento correctivo

- Reparar daños en la estructura.
- Reponer tapas sanitarias.
- Reparar válvulas, compuertas y vertederos.
- Modificar defectos de construcción.
- Limpiar y desinfectar.

Línea de impulsión, conducción y redes

Operación

- Manejo y regulación de válvulas.

Mantenimiento preventivo

- Limpiar y desinfectar tuberías.
- Verificar el funcionamiento de válvulas y accesorios móviles.
- Revisar el estado de pintura de elementos mecánicos.
- Mantener el sitio de instalación de la tubería limpia para inspeccionar fácilmente cualquier anomalía que se presente en el trayecto.



Se debe hacer limpieza de la rejilla de captación mínimo una vez al año.



OPERACIÓN
Y MANTENIMIENTO
DE TUBERÍAS

Mantenimiento correctivo

- Reparar tuberías, válvulas y accesorios deteriorados.
- Limpiar y desinfectar.

Reservorios o tanques de almacenamiento

Operación

- Manejo de válvulas y accesorios.

Mantenimiento preventivo

- Mantener el área cercana al tanque limpia y protegida del ingreso de animales y personas ajenas al sistema.
- Proteger las tuberías de rebose y ventilación con malla plástica para evitar el ingreso de insectos.
- Limpiar y desinfectar.
- Verificar el estado de tapas sanitarias, accesorios de ventilación y de la estructura misma.

Mantenimiento correctivo

- Reparar la estructura.
- Reparar y/o reponer tuberías, válvulas y accesorios.
- Reponer tapas sanitarias.
- Limpiar y desinfectar.

(Ver Desinfección de tanques de almacenamiento, pág. 69).



RECUERDE

El tanque de almacenamiento se debe lavar y desinfectar en lo posible, cada 6 meses.

Planta de tratamiento

La planta de tratamiento consiste en un conjunto de estructuras en las cuales se realizan diversos procesos de tratamiento del agua.

Las partes principales de una planta de tratamiento son:

- Sedimentador: Es una estructura donde se efectúa la remoción de las partículas gruesas por efecto de la gravedad; sus elementos principales son la zona de ingreso, de sedimentación y salida.
- Prefiltros: Son estructuras que permiten eliminar las partículas más finas y microorganismos que contiene el agua, a través de un lecho filtrante de arena.
- Reservorio o tanque de almacenamiento, línea de conducción y red de distribución.

Operación

- Manejo de válvulas y compuertas.
- Calibración de vertederos y sistemas de medición.

Mantenimiento preventivo

- Limpiar y desinfectar.
- Pintar elementos expuestos.
- Verificar funcionamiento de válvulas y compuertas.
- Verificar colmatación de la unidad.

Mantenimiento correctivo

- Reparar estructuras y reponer tapas sanitarias.
- Reparar válvulas, compuertas y vertederos.
- Modificar defectos de construcción.
- Reponer medios filtrantes.
- Limpiar y desinfectar.



La planta de tratamiento requiere de un mantenimiento permanente en su estructura. De su mantenimiento y operación depende la calidad del agua a suministrar.

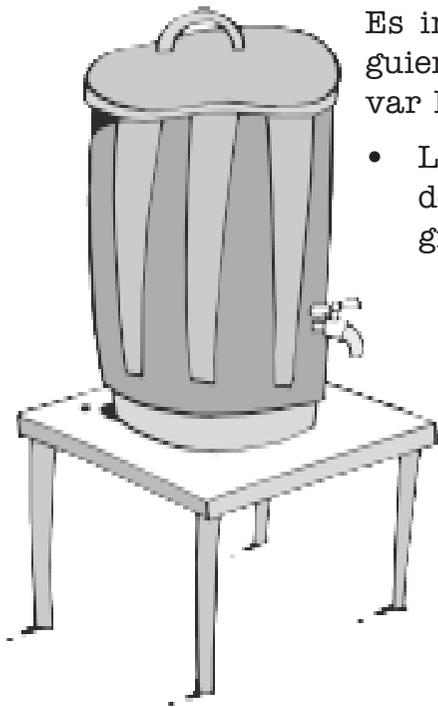
Actividades de mantenimiento y operativas en los sistemas de acueductos

Componente	Usualmente	Actividad periódica o permanente
Fuente	<ul style="list-style-type: none"> Inspección de la cuenca y limpieza manual. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspección general; chequeo vertimientos aguas negras; análisis de la calidad del agua; ejecución obras de protección cuenca (prevención y mitigación); cumplimiento normas de ordenamiento territorial.
Captación	<ul style="list-style-type: none"> Movimientos de válvulas y compuertas, limpieza rejilla. 	<ul style="list-style-type: none"> Manejo accesorios; revisión estado físico y de funcionamiento; limpieza de rejilla, canal de acceso, caja de válvulas, caja de derivación (retiro arena y otros elementos); pintura accesorios.
Desarenador	<ul style="list-style-type: none"> Inspección visual y movimientos de válvulas. 	<ul style="list-style-type: none"> Retiro sedimentos (por manejo de válvulas, accesorios y manual); limpieza estructura (interna, externa); revisión estado físico y de funcionamiento (caudal, volumen de agua, rebose, fugas, etc.); pintura y lubricación de accesorios.
Aducción/conducción	<ul style="list-style-type: none"> Recorrido línea; limpieza cajas de válvulas. 	<ul style="list-style-type: none"> Inspección y operación válvulas de purga, ventosas y otras estructuras (cámaras de quiebre de presión); revisión fugas; evaluación estabilidad terreno; protección contra la intemperie (tubería en pasos elevados, quebradas, puentes, etc.); control de presiones (mediciones) y chequeo conexiones clandestinas.
Planta de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza floculadores, sedimentadores, filtros, aplicación insumos químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Control de vibraciones y ruidos; revisión conexión entre equipos; lubricación y limpieza de partes; control y sobrecalentamiento de partes eléctricas; revisión de motores; control de fugas; aplicación pintura a estructuras y equipos; revisión de instrumentos y controladores; pruebas de aislamiento; mantenimiento de aireadores, mezcladores, floculadores, sedimentadores, filtros, tanque de aguas claras, dosificadores.
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> Cierre y apertura de válvulas (entrada y salida); control de llenado y desocupado; retiro de sedimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> Lavado y desinfección; cada operación de lavado debe ir seguida de una desinfección. Las paredes y el piso deben desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio, con una concentración de 50 ppm (partes por millón) de cloro, en contacto durante 24 horas. Mantenimiento válvulas y accesorios (pintura, lubricación); revisión de flotadores (si existen), tuberías de rebose y lavado; chequeo niveles en el tanque; detección y control de filtraciones; impermeabilización con productos autorizados por Minsalud; protección estructura (cerramiento).
Redes de distribución	<ul style="list-style-type: none"> Operación por sectores; cierre y apertura válvulas; registro, presión y mantenimiento general. 	<ul style="list-style-type: none"> Localización y clasificación de daños; detección y control de fugas; control contaminación redes; reparación daños; renovación tuberías (por edad o estado de funcionamiento); revisión hidrantes; verificación funcionamiento de la red (terreno cedido, uniones desalojadas, instalaciones clandestinas, válvulas trabadas, falta de manijas, cajas inundadas o con sedimento, escapes en uniones, tornillería suelta, etc.); drenaje y limpieza cajas; engrase mecanismos de operación.

Instrumentos de apoyo	Recomendaciones
Fontanero; capacitación y compromiso de la comunidad; registro de información; consulta estudios, medición caudales (mínimos máximos), comportamientos (cloro, turbiedad), registros (verano, invierno).	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: permanente. • Mantenimiento correctivo: según ocurrencia.
Fontanero; registro de información en libros, bitácoras o formularios, herramienta menor (palas, palustres, etc.) y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: limpieza de la rejilla mínimo una vez al año. • Mantenimiento correctivo: según ocurrencia.
Fontanero; registro de información en libros, bitácoras o formularios; herramienta menor (palas, palustres, cepillos metálicos, materiales como postes, mallas o alambres para cerramiento área de localización, estructura, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: semanalmente limpieza estructura. • Mantenimiento correctivo: periódicamente.
Fontanero; capacitación y compromiso de la comunidad; registro de información en libros, bitácoras o formularios; herramienta menor (picas, palas, etc.); contratación obras; disponibilidad de accesorios (codos, válvulas, uniones, etc.) y tuberías; cumplimiento normas técnicas de diseño y construcción.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: inspección diaria de la red; operación válvulas de purga cuando se detecte una disminución de caudales. • Mantenimiento correctivo: periódicamente.
Operadores de planta, libros de control de calidad; manuales de mantenimiento; programas de salud ocupacional (control de riesgos en la salud de los operarios); planes operacionales de emergencia, disponibilidad de elementos (equipos, accesorios, repuestos, etc.); señalización; contratación servicios con terceros; cumplimiento Normas Técnicas de Calidad del Agua, según Decreto 475 de 1998.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: diario, mensual o anual según elemento o estructura. • Mantenimiento correctivo: según ocurrencia.
Fontanero; herramienta menor; insumos químicos; registro de información.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: lavado tanque, mínimo una vez al año o según estado de los sedimentos. • Mantenimiento correctivo: periódico.
Personal técnico calificado; registro de información (clasificación de daños); catastro de red (planos actualizados); manuales (operación y mantenimiento de equipos, accesorios); planos o esquemas de esquinas, normas técnicas de construcción; equipos y herramienta menor (llaves de tubo, registros y acoples, alicates, martillos, marcos y seguetas, mechero, flexómetro, terraja, etc.); disponibilidad de tuberías y accesorios; equipos de detección y control de fugas; información a los usuarios sobre las zonas afectadas (boletines, medios de comunicación).	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento preventivo: mensualmente purga de la red en horas de bajo consumo (noche). • Mantenimiento correctivo: según frecuencia de ocurrencia.

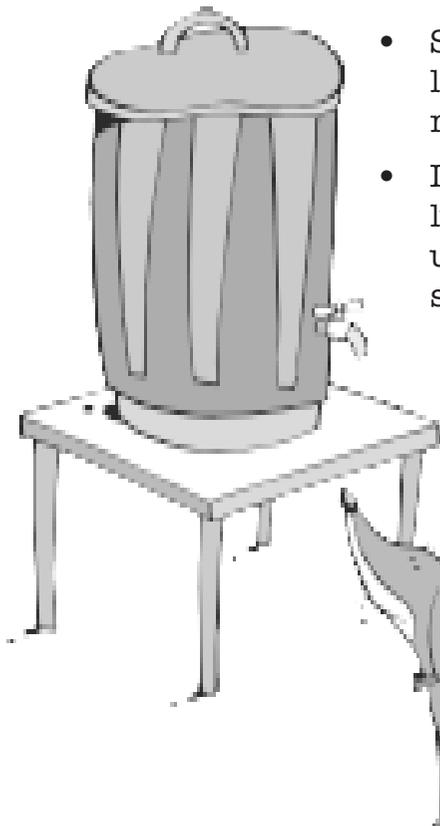
Higiene en el almacenamiento y los usos del agua





Es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones para conservar la calidad del agua:

- Los recipientes para almacenar agua deben estar siempre tapados y/o con grifo.



- Si los recipientes no tienen grifo, utilizar cucharones o tazas limpias para sacar el agua.
- Los recipientes deben ubicarse en lugares frescos, en lo posible sobre una base y lejos de animales y basura.



- Lavar frecuentemente con agua y cloro los recipientes de almacenamiento de agua.

En relación con el uso del agua, algunas recomendaciones importantes en términos de hábitos higiénicos que contribuyen a preservar la salud, son:

- Lavarse las manos con agua limpia y jabón antes de preparar los alimentos y después de usar el baño.
- Asearse diariamente el cuerpo. Si se dispone de muy poca agua, se puede utilizar un paño húmedo para limpiarse.
- Lavar muy bien los alimentos crudos (verduras) con agua limpia. Para mayor seguridad, las verduras se pueden desinfectar utilizando una solución de cloro, agregando 4 gotas de cloro comercial por cada litro de agua.



Contenido

Disposición de excretas	85
Infecciones causadas por la mala disposición de las excretas	86
Letrina mejorada de pozo ventilado	88
Objetivos	90
Diseño y construcción	91
Operación y mantenimiento	97
Letrina abonera seca familiar	98
Ventajas	99
Desventajas	100
Características	100
Diseño y construcción	101
Operación y mantenimiento	106
Instalación de taza sanitaria con descarga manual reducida	108
Objetivos	109
Diseño y construcción	110
Procedimiento	111
Operación y mantenimiento	114
Unidad sanitaria	116
Componentes	117
Construcción de la caseta	118
Instalación de la ducha con desagüe independiente	119
Sistemas sépticos	121
Trampa de grasas	122
Tanque séptico	123
Cajas de distribución	124
Campos de oxidación	125
Pozo de absorción	126
Recomendaciones	127
Filtro fitopedológico	128
Operación y mantenimiento	130
Uso correcto de los sistemas de disposición de excretas y hábitos higiénicos	132
Disposición sanitaria de las basuras	133
Clasificación de las basuras	134

Manejo sanitario de las basuras	135
Almacenamiento en la vivienda	135
Recolección y confinamiento	136
Tratamiento y disposición final	136
Relleno sanitario	139
Principios básicos del relleno sanitario	140
Líquido percolado	141
Gases	142
Material de cobertura.....	142
El relleno sanitario manual	143
Pasos para el diseño, construcción y operación	144
Compost.....	148
Reciclaje	148
Referencias bibliográficas	149

Disposición de excretas



La disposición inadecuada de las excretas es una de las principales causas de enfermedades infecciosas intestinales y parasitarias, particularmente en la población infantil y en aquellas comunidades de bajos ingresos ubicadas en áreas marginales urbanas y rurales, donde comúnmente no se cuenta con un adecuado abastecimiento de agua, ni con instalaciones para el saneamiento. La disposición adecuada de las excretas tiene como finalidad:

- Proteger las fuentes de agua superficiales o subterráneas.
- Proteger la calidad del aire que respiramos y del suelo.
- Proteger la salud de las personas.

Infecciones causadas por la mala disposición de las excretas

Los organismos patógenos que causan enfermedades intestinales viven en los excrementos o materias fecales de los seres humanos y de los animales, y utilizan diferentes formas de contagio, como por ejemplo:

- Contacto directo de las manos sucias con la boca o con los alimentos.
- Uso de agua contaminada con materia fecal.
- Transmisión a través de cultivos fertilizados con materias fecales o aguas negras sin tratar.

Las enfermedades transmitidas por la inadecuada disposición de las excretas incluyen las transmitidas por vía fecal-oral (la disentería amebiana, el cólera, la diarrea, las diarreas virales, el virus A de la hepatitis y la fiebre tifoidea); y las infecciones helmínticas del tracto intestinal como la ascariasis (lombriz intestinal) y la tricuriasis (lombriz latiguiforme), entre otras.

El problema de la mala disposición de las excretas se puede solucionar mediante la implementación de tecnologías simples y la participación de la comunidad, en aquellos sectores que no cuentan con las instalaciones adecuadas.

Letrina mejorada de pozo ventilado



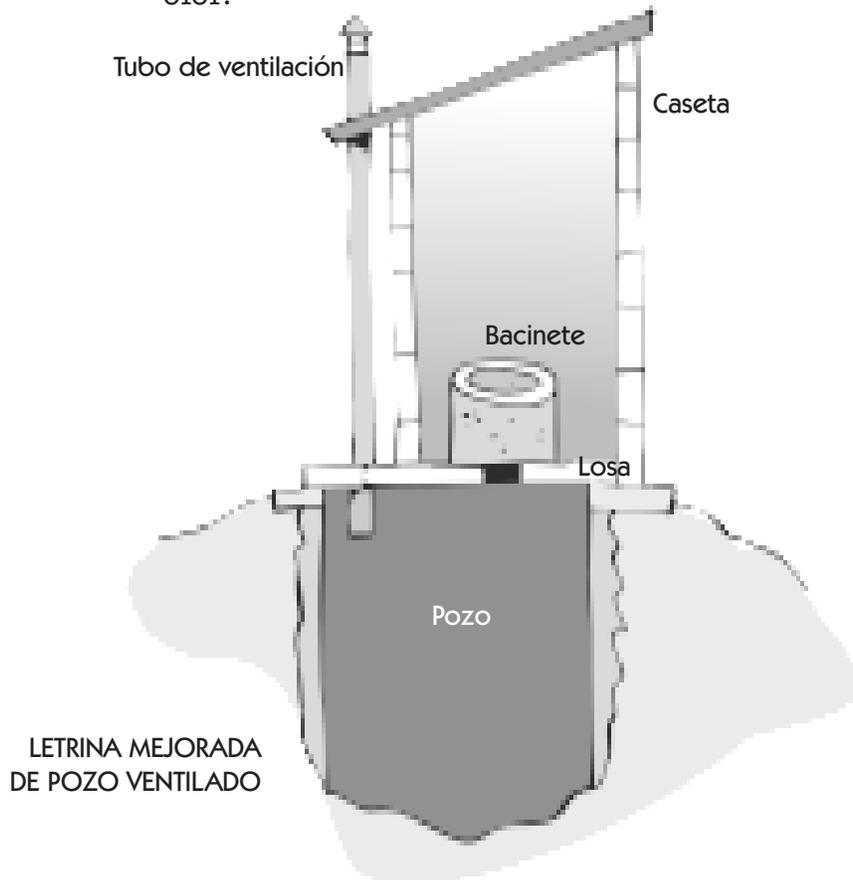
Las letrinas tradicionales de pozo seco presentan dos problemas fundamentales: tienen muy mal olor y atraen las moscas y otros vectores de enfermedades que se reproducen en los pozos.

Para atacar estas desventajas, se ha desarrollado la letrina mejorada de pozo ventilado, que se diferencia de la letrina tradicional por poseer un largo tubo de ventilación que tiene en su extremo una malla que evita que las moscas ingresen. Con el tubo también se controlan los malos olores.

El mecanismo principal que permite la ventilación en las letrinas mejoradas de pozo ventilado es la acción del viento que sopla sobre la parte superior del tubo de ventilación, provocando una circulación de aire desde la parte exterior de la letrina, a través de la superestructura y el agujero de la losa, y hacia arriba y afuera del tubo de respiración. Así, cualquier olor que emane de la materia fecal en el pozo es extraído a través del tubo de ventilación, manteniendo la letrina sin mal olor.



VECTOR: Insecto, roedor o cualquier otro animal que puede transmitir en forma activa o mecánica un agente patógeno.



La letrina mejorada de pozo ventilado, es un sistema adecuado para la disposición de las excretas en zonas rurales y urbanas marginales donde generalmente el abastecimiento de agua se hace en forma manual.

Esta tecnología también es útil en situaciones de emergencia cuando se proyectan soluciones a mediano y largo plazo.

Objetivos

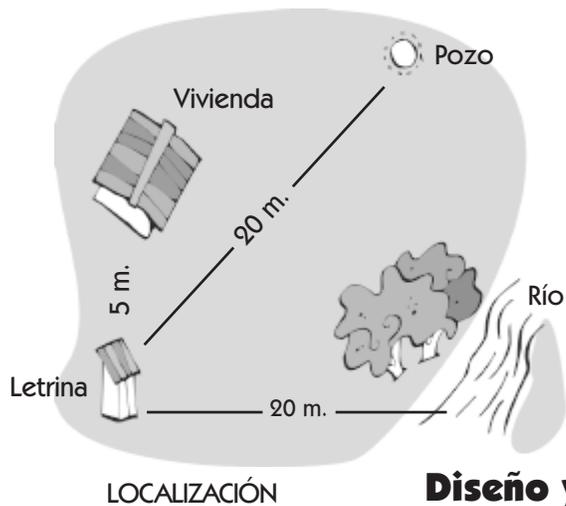
- * Evitar la contaminación de las fuentes de agua y del suelo.
- * Evitar el contacto de la materia fecal con insectos y roedores, que a la vez son transmisores de enfermedades.
- * Impedir a las personas el contacto con la materia fecal.
- * No ocasionar molestias por causa de la descomposición de la materia fecal.

Lista de materiales necesarios para construir una letrina mejorada de pozo ventilado*

Materiales	Un.	Cant.
Bloque de arena de río	un	260
Cemento gris	bulto	7
Arena de río gruesa	m ³	1
Arena de río fina	m ³	1
Tubo sanitario PVC Ø 3"	m	3
Codo sanitario PVC Ø 3"	un	1
Listones de madera 4x4 cm	un	4
L = 3m		
Tejas de zinc l = 3 m	un	2
Tabla chapa l = 3 m	un	3
Alambre negro	kg	0.2
Puntillas 3"	lb	0.3
Varilla 3/8" l = 6 m	un	4

* Incluye la caseta en bloque de 10x20x40 cm

Este tipo de letrina se debe utilizar únicamente para la disposición de las excretas y la orina.



Diseño y construcción

1. Localización

Para ubicar la letrina se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Este tipo de letrinas no se deben construir en sitios de fácil inundación.
- Su instalación en suelos rocosos no es conveniente por las dificultades que ofrecen.
- Cuando el terreno es montañoso la letrina se debe ubicar en una parte más baja que la fuente de suministro de agua para evitar su contaminación.
- La distancia deseable con respecto a la vivienda es de cinco metros y con respecto a una fuente de agua, 20 metros.

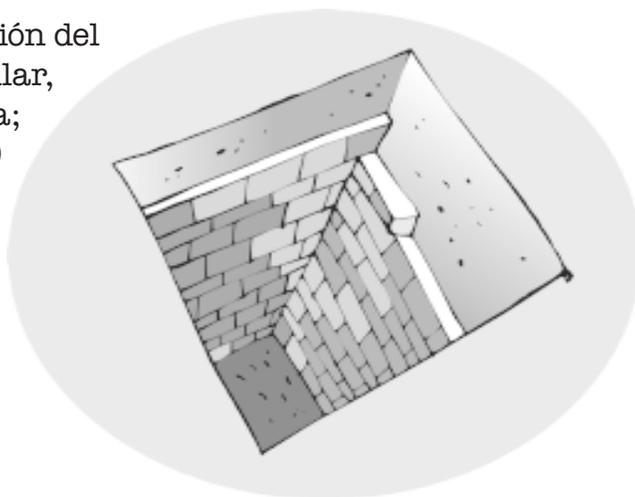


EXCAVACIÓN DEL POZO PARA LA LETRINA

2. Pozo

Consiste en una excavación del terreno, de forma circular, rectangular o cuadrada; con un diámetro de 1.50 a 1.80 metros para pozos circulares y un ancho de 1.20 m a 1.60 m para pozos rectangulares y cuadrados.

Generalmente la profundidad varía entre 2 y 2.50 metros.



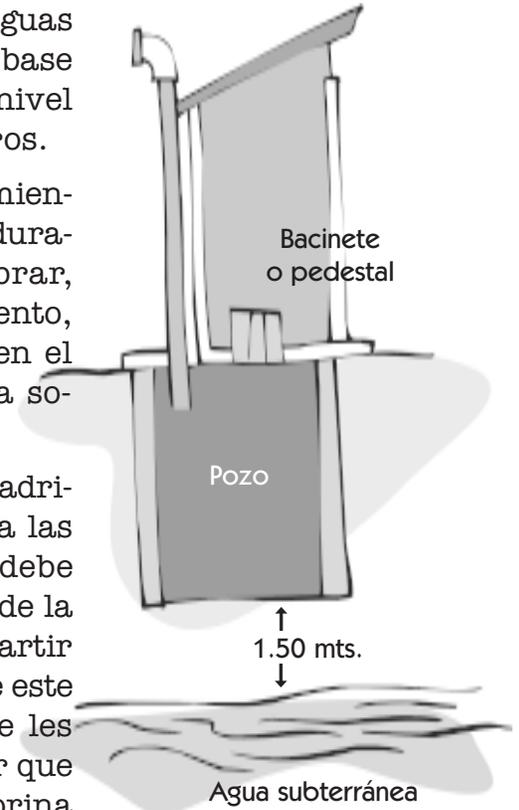
REVESTIMIENTO DEL POZO CON BLOQUE

Cuando en el terreno se presentan aguas subterráneas se recomienda que la base del pozo se encuentre separada del nivel de agua por lo menos en 1.50 metros.

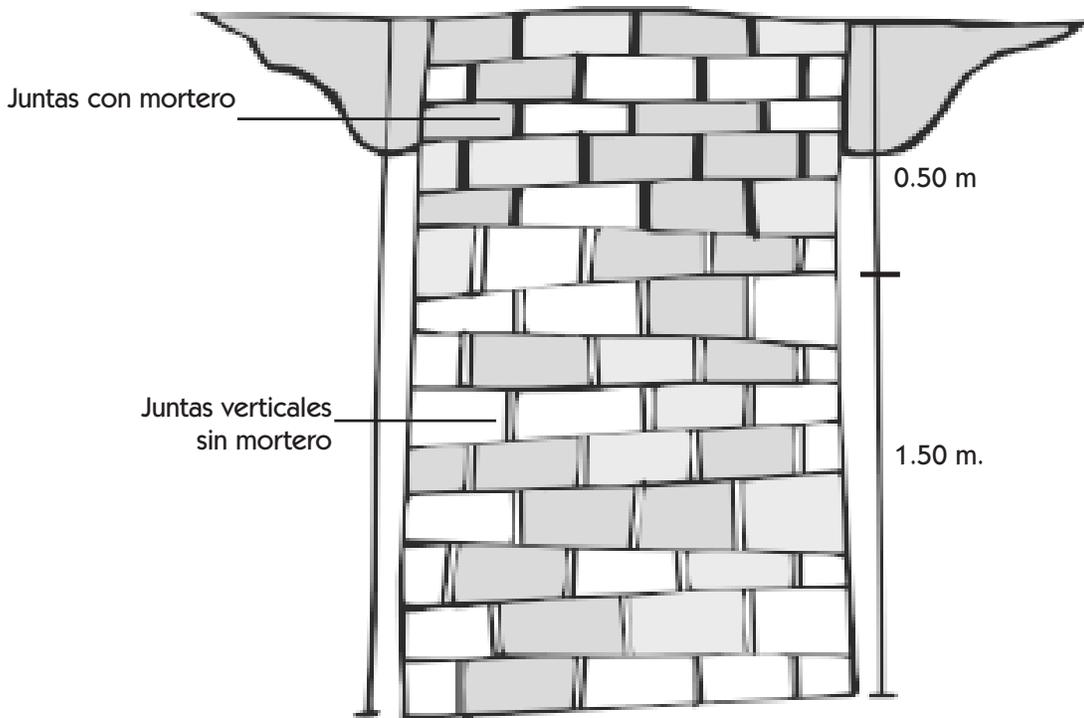
Como medida de precaución se recomienda revestir el pozo con materiales durables como bloques, piedras sin labrar, madera o malla revestidas con cemento, para prevenir posibles derrumbes en el interior y evitar que la caseta caiga sobre el pozo.

Cuando se emplean los bloques, los ladrillos, la mampostería o las piedras, a las juntas para revestimiento se les debe colocar mortero hasta medio metro de la parte interior del pozo, contado a partir de la superficie del terreno. Debajo de este punto, a las juntas verticales no se les debe poner mortero a fin de permitir que la parte líquida de la excreta y la orina se infiltren en el suelo.

En suelos arenosos y muy finos este material puede ingresar al interior del pozo a través de las juntas verticales abiertas. Para evitarlo, se debe colocar un



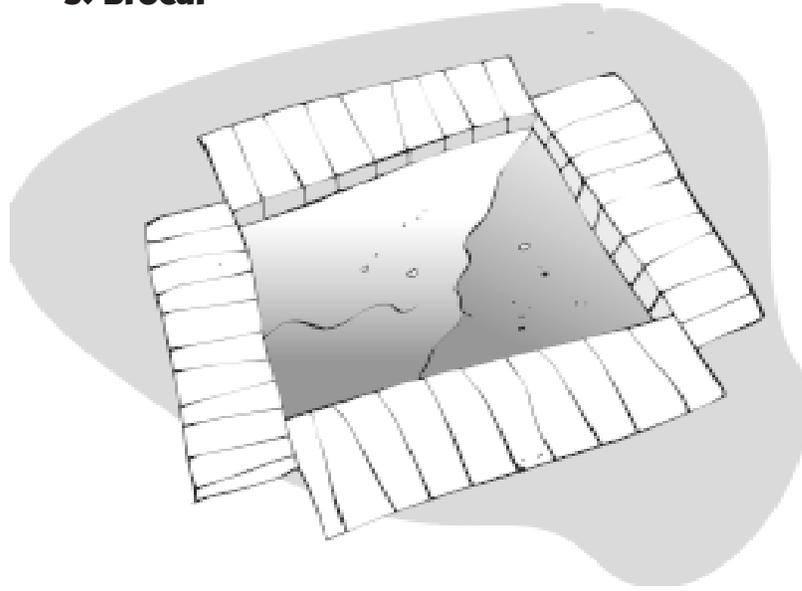
UBICACIÓN DEL POZO



relleno de diez centímetros de gravilla fina entre la arena y el revestimiento

Se recomienda excavar los pozos en forma circular con el fin de lograr una mayor estabilidad de la estructura, particularmente en aquellos terrenos que presentan arcillas expansivas.

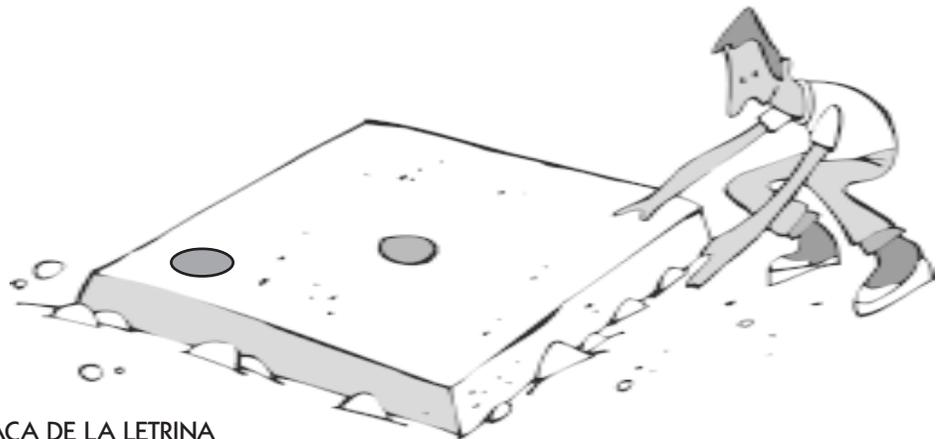
3. Brocal



Perimetralmente al pozo se construye un brocal, que consiste en colocar una hilada de ladrillos o bloques que sirve de apoyo a la losa e impide el ingreso de aguas lluvias.

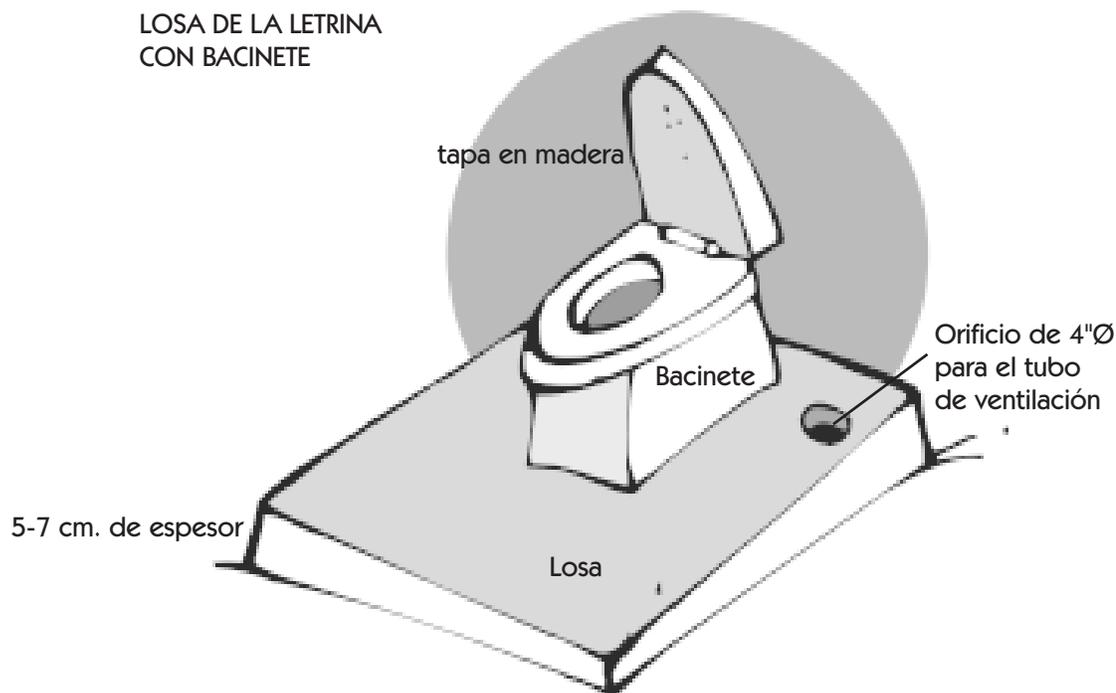
4. Losa o placa

Es una estructura de concreto reforzado, madera o cualquier otro material apropiado que sirve de cubierta del pozo y sostiene la caseta.



LOSA O PLACA DE LA LETRINA

LOSA DE LA LETRINA CON BACINETE



Para la disposición de las excretas la losa debe tener un orificio de aproximadamente 25 centímetros de diámetro y de 15x30 cm cuando es rectangular. Adicionalmente, se deja otro orificio de 4" de diámetro para instalar el tubo de ventilación.

El espesor de la losa o placa puede ser de 5 a 7 cm.

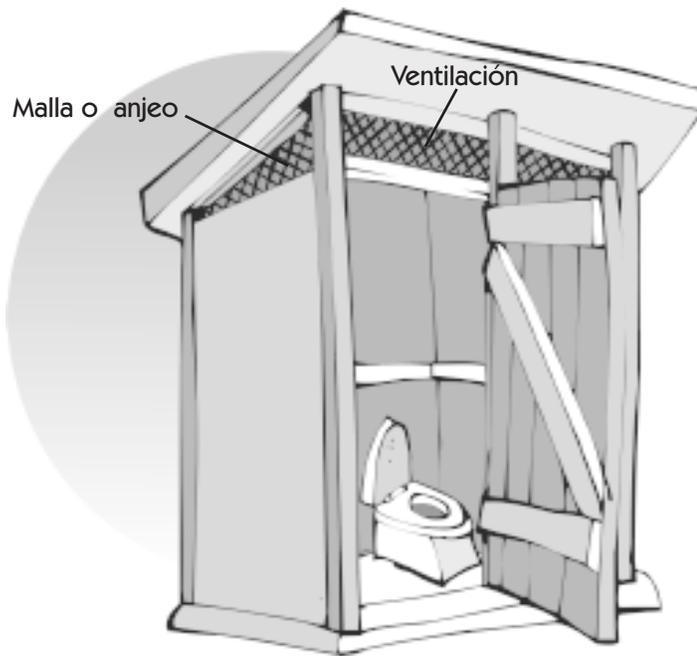
La losa o placa se instala sobre el brocal y tiene como función impedir que escapen olores del pozo, evitar el ingreso de aguas superficiales y dar protección sanitaria al usuario.

La placa debe ser superior al tamaño de la boca del pozo o de dimensiones iguales al brocal.

En caso de utilizar materiales ligeros para la elaboración de la caseta, la losa puede ser prefabricada utilizando dos plaquetas. De esta forma se facilita su instalación y se aligera el peso.

5. Caseta

Se puede construir en bloque, madera o con los materiales disponibles en la región.



Su finalidad es darle privacidad al usuario, protegerlo contra las inclemencias del clima y evitar el ingreso de aguas lluvias al pozo.

El interior de la caseta debe permanecer oscuro para lograr un control efectivo de las moscas.

En la parte superior debe haber espacio para la ventilación colocando una malla.

6. Tubo de ventilación

Es muy importante porque permite controlar los malos olores y evita la entrada y salida de moscas.

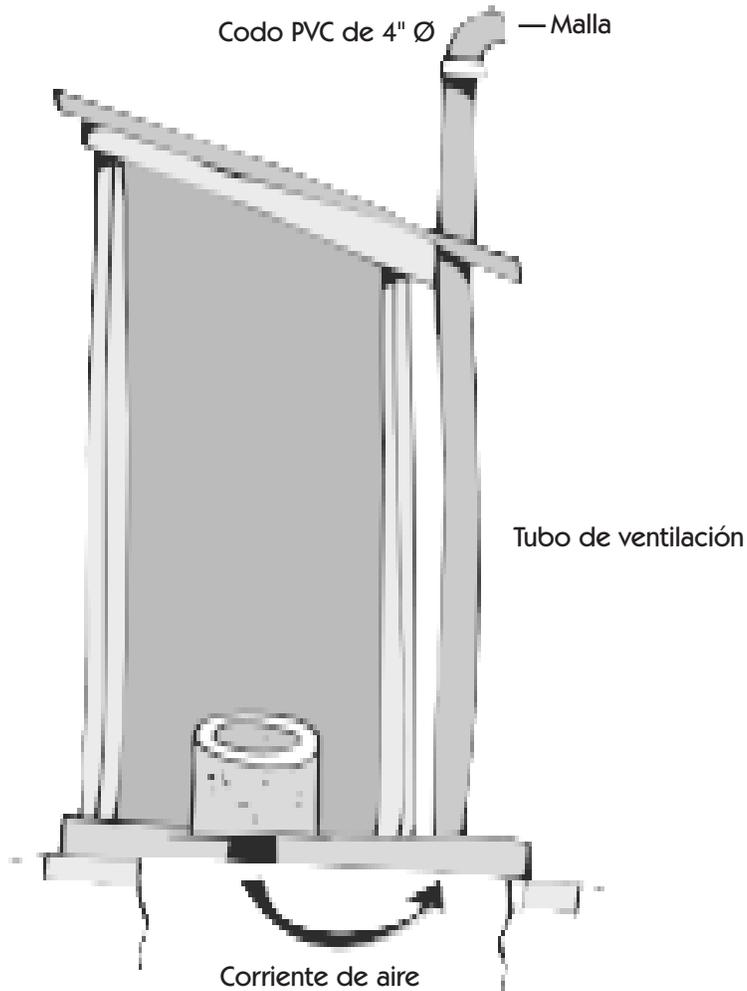
Se instala por fuera de la caseta y se recomienda pintarlo de negro.

El tubo de ventilación debe ser lo suficientemente largo para que el techo no interfiera con la acción del viento sobre la parte superior de dicho tubo.

En el caso de techos planos, la parte superior del tubo debe ser por lo menos 50 centímetros más alta que el techo. En techos inclinados, el tubo de respiración también debe estar a 50 centímetros por encima del punto más alto del techo.

Su diámetro puede ser entre cuatro y cinco pulgadas.

INSTALACIÓN DEL TUBO DE VENTILACIÓN

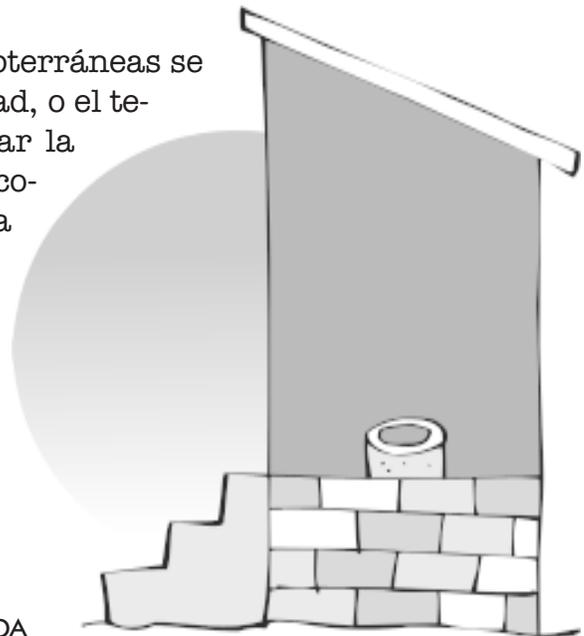


Los materiales más usados para el tubo de ventilación son:

- PVC
- Asbesto cemento

Cuando el nivel de aguas subterráneas se encuentra a poca profundidad, o el terreno donde se va a realizar la excavación es rocoso, se recomienda construir una letrina elevada, con los mismos parámetros de la letrina mejorada de pozo ventilado (LMPV).

LMPV ELEVADA



Operación y mantenimiento

Una vez instalada la letrina se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

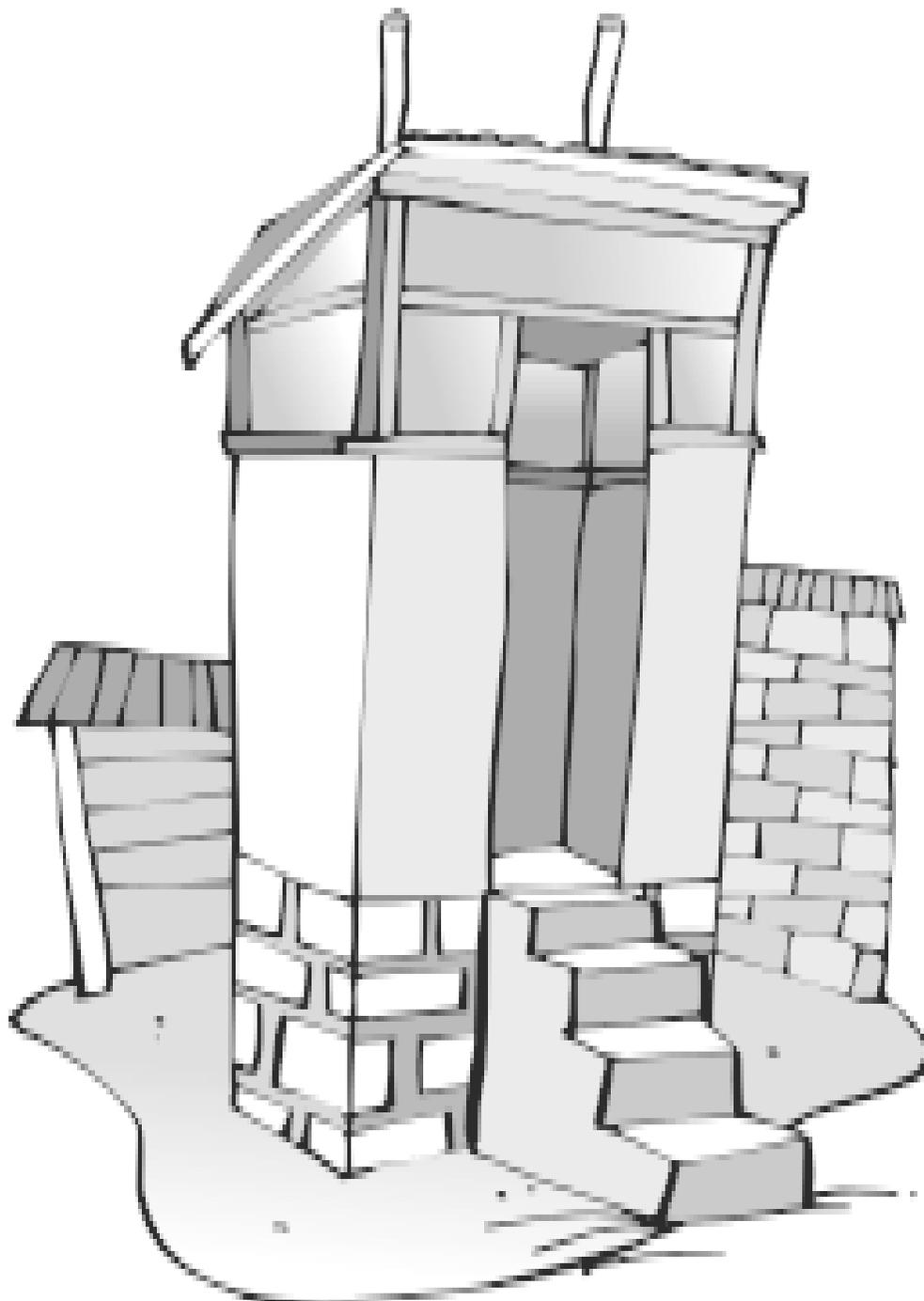
1. Mantenga tapado el hoyo de asentamiento o bacinete con una tapa con malla para permitir la circulación del aire hacia el tubo de ventilación.
2. La letrina debe utilizarse únicamente para la disposición de las excretas y orina. Se recomienda echar el papel higiénico en una cesta .
3. No arroje desperdicios, trapos, basuras, etc., en el interior del pozo.
4. Si observa moscas en la letrina, agregue al pozo un vaso de aceite quemado o parafina líquida.
5. Mantenga limpio el piso, las paredes y los alrededores de la caseta.
6. La puerta debe permanecer cerrada.
7. No arroje al pozo ningún desinfectante.
8. Drene las aguas superficiales alrededor de la caseta.
9. No descargue en el interior del pozo las aguas provenientes de la cocina, el lavadero, el lavamanos o las aguas lluvias.
10. Cuando el pozo esté casi lleno, excave uno nuevo y rellene el viejo con tierra.

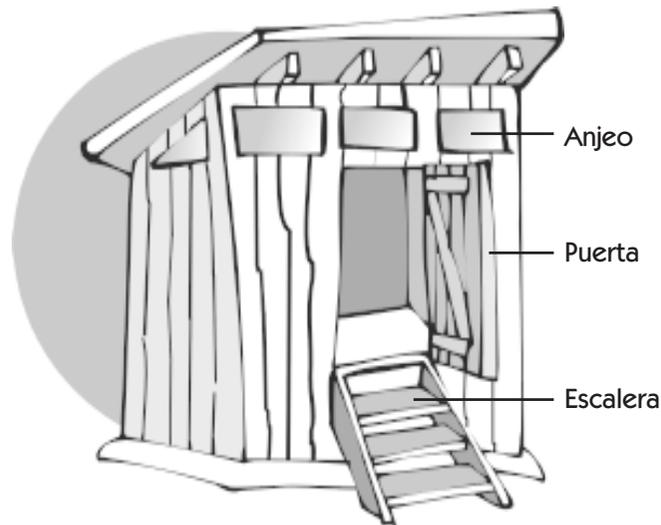
El pozo viejo debe permanecer tapado por lo menos durante dos años para después poderlo utilizar si se presenta la necesidad.

Algunos de los materiales de la antigua letrina se pueden volver a utilizar en la nueva.

El pozo necesariamente debe taparse con tierra apisonada cuando la materia acumulada se encuentra a 40-50 centímetros de la superficie.

**Letrina
abonera seca
familiar**

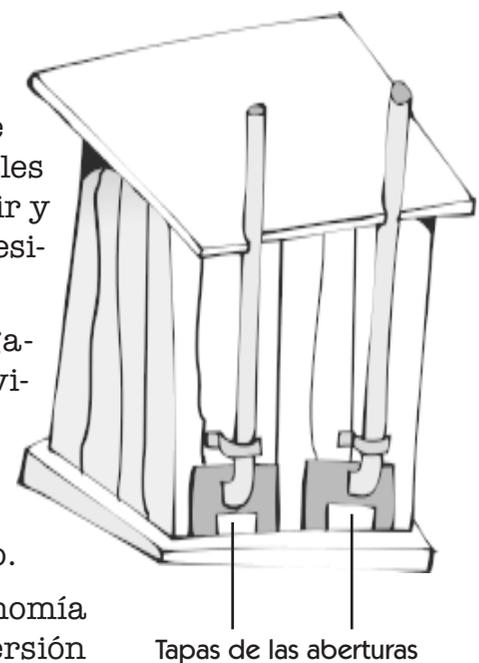




Es una alternativa de saneamiento que consta de una doble cámara impermeable y un sentadero especial que separa las heces de la orina. A las heces depositadas en la cámara se les agrega ceniza, cal o tierra seca, para favorecer el proceso de degradación biológica en seco. Cuando una letrina abonera seca familiar (LASF) ha sido adecuadamente usada se puede obtener un abono orgánico relativamente inocuo.

Ventajas

- Degradación de las excretas humanas en forma familiar para permitir la producción de abonos sanitariamente seguros.
- Construcción relativamente económica, adaptable a las condiciones de la vivienda rural; se construyen con materiales locales y es fácil de aprender a construir y mantener por una familia campesina.
- Eliminación de los microorganismos patógenos al hombre, evitando las enfermedades que se transmiten por las heces.
- Para su uso no se necesita agua, que es un elemento muy escaso.
- Pasa a formar parte de la economía familiar, en vista de que la inversión



es recuperable y posteriormente produce beneficios comprobables.

- Ocupa poco espacio, no produce olores desagradables ni permite la proliferación de moscas, lo que hace posible tenerla cerca de la vivienda e inclusive dentro de ella.

Desventajas

- Dada su aparente sencillez, es común pretender copiar la letrina, pero sin un seguimiento adecuado puede fácilmente convertirse en un problema que se acompaña de olores desagradables, proliferación de moscas y condiciones de insalubridad.
- El uso de la ceniza puede ser una limitante sobre todo cuando ésta es escasa o no se usa leña para cocinar.

Características

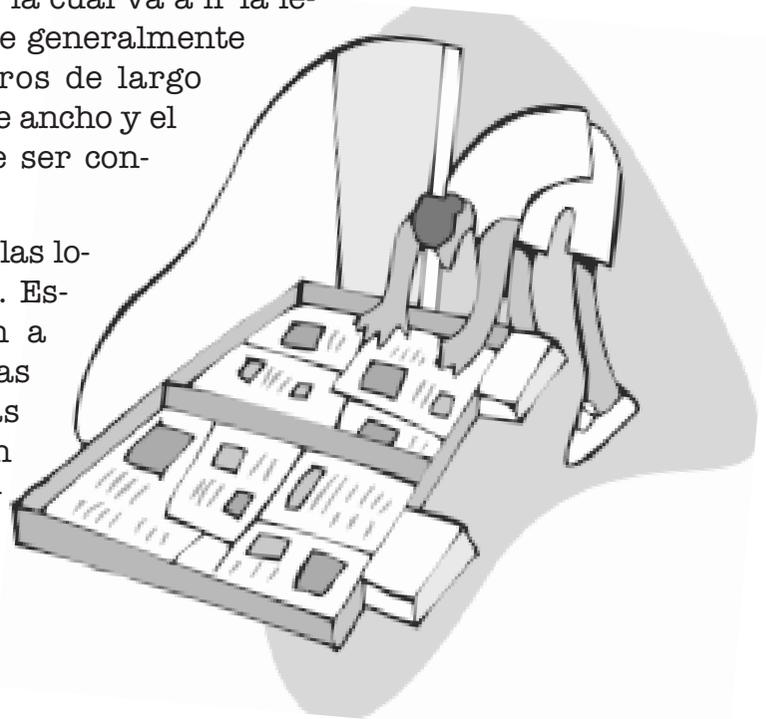
La LASF consiste en dos cámaras separadas por un tabique central, con un agujero superior en cada una de ellas por donde se introducen las heces y la ceniza, y una compuerta de descarga lateral por donde se extraen los abonos una vez digeridos. Estas cámaras se construyen sobre el suelo y pueden ser hechas de materiales como bloque de cemento, ladrillo de barro cocido o piedra. Inicialmente se experimentó con letrinas de adobe, que eran baratas pero de poca durabilidad, lo que indicó la necesidad de usar un material más resistente. En el suelo se funde el piso y las paredes se impermeabilizan por dentro con cemento y arena.

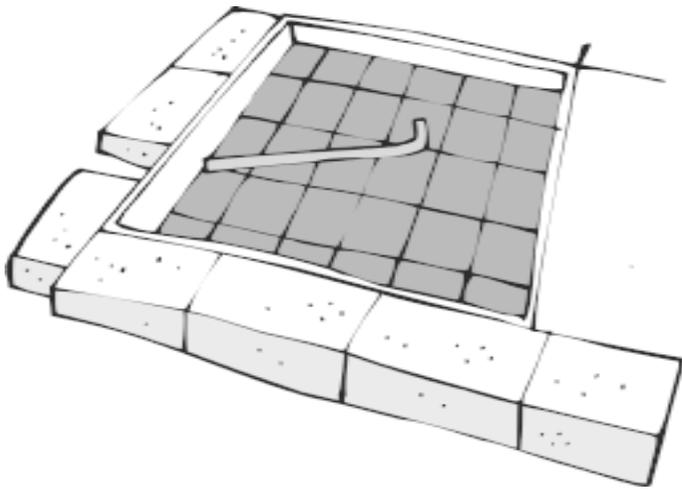
En la parte superior se funde una losa o plataforma que puede reforzarse con hierro o bambú. Una vez construidas las cámaras, se hace un sentadero especial (opcional) al cual se adaptará el dispositivo para separar las heces de la orina, evitando así mojar las cámaras. Luego se

hace una caseta para dar privacidad a los usuarios y resguardo en época lluviosa o fría. Ésta puede ser de materiales diversos: adobe, ladrillo, barro, bloque, cartón, o cañas de bambú o maíz. El techo puede ser de paja o lámina. Los canales de conducción de orina son de PVC y el recipiente para su recolección puede ser de cualquier material, pero con boca angosta para evitar la entrada de moscas o la salida de olores desagradables.

Diseño y construcción

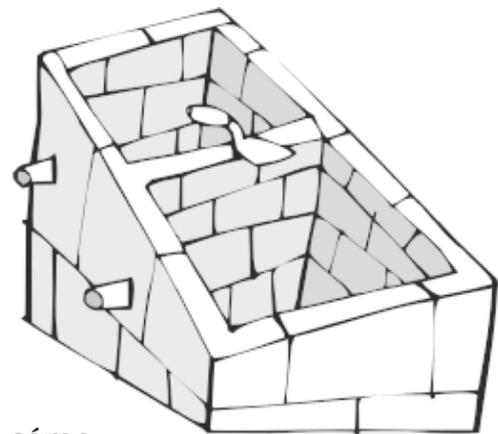
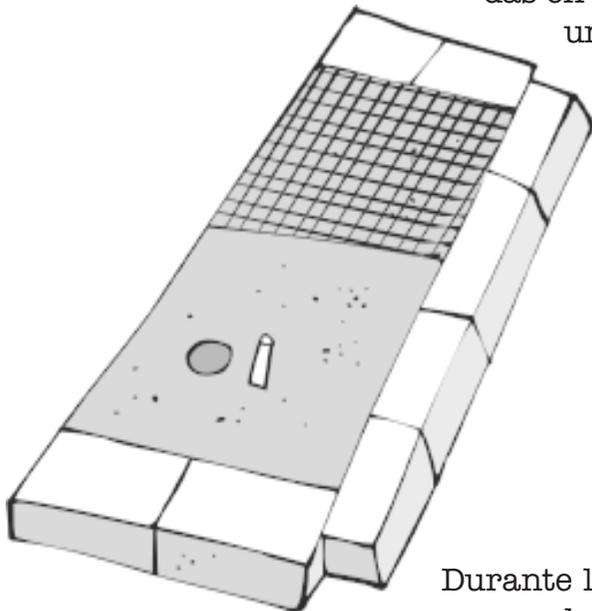
- 1 . El paso inicial es la sensibilización de los miembros de la comunidad con respecto al problema de la contaminación fecal, mediante pláticas con los futuros usuarios. Posteriormente se discute con ellos la ubicación, el financiamiento y el mantenimiento de la LASF. Finalmente se procede a la selección y acopio de los materiales de construcción y la ubicación de los instrumentos necesarios.
2. Después de haber discutido la ubicación de la LASF se prepara el terreno y la base sobre la cual va a ir la letrina. Esta base generalmente es de dos metros de largo por un metro de ancho y el material puede ser concreto.
3. Elaboración de las losas superiores. Estas losas van a ser las cubiertas de las cámaras y se elaboran utilizando concreto (Relación 1:2:3). (Ver pág. 46)



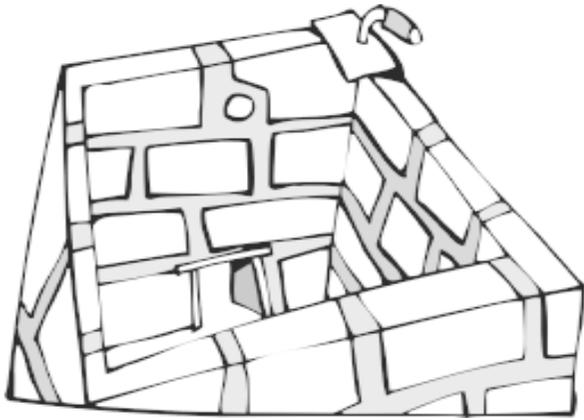


Debe dejarse un orificio de aproximadamente 25 cm de diámetro para la disposición de la materia fecal hacia el interior de las cámaras, y antes de fundir la mezcla se debe armar una cuadrícula con varilla de refuerzo e instalar una tubería de PVC de $\text{Ø } \frac{1}{2} \text{ ''}$, por donde se va a evacuar la orina.

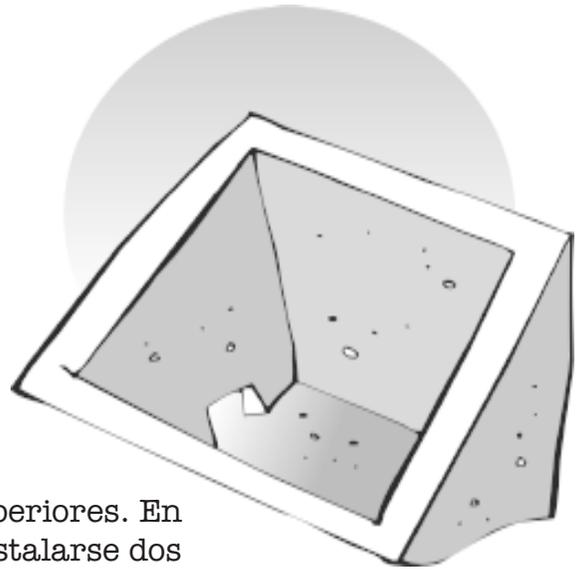
4. Cámaras. Estas pueden ser elaboradas en ladrillo, bloque o piedra, con una altura de un metro, a partir de la base o losa inferior.



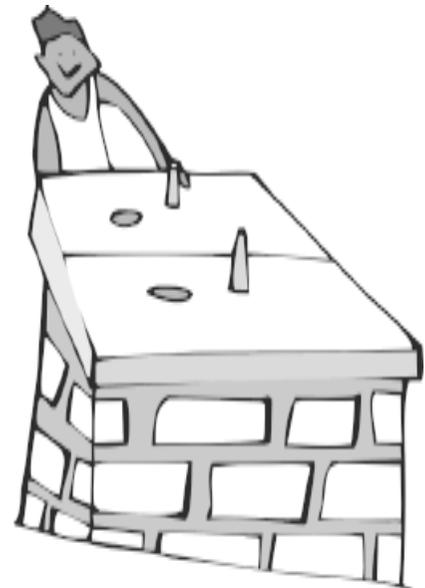
Durante la construcción de las cámaras, en la parte de atrás de cada una de ellas deben dejarse dos aberturas de 20 x 40 cm, donde posteriormente se instalarán dos compuertas que permitirán retirar el abono orgánico.

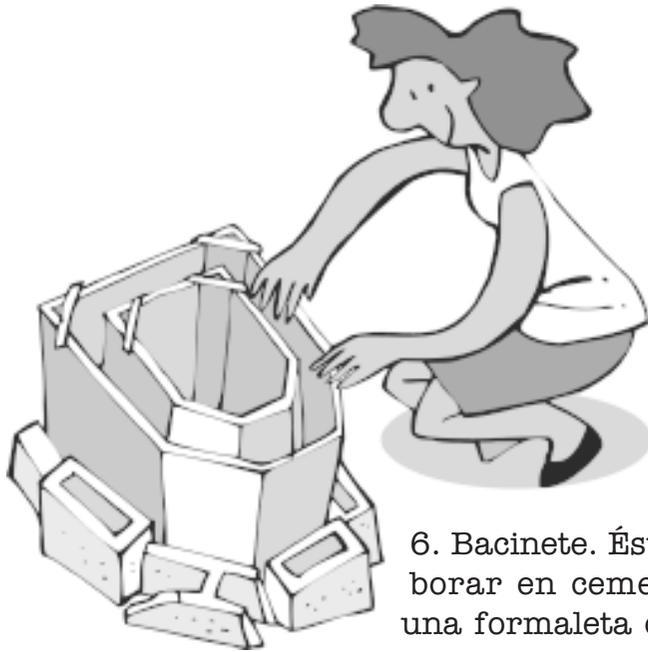


Al terminar de construir las cámaras, éstas se rellenan o pañetan en su interior con una mezcla de cemento y arena.



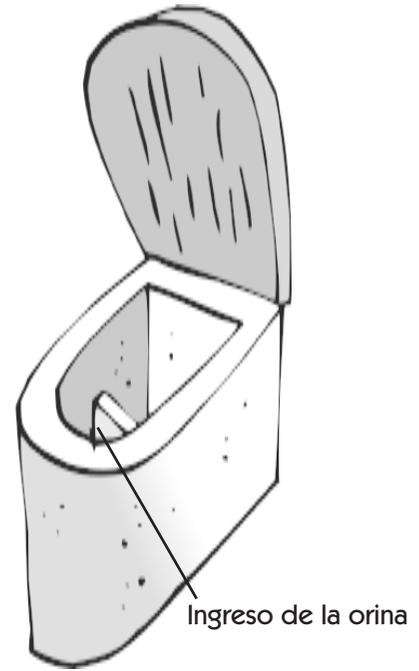
5. Colocación de las losas superiores. En la parte de atrás deben instalarse dos codos PVC de 4" que funcionarán como mecanismo de ventilación de las cámaras.





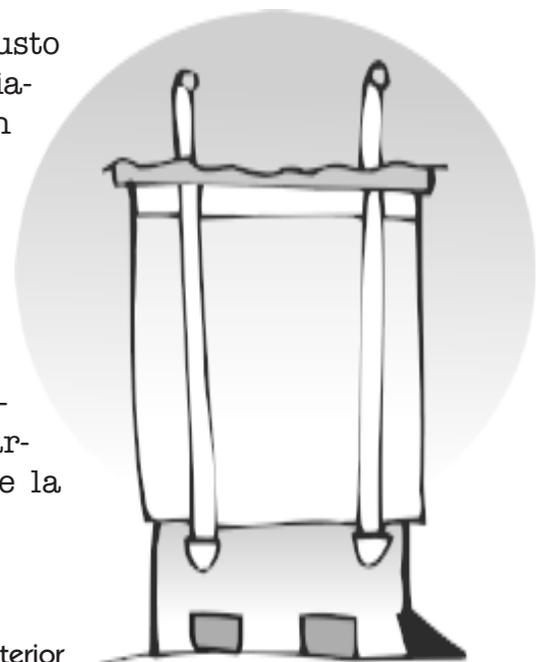
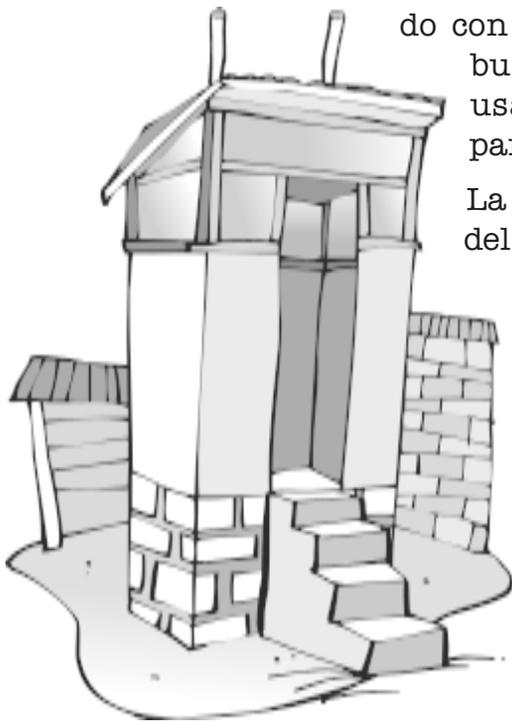
6. Bacinete. Éste se puede elaborar en cemento utilizando una formaleta de madera.

Es importante diseñar el bacinete como se muestra en la imagen, para realizar la separación de la orina y evitar que ésta ingrese a las cámaras.

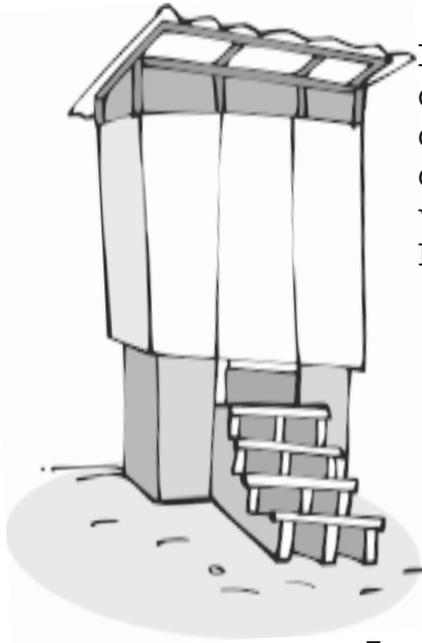


7. Construcción de las gradas y la caseta. Las gradas se construyen de acuerdo con las necesidades del usuario, buscando que la letrina pueda usarse fácilmente y sin riesgo para niños y ancianos.

La caseta se construye a gusto del usuario y con los materiales que se consigan en la localidad. Ésta deberá tener la altura necesaria para entrar y salir con facilidad. Cada usuario construirá la caseta de acuerdo con sus conceptos estéticos y la arquitectura general de la vivienda.

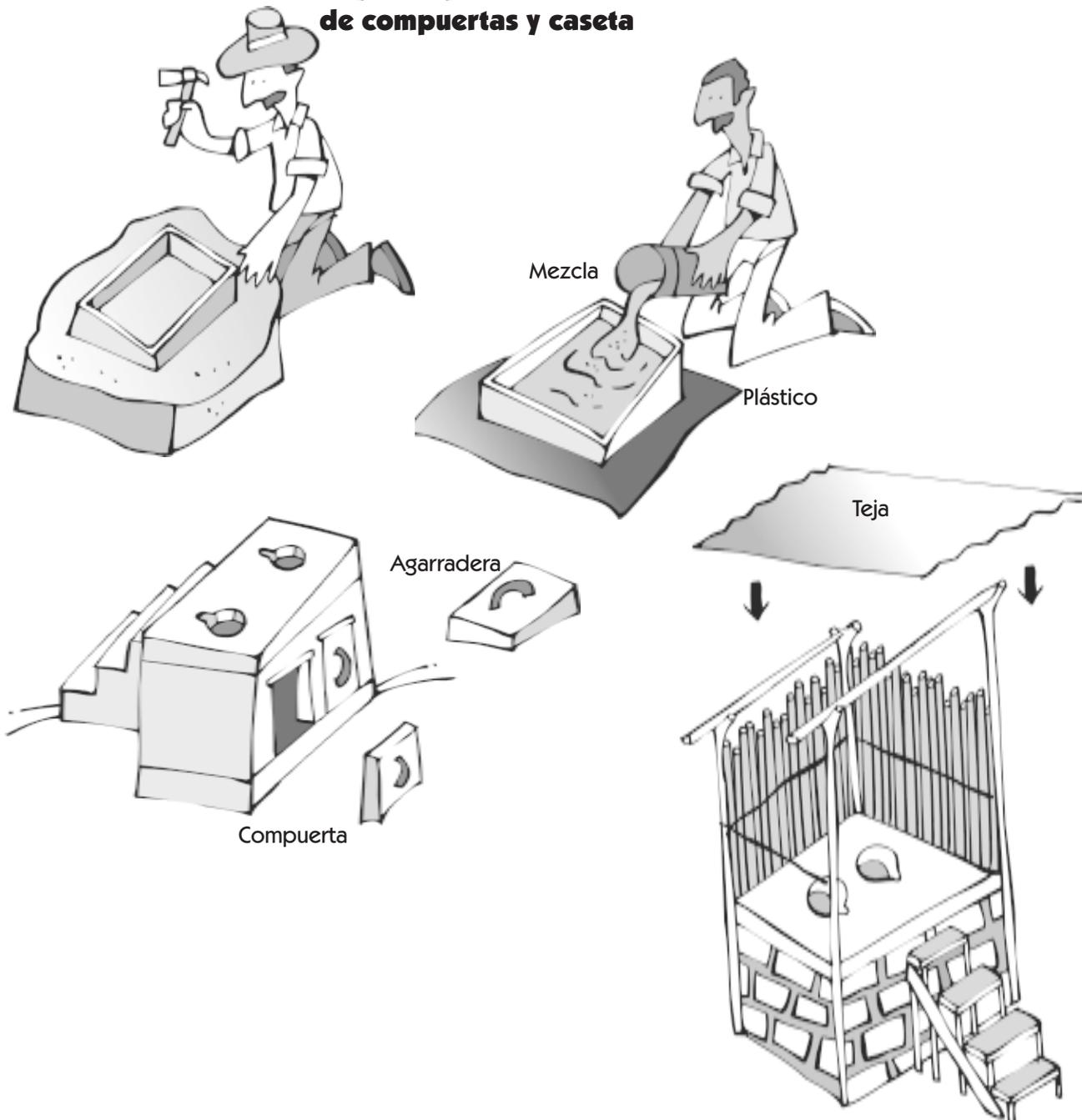


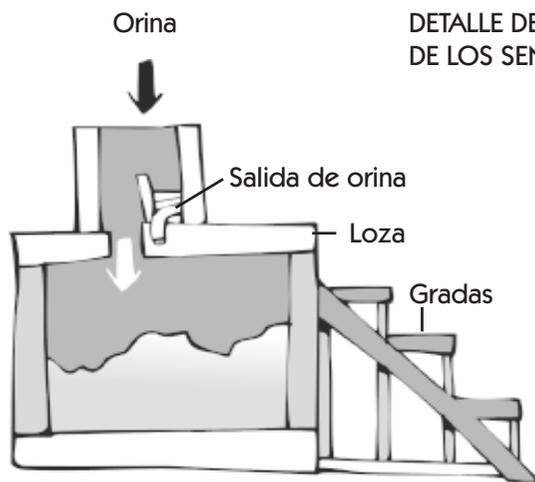
Vista posterior



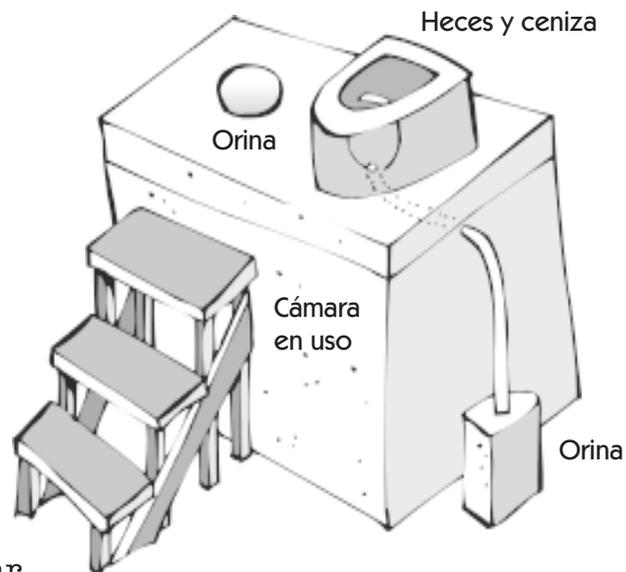
En vista de que no se producen olores desagradables y hay ausencia de moscas, en algunos casos los usuarios han construido su letrina dentro de la vivienda, ahorrándose los materiales de la caseta y facilitando su uso.

Esquema para la construcción de compuertas y caseta





DETALLE DEL DISEÑO Y COLOCACIÓN DE LOS SENTADEROS ESPECIALES



Operación y mantenimiento

En el fondo de la cámara que se empezará a usar coloque una delgada capa o cama de tierra seca o ceniza y cierre la compuerta que tapaná la puerta de descarga.

Inicie el proceso de llenado con heces fecales en forma constante, teniendo cuidado que la materia sólida y la orina se separen perfectamente.

Después de cada defecación vierta ceniza o cal de tal manera que ésta cubra totalmente las heces depositadas (aproximadamente en una relación de 1:3, es decir, una parte de ceniza o cal por tres partes de heces). Observe cuidadosamente que no se tape la salida de la orina al momento de agregar las cenizas.

Continúe de esta manera hasta su llenado, aproximadamente tres a seis meses, dependiendo del número de usuarios.

Periódicamente (cada 14-15 días) es necesario agitar el material en composición para hacer más uniforme el nivel de llenado y homogenizar la biomasa en proceso, siendo favorecido esto por la acción de la ceniza.

Cuando el nivel de llenado ha llegado aproximadamente a diez centímetros de la superficie superior de la cámara, inte-

rrumpa el proceso de llenado, iniciando el uso de la segunda cámara, la cual se preparará en forma similar a la primera.

La primera cámara se termina de llenar con tierra, removiendo y compactando hasta su nivel superior. Si tiempo después el nivel de la biomasa baja, repita la operación de llenado hasta que el abono esté listo para usar, lo que deberá coincidir con el llenado de la primera cámara.

Entonces abra la compuerta de salida de la primera cámara y extraiga el abono. Si el aspecto del abono es seco, éste podrá usarse en los campos, pero si es pastoso, deberá dejarse un tiempo más (uno o dos meses) hasta que su aspecto sea adecuado.

Cuando el abono orgánico esté completamente seco y su aspecto indique que ya finalizó el proceso, proceda a sacarlo, limpiando las cámaras completamente. Este abono se puede usar según las necesidades y costumbres agrícolas de cada región, aproximadamente en una relación 1:5 hasta 1:10 partes de abono-tierra.

Nunca deje que el material de la letrina adquiera consistencia líquida o de lodo.

La letrina debe mantenerse limpia, por lo que hay que revisar constantemente que los papeles se descarten en un recipiente tapado para quemarlos semanalmente. Si es necesario limpie el piso y los sentaderos con creolina u otro desinfectante o aromatizante.

La orina acumulada en el recipiente específico se usará como abono líquido cada tres a cinco días, aplicando en forma foliar, en una dilución entre el 10 y el 20%.

Mantenga tapado el agujero de entrada de las heces.

La descarga del material compostado se hará solamente cuando se haya verificado que el proceso fue seguido adecuadamente.

**Instalación de taza
sanitaria
con descarga
manual reducida**



El sistema de taza sanitaria con descarga manual reducida es apropiado para la disposición de las excretas en aquellos sectores donde no existe sistema de alcantarillado convencional.

Este sistema consta de una taza sanitaria que conduce las excretas y la orina que se depositan en ella a un foso negro o sumidero, en donde el agua de enjuague y la parte líquida de las excretas se filtran en el suelo y los sólidos se descomponen biológicamente.

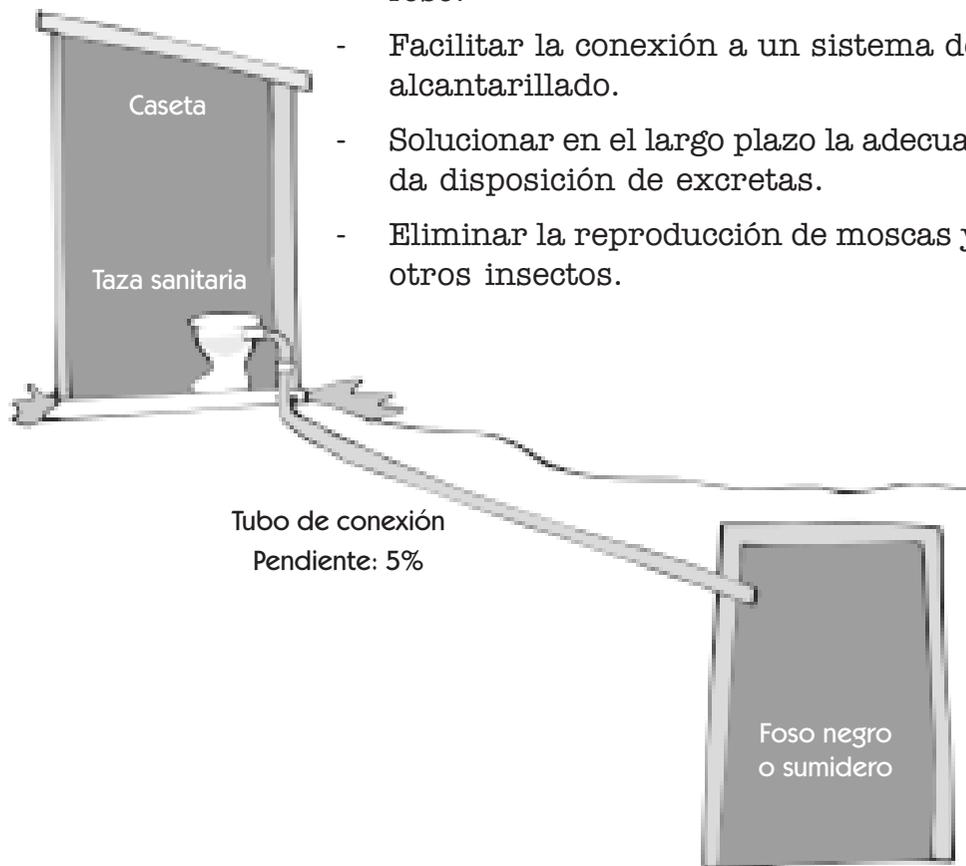
Debido a que la taza permite mantener el sifón lleno de agua, este inodoro es tan higiénico como el convencional y se puede instalar dentro de la vivienda.

FOSO NEGRO O SUMIDERO

Fosa subterránea, cilíndrica o rectangular, donde se filtran las aguas residuales.

Objetivos

- Disminuir la cantidad de agua que se requiere para su lavado cada vez que se utilice.
- Evitar que salgan malos olores del foso.
- Facilitar la conexión a un sistema de alcantarillado.
- Solucionar en el largo plazo la adecuada disposición de excretas.
- Eliminar la reproducción de moscas y otros insectos.



- Los sólidos se digieren biológicamente, reduciendo el volumen de sólidos acumulados en el foso negro.
- Evitar la contaminación de aguas superficiales o subterráneas y del suelo.

Lista de materiales necesarios para construir un inodoro de sello hidráulico con descarga manual reducida

Materiales	Un.	Cant.
Bloque de arena de río	un	260
Cemento gris	bulto	7
Arena de río fina	m ³	1
Arena de río gruesa	m ³	1.5
Gravilla	m ³	0.5
Varilla 3/8" l = 6 m.	Un	6
Tubo sanitario Ø 3" PVC	m	3
Codo sanitario Ø 3" PVC	un	2
Unión sanitaria Ø 3" PVC	un	2
Taza sanitaria campesina	un	1
Teja Eternit N° 5	un	3
Listón de madera 4x4 cm	un	31 = 6m
Puntillas 3"	lb	0.5
Alambre negro	Kg	0.2

Diseño y construcción



Procedimiento

1. Localización

El inodoro de sello hidráulico se puede instalar en la vivienda, teniendo en cuenta que el pozo negro o sumidero debe localizarse por fuera y a una distancia mínima de dos metros de cualquier cimentación o bases de la vivienda.

2. Foso negro o sumidero

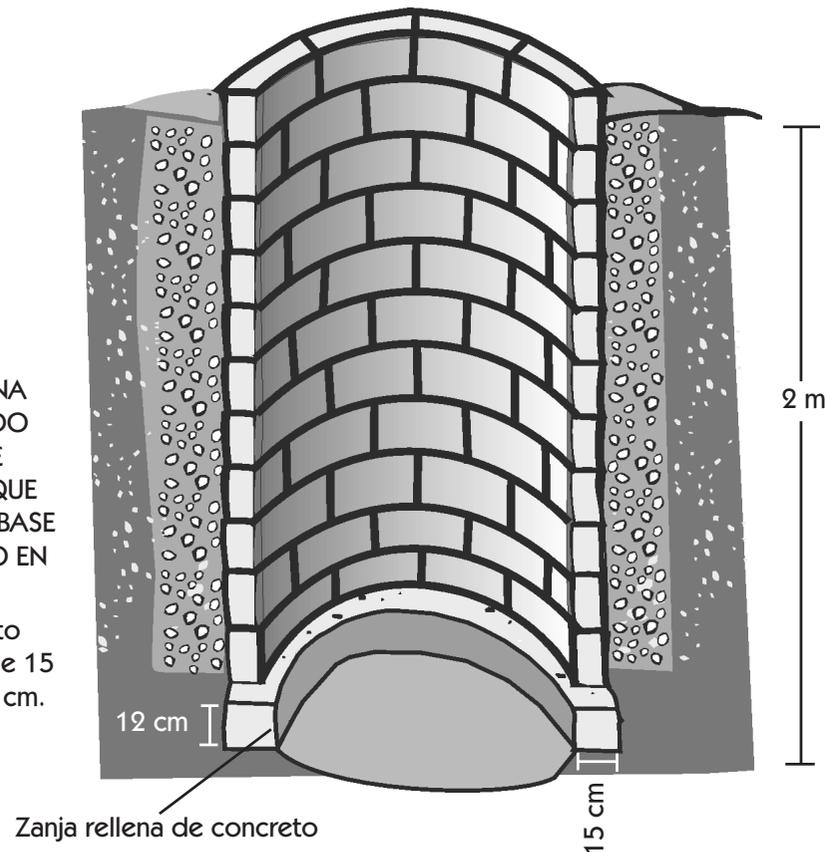
Se siguen las mismas indicaciones dadas en la elaboración del pozo para la letrina mejorada de pozo ventilado.

3. Cubierta del foso negro o sumidero

Tiene por objeto impedir la entrada o salida de vectores, evita el ingreso de aguas superficiales y sirve como medio de inspección y mantenimiento del sumidero.

FOSO NEGRO O SUMIDERO CON UNA ZANJA EN EL FONDO PARA LLENARLA DE CONCRETO PARA QUE FUNCIONE COMO BASE DEL REVESTIMIENTO EN BLOQUE.

El anillo en concreto tiene un espesor de 15 cm y una altura 12 cm.



4. Instalación de la taza sanitaria

Se ubica en la vivienda, si el baño se va a instalar allí, o en la caseta si ésta va a estar localizada fuera de la vivienda.

INSTALACIÓN TAZA SANITARIA



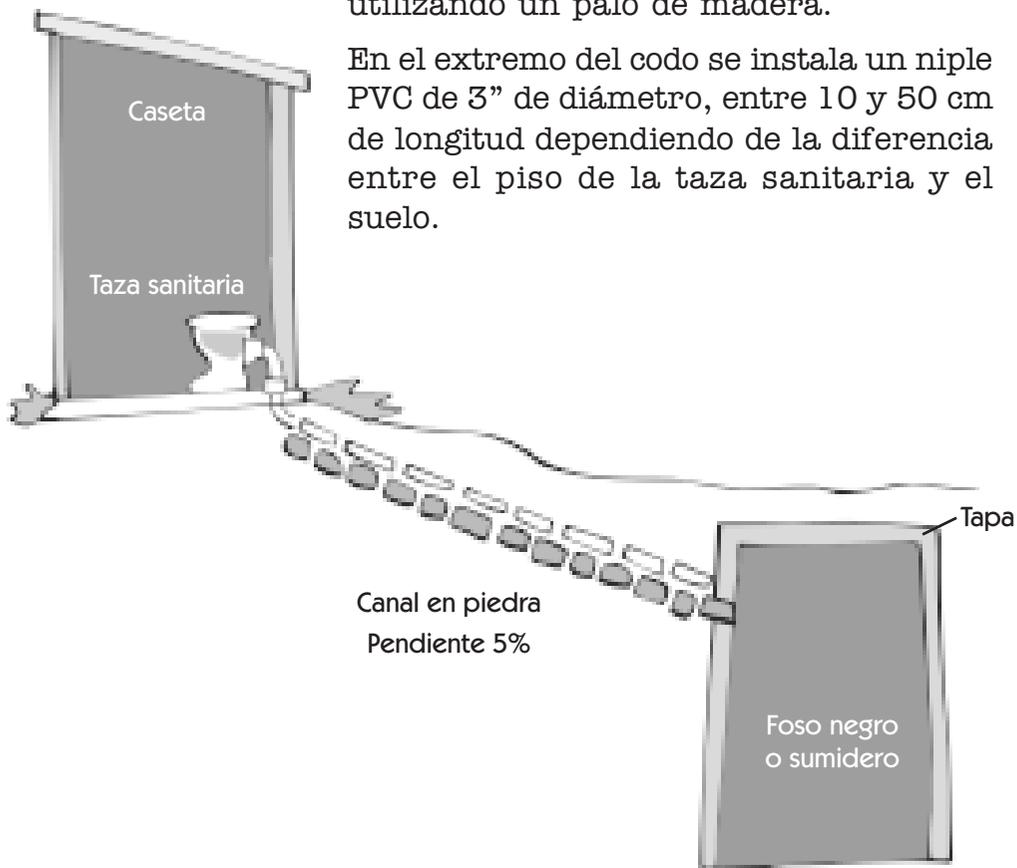
La taza se instala horizontalmente sobre dos bloques para lograr una altura adecuada en el momento de usarla.

Va pegada al piso con cemento gris.

En el extremo de la taza sanitaria se instala un codo PVC sanitario recto de 3" de diámetro. Para lograr un perfecto acople es necesario calentar el accesorio y abrirle un poco la boca antes de conectarlo, utilizando un palo de madera.

En el extremo del codo se instala un niple PVC de 3" de diámetro, entre 10 y 50 cm de longitud dependiendo de la diferencia entre el piso de la taza sanitaria y el suelo.

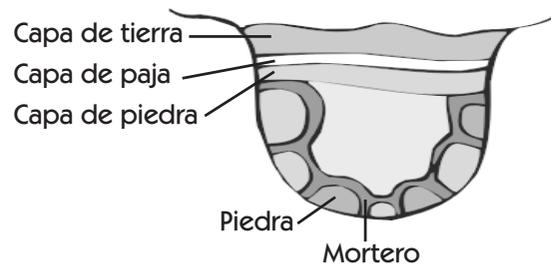
INODORO DE SELLO
HIDRÁULICO CON
DESCARGA MANUAL
REDUCIDA



Posteriormente se instala otro codo recto PVC de 3" de diámetro con dirección al sumidero. En el extremo libre del codo se instala la tubería de PVC de 3" de diámetro hasta el sumidero, donde debe penetrar 15 cm.

Los accesorios y la tubería en PVC se pegan con soldadura PVC.

Cuando no se cuenta con tubería para conectar la taza sanitaria al sumidero, se puede construir un canal en piedra, bloque o ladrillo, revestido con mortero y su correspondiente tapa.



DETALLE CANAL DE PIEDRA

5. Caseta

Utilizada para darle privacidad al usuario.

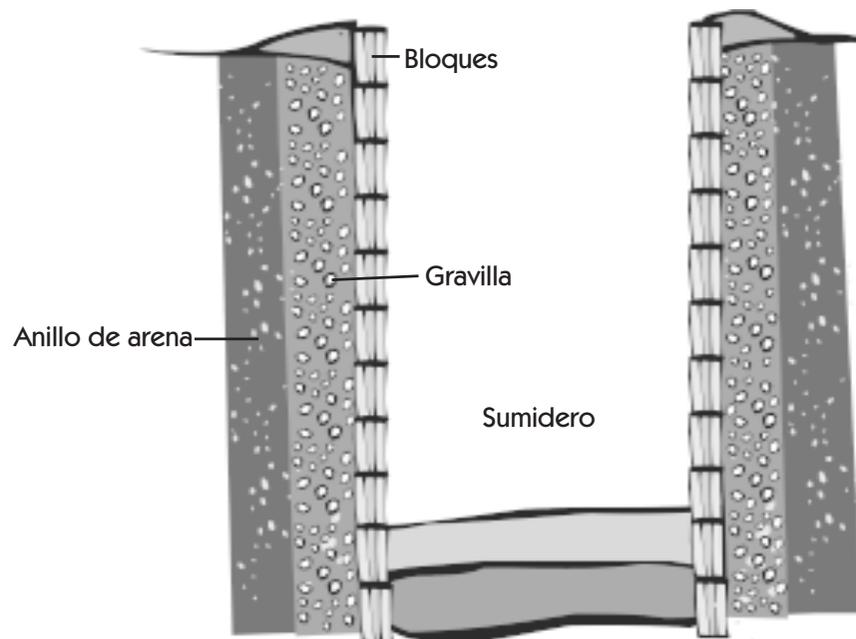
INSTALACIÓN DE LA TAZA SANITARIA CON SUMIDERO Y LA CASETA.



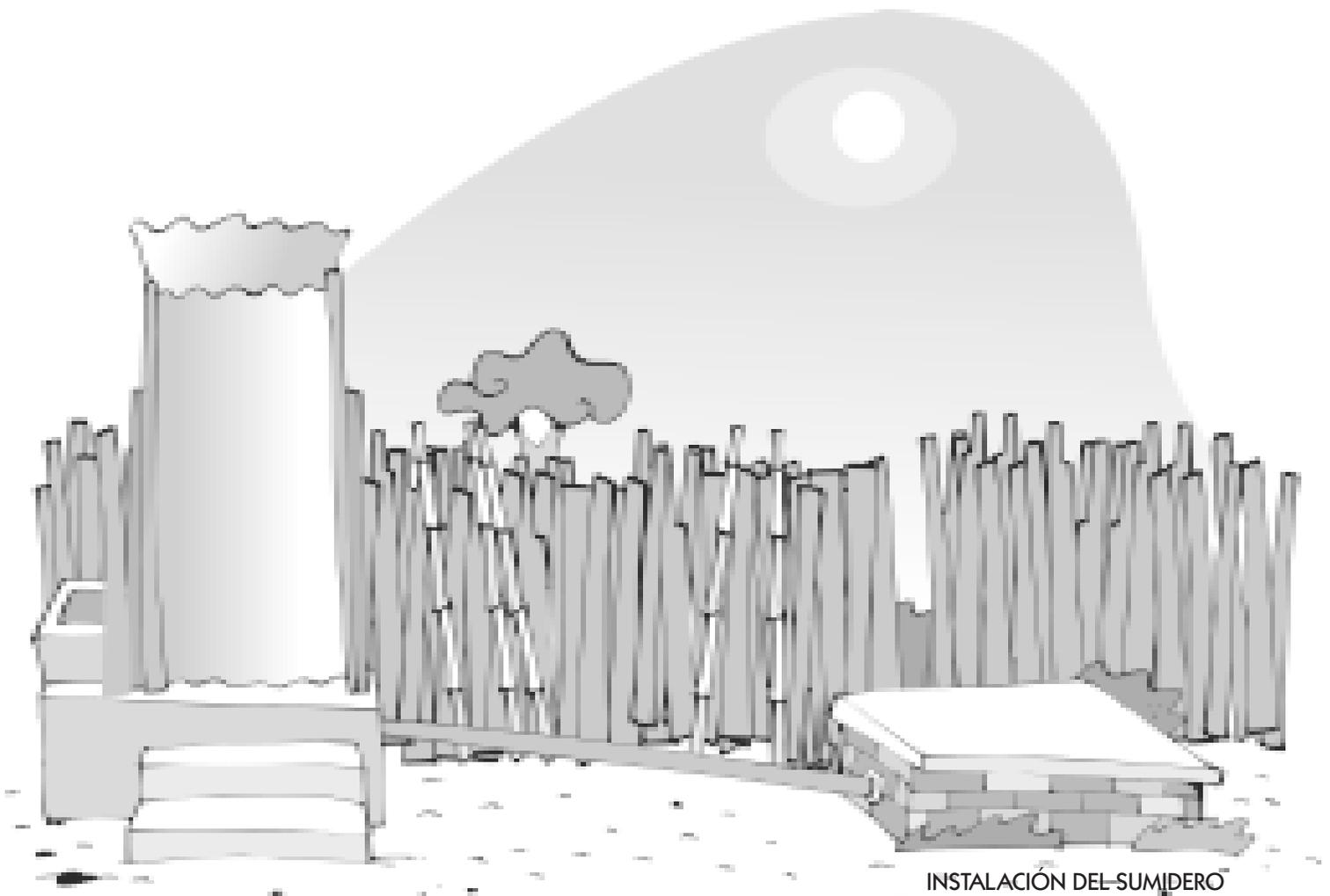
Operación y mantenimiento

Para realizar la adecuada operación y el mantenimiento del inodoro se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. No arroje el papel higiénico a la taza sanitaria.
2. Utilice como máximo cuatro litros de agua para el lavado de la taza cada vez que se utilice.
3. Localice el foso negro o sumidero en una parte más baja con respecto a una fuente de abastecimiento.
4. Si el nivel de aguas subterráneas es alto, construir el foso elevado al igual que la base de la caseta.
5. El riesgo de contaminación de aguas subterráneas se disminuye colocando una capa de gravilla de diez centímetros de espesor y una de arena de 40 centímetros de espesor alrededor de las paredes e impermeabilizando con arcilla el fondo del sumidero.



6. No arroje dentro del inodoro trapos, piedras, papeles, desperdicios, etc.
7. Mantenga limpio el piso, las paredes y los alrededores de la caseta.
8. Las aguas provenientes de la cocina, el lavadero, el lavamanos y la ducha no deben ingresar al sumidero.



INSTALACIÓN DEL-SUMIDERO
ELEVADO CUANDO EL NIVEL
DE AGUA SUBTERRÁNEA ES ALTO

Unidad sanitaria



Componentes

- Caseta prefabricada
- Taza sanitaria campesina.
- Instalación de la ducha con desagüe independiente.
- Pozo negro o sumidero.

La caseta prefabricada se elabora con plaquetas de cemento y arena con una malla de refuerzo.

Esta caseta también se puede elaborar con bloque o ladrillo.

Lista de materiales necesarios para la elaboración de la caseta prefabricada

Materiales	Un.	Cant.
Formaleta de madera de 70 x 45 cm	1	1
Formaleta de 1 m x 45 cm	1	1
Malla de pollos h= 1.20	m	7
Arena lavada de río	m ³	0.5
Cemento gris	bulto	3
Listón madera 4x4 cm x 2 m	un	3
Listón madera 4x4 cm x 1.90	un	2
Listón madera 4x4 cm x 1.60	un	2
Listón madera 4x8 cm x 1.90 un	1	
Tornillos golosos Ø ½"	un	80
Teja zinc L = 3 m	un	1

Nota: Los materiales son referenciales.

Lista de materiales necesarios para la instalación de la ducha

Materiales	Un.	Cant.
Tubo PVC Ø ½"	m	3
Tee PVC Ø ½"	un	1
Adaptador macho Ø ½"	un	2
Adaptador hembra Ø ½"	un	1
Llave medio paso ½"	un	1
Codo PVC Ø ½"	un	4
Llave o grifo ½"	un	1



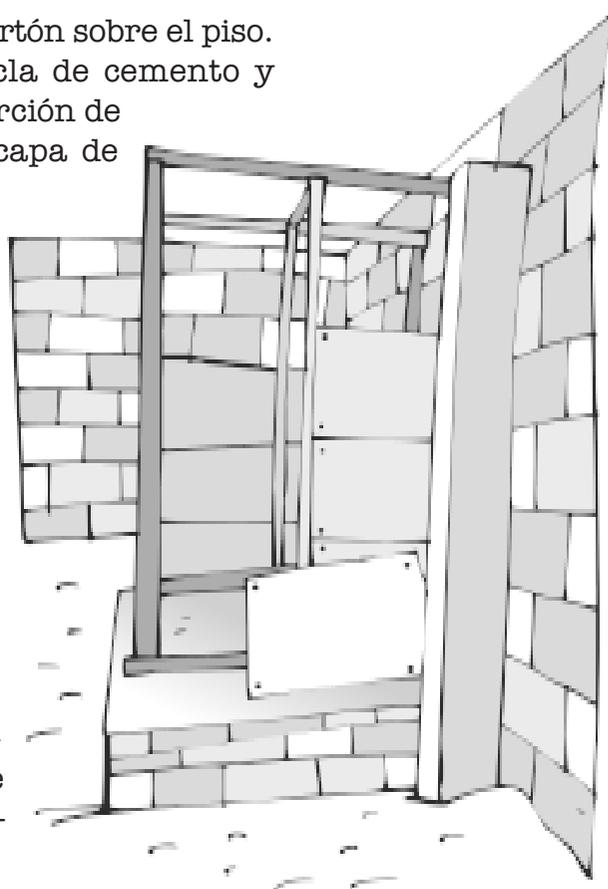
Construcción de la caseta

Procedimiento

Elaboración de plaquetas prefabricadas:

Formaleta en madera - Alto = 2 cms. Largo: entre 70 y 100 cms. Ancho: 45 cms.

1. Engrase el interior de la formaleta con aceite quemado o kerosene para evitar que la mezcla quede pegada al marco cuando ésta se seque.
2. Coloque plástico o cartón sobre el piso. Preparar una mezcla de cemento y arena en una proporción de 1:3 y coloque una capa de un centímetro en el interior de la formaleta. Luego coloque la malla cortada a la medida de la formaleta.
3. Coloque otro poco de mezcla sobre la malla y distribuya uniformemente con un palustre logrando un espesor total de dos centímetros.
4. Empareje la superficie con un pedazo de madera plana y colo-



que cuatro palitos en los extremos para que queden los huecos que van a permitir sujetar las plaquetas al marco de madera.

Estas plaquetas deben someterse a un proceso de curado para luego, colocarlas en el marco de madera.

De las plaquetas de 70 x 45 centímetros, cuatro se colocan en la parte delantera y ocho en la parte trasera.

De las plaquetas de 100 x 45 centímetros, ubicar cuatro en cada costado.

Cada plaqueta se fija en los listones con cuatro tornillos golosos de 1½". También se puede utilizar alambre negro.

Para la instalación de la taza sanitaria y el pozo negro o sumidero se siguen las indicaciones dadas en la construcción de la taza sanitaria con descarga manual reducida (pág. 108).

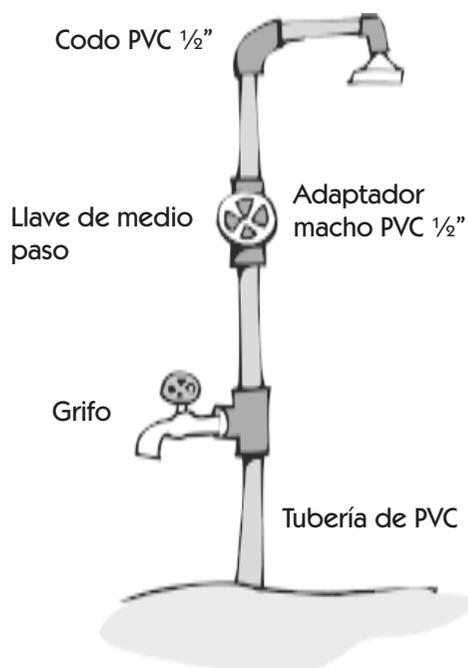


Las aguas provenientes del aseo personal no deben ingresar al foso negro o sumidero, porque contienen jabones disueltos que al ingresar al foso dañan el proceso biológico y natural que ocurre en el interior evitando la degradación de la materia fecal. Por tal razón, estas aguas deben ser drenadas por otro camino por medio de canales o zanjas.

Instalación de la ducha con desagüe independiente

ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LA DUCHA

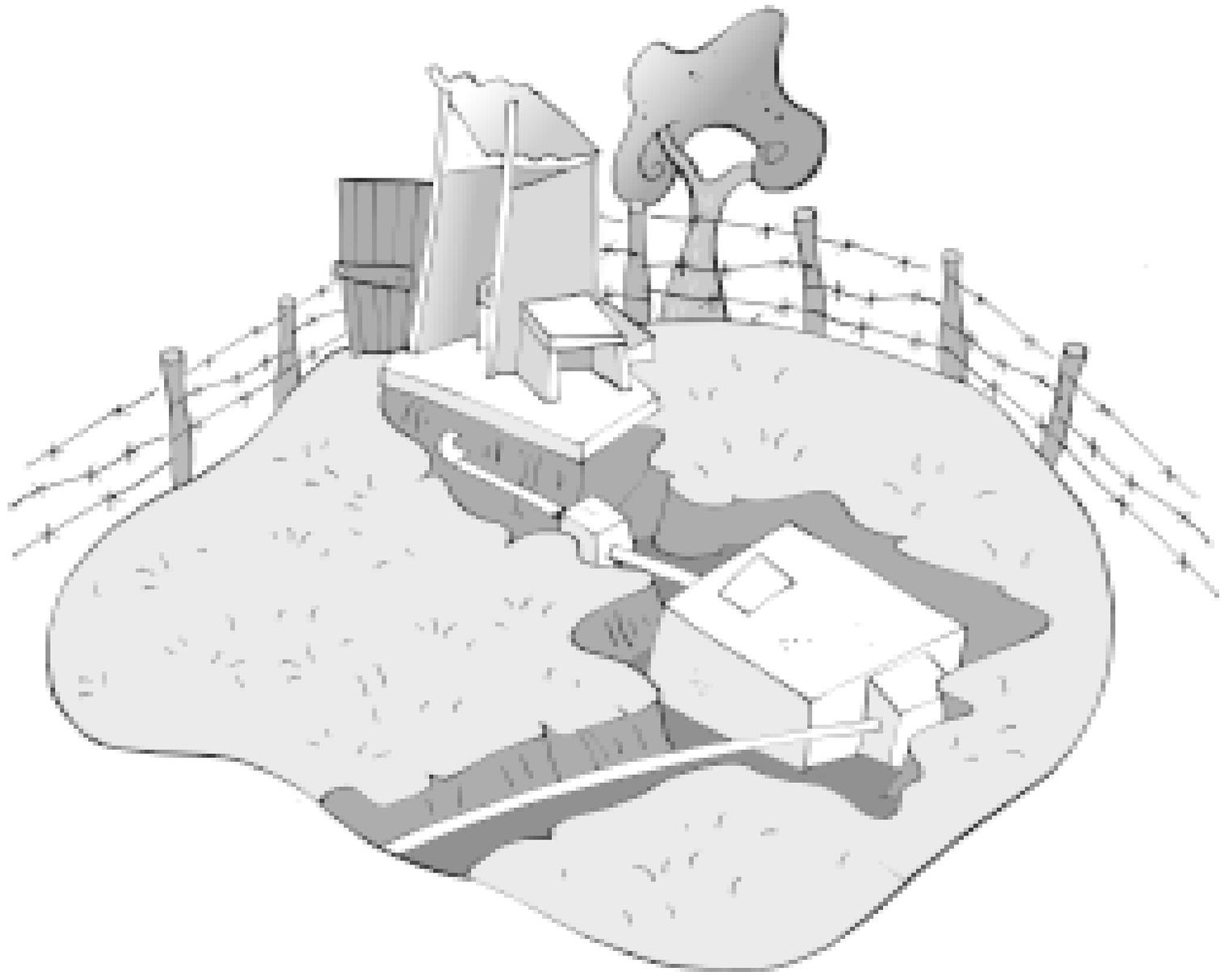
La caseta prefabricada permite la instalación de una ducha y un área adecuada para el aseo personal.



Si no es posible disponer de una letrina en la vivienda y la práctica de disposición de excretas se realiza a campo abierto, es recomendable que siempre cubra la materia fecal con tierra.



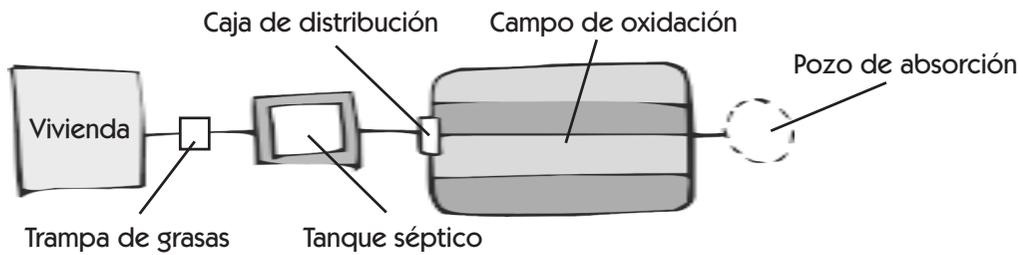
Sistemas sépticos



Los sistemas sépticos están conformados por varias estructuras que tienen como función recibir las aguas provenientes de las cocinas, el baño, los lavaderos, etc., y tratarlas.

Estos sistemas están compuestos por:

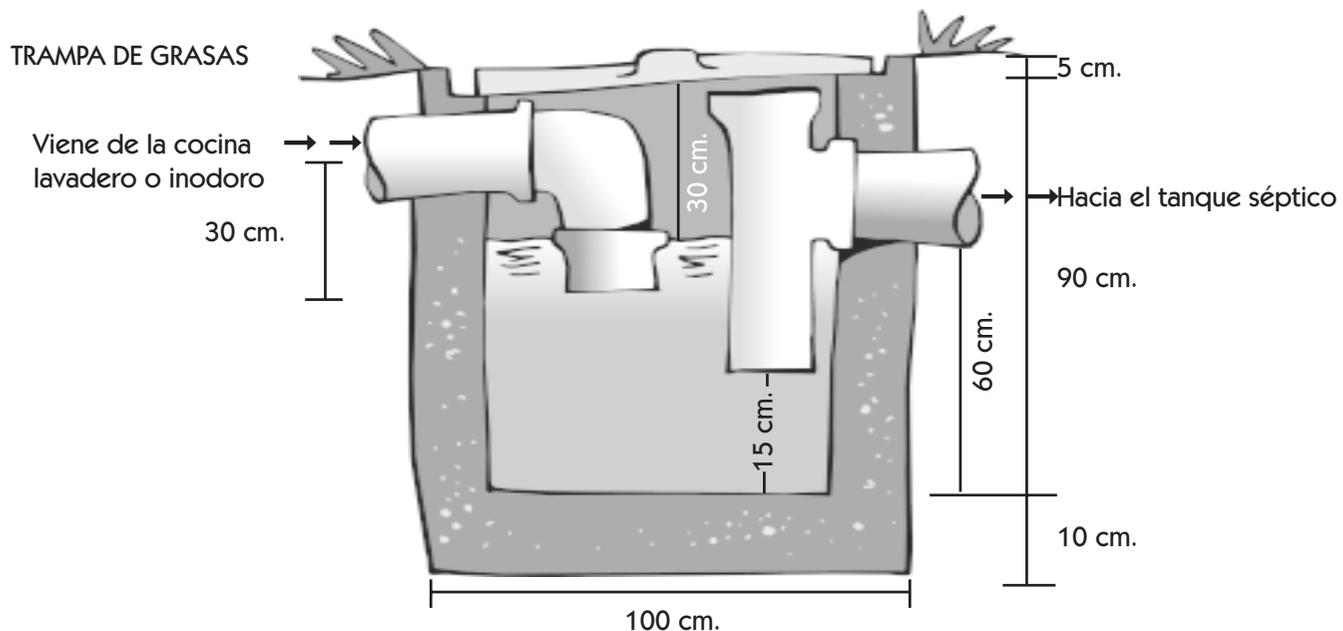
- Trampas de grasas
- Tanque séptico
- Cajas distribuidoras
- Campos de oxidación
- Pozos de absorción



Trampa de grasas

Está diseñada para recibir aguas de cocinas y lavaderos o de aguas con formación de residuos grasos y jabones.

La trampa de grasas es un pequeño tanque construido en bloque, ladrillo o concreto. Se usa para evitar que las aguas lleguen al campo de oxidación o pozo de absorción y dañen la capacidad de infiltración del suelo.



Materiales necesarios para la construcción de una trampa de grasas para una familia de seis personas

Materiales	Un.	Cant.
Cemento	bulto	2
Arena	m	0.2
Gravilla	m ³	0.2
Codo PVC Ø 4"	un	1
Tee PVC Ø 4"	un	1

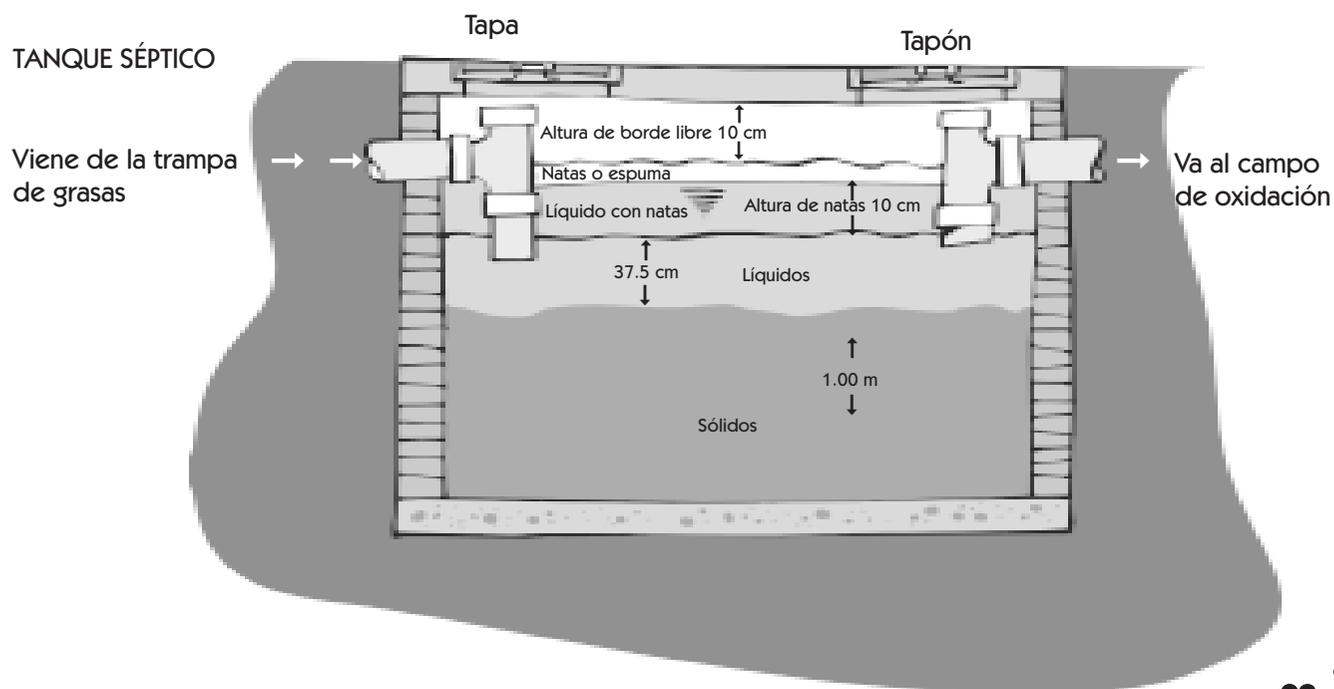
La trampa de grasas se ubica en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior.

Tanque séptico

Es una caja rectangular de uno o varios compartimientos que reciben las excretas y las aguas grises.

Se construyen generalmente enterrados, utilizando el bloque revestido con mortero o en concreto.

El tanque séptico tiene como objetivo reciclar las aguas grises y las excretas para eliminar de ellas los sólidos sedimentales en uno a tres días.



El líquido que sale del tanque séptico tiene altas concentraciones de materia orgánica y organismos patógenos por lo que se recomienda no descargar dicho líquido directamente a drenajes superficiales sino conducirlo al campo de oxidación para tratamiento.

Los tanques sépticos deben ser herméticos al agua, durables y estructuralmente estables.

El concreto reforzado y el ferrocemento son los materiales más adecuados para su construcción.

Al tanque séptico se le deben colocar tapas para la inspección y el vaciado.

Se deben tomar precauciones para que salgan los gases que se producen dentro del tanque.

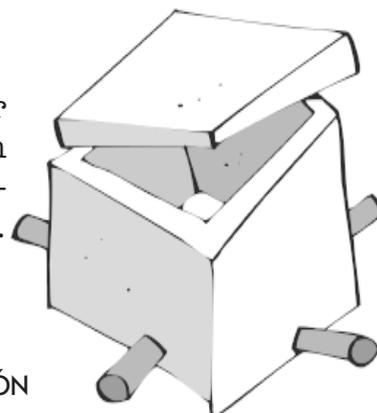
Para esto se puede colocar un tubo de ventilación.

Materiales necesarios para construir un tanque séptico para una familia de seis personas

Materiales	Un.	Cant.
Cemento	bulto	7
Arena	m ³	1
Gravilla	m ³	1.5
Ladrillo (6x10x24)	un	880
Varilla 3/8" L = 6m	un	6
Tee PVC 4"	un	1
Codo PVC Ø4"	un	1.5
Tee PVC 90x6"	un	1

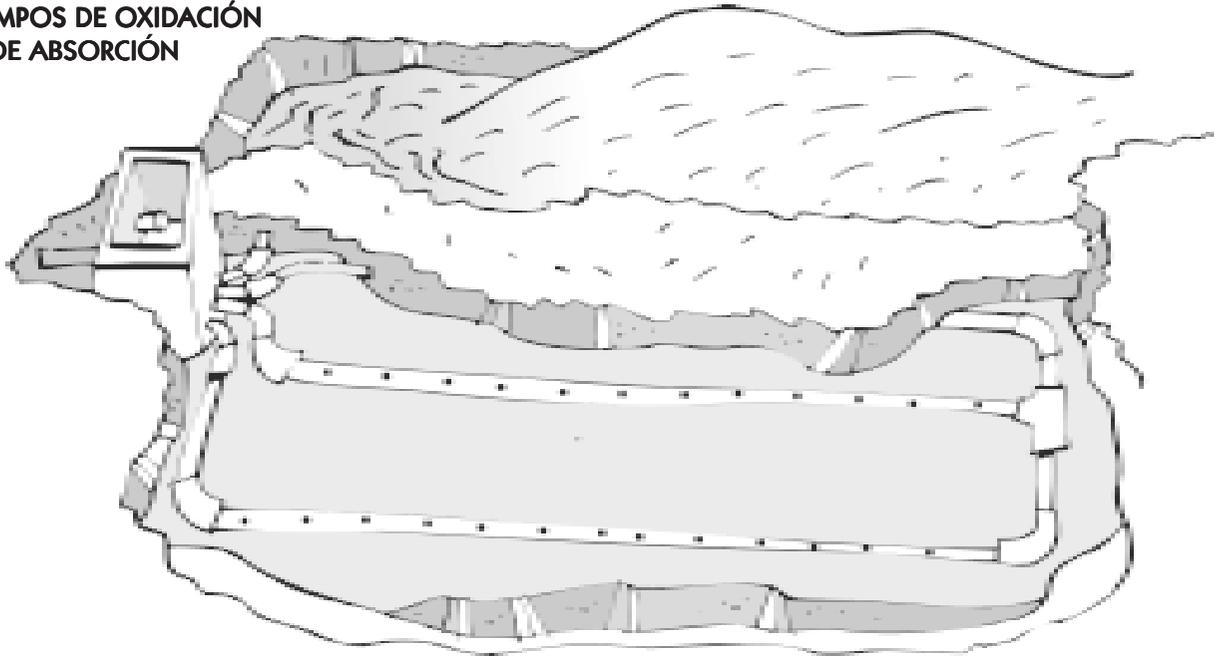
Cajas de distribución

Se diseñan y construyen para distribuir el líquido que sale del tanque séptico, en partes proporcionales al número de salidas previstas para el campo de oxidación.



CAJA DE DISTRIBUCIÓN

CAMPOS DE OXIDACIÓN O DE ABSORCIÓN



Campos de oxidación

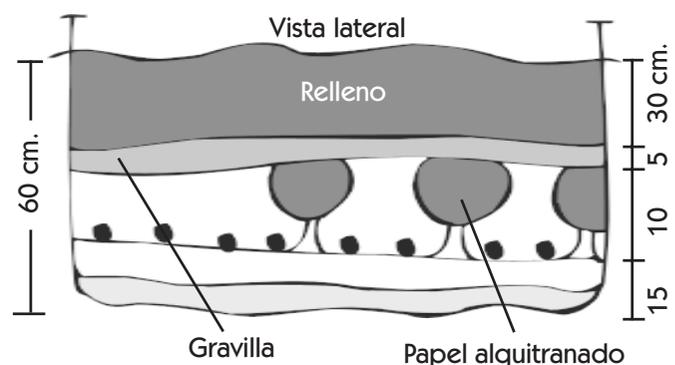
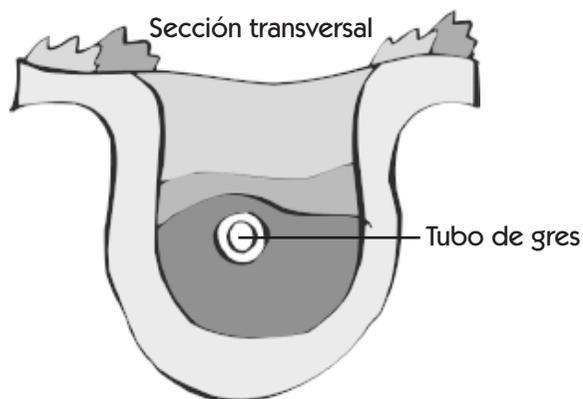
Cuando las condiciones del lugar son óptimas y no hay amenaza para la calidad de las aguas subterráneas, usualmente la infiltración en el suelo es el mejor método para que el líquido que proviene de la caja de distribución.

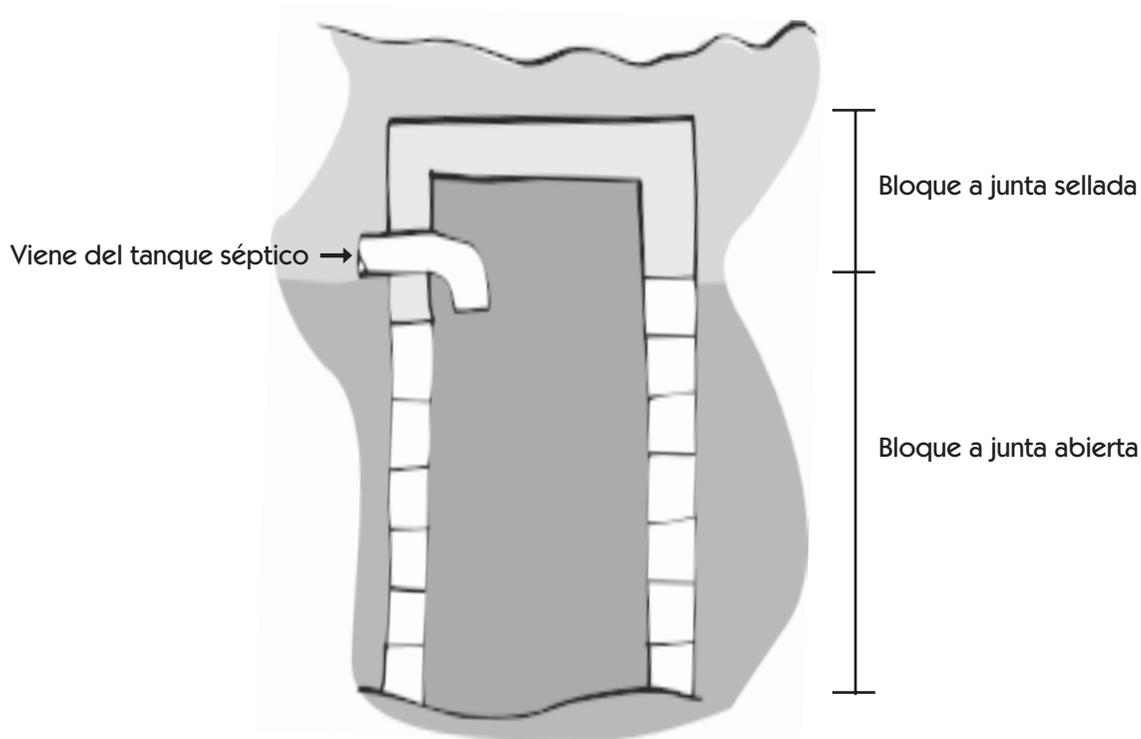
El líquido pasa a través de una tubería perforada, generalmente de gres, con 4" de diámetro.

La tubería debe tener una pendiente promedio de 4% para permitir el desplazamiento del líquido.

Si existen aguas subterráneas en la zona del campo de oxidación o infiltración, el nivel debe quedar por lo menos a un me-

DETALLE ZANJA





tro de profundidad del fondo de la zanja de infiltración.

El espaciamiento entre las zanjas es como mínimo de 1.50 m.

Los campos de oxidación deben ubicarse lejos de pozos, arroyos, quebradas, etc.

El nivel de aguas subterráneas debe quedar por lo menos a un metro de profundidad del fondo de la zanja de infiltración.

Pozo de absorción

El pozo de absorción se recomienda como alternativa cuando no se pueden usar los campos de oxidación, o donde el suelo permeable es muy profundo.

El líquido proveniente del tanque séptico pasa a través del pozo hecho con ladrillos o rocas con juntas abiertas (sin mortero) y llega al suelo circundante. Luego es tratado por las bacterias presentes en el suelo.

Las dimensiones y el número de pozos dependerá de la permeabilidad del terreno y del nivel freático (agua subterránea).

La distancia entre dos pozos debe ser de por lo menos tres veces el diámetro interno del mayor de ellos.

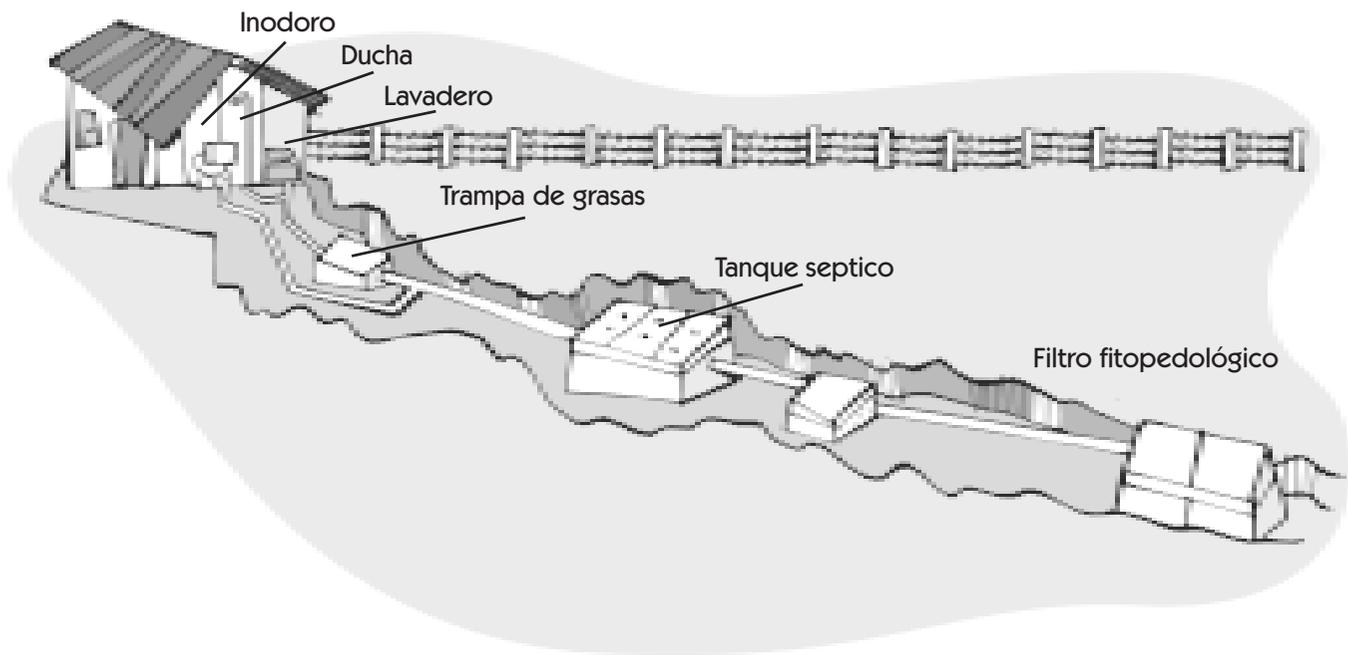
Cada pozo debe tener tapa de inspección.

Recomendaciones

- Utilice agua de una manera conservadora para no saturar el sistema séptico.
- Evite verter compuestos como acetona, aceites, alcohol o líquidos para lavado en seco del tanque séptico, pues no se descomponen fácilmente.
- El tanque séptico se debe inspeccionar por lo menos una vez al año.
- Cuando se abra la tapa de cualquier parte del sistema para inspección o limpieza se debe dejar pasar un tiempo que garantice una adecuada ventilación, porque los gases acumulados pueden causar explosiones o asfixia.
- Nunca utilice cerillas o antorchas para inspeccionar un tanque séptico.
- No arroje tapas ni basuras que puedan obstruir el sistema.
- Cuando haga la limpieza no debe extraer la totalidad de los lodos. Deje un volumen que sirva de semilla.
- No debe lavar ni desinfectar el tanque séptico después de la extracción de lodos.
- Los campos de oxidación y los pozos de absorción se deben inspeccionar periódicamente para observar su funcionamiento.

Filtro fitopedológico

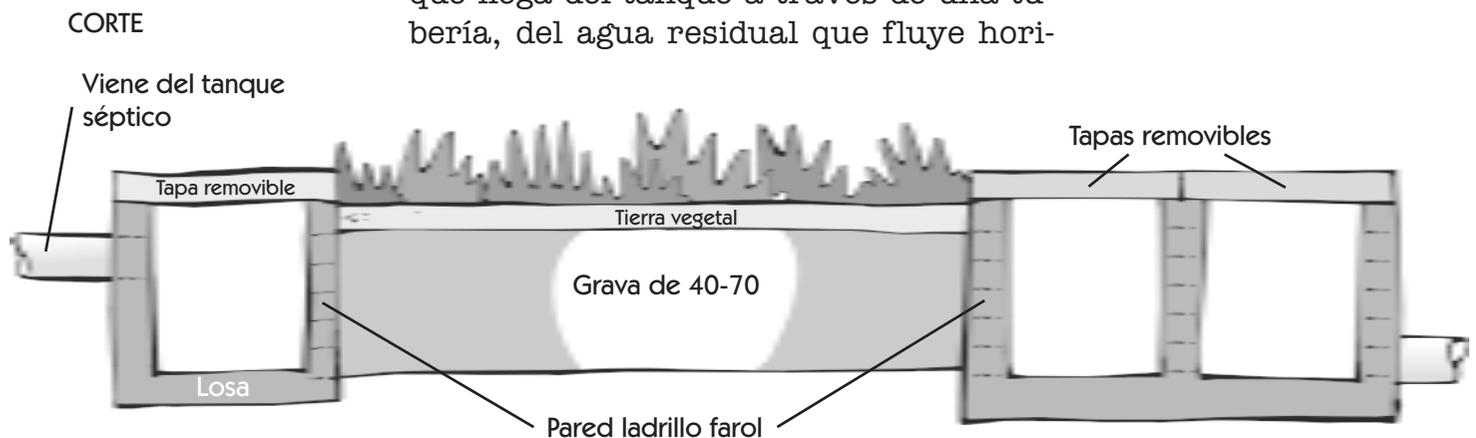


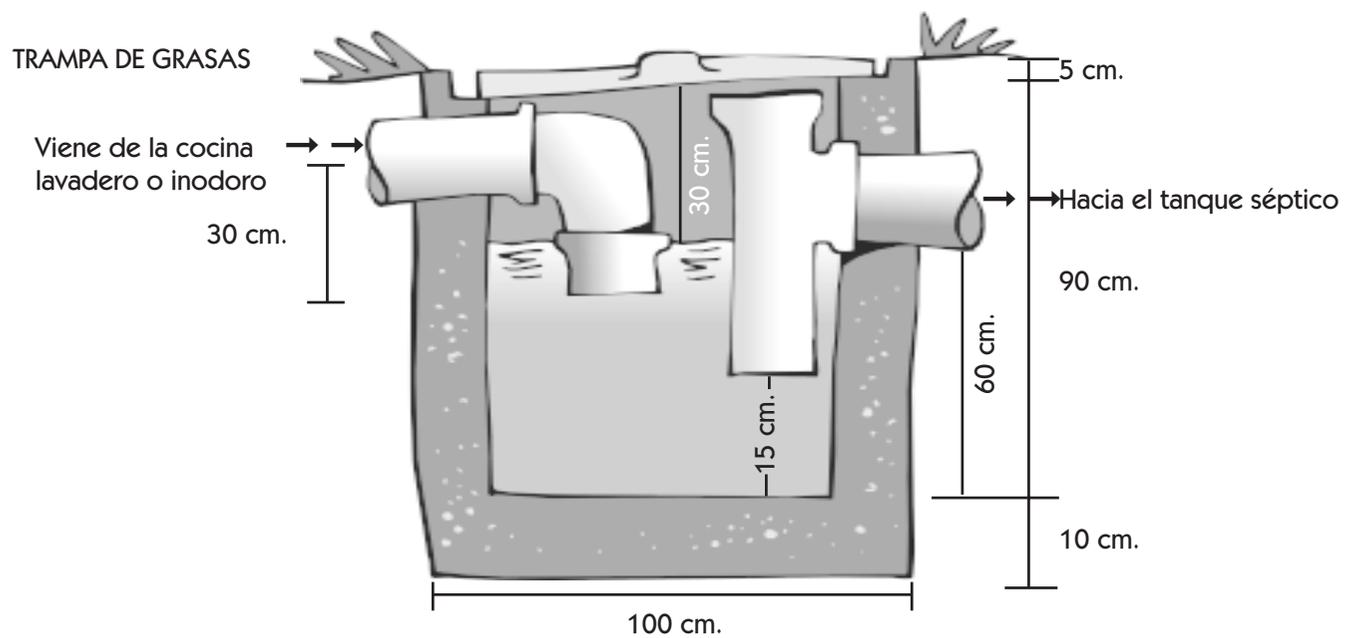


El filtro fitopedológico, también llamado lecho hidropónico de grava, se construye haciendo un lecho filtrante en una zanja excavada en el suelo, recubierta con polietileno grueso o geomembrana en el fondo, la tapa y las paredes, con el fin de evitar infiltraciones hacia el terreno o del terreno hacia el filtro.

El material que cubre el lecho filtrante debe ser rasgado o perforado para permitir la entrada de las raíces de las plantas que serán sembradas sobre el lecho en una capa de tierra vegetal o humus que no sobrepase 10 ó 15 cm de espesor.

La entrada del agua al filtro se hace a través de una caja de repartición que consiste en una estructura dividida por un tabique o cortina que separa el agua que llega del tanque a través de una tubería, del agua residual que fluye hori-





zontalmente hacia el lecho a través de una pared construida en ladrillo farol.

El dispositivo de salida es una caja colectora cuya pared próxima al lecho de grava, construida en ladrillo farol o rejilla, permite el libre paso del agua y la contención del material triturado de anclaje. Esta caja está dividida por una cortina de mampostería que obliga al agua a ganar nivel creándose una cámara de entrada o de rejilla y una de salida hacia el campo de infiltración.

Operación y mantenimiento

Una buena operación resulta en una mayor eficiencia del sistema y una mayor vida útil de la unidad. Las actividades típicas de operación y mantenimiento son:

Se debe cuidar que al colocar la grava o medio soporte, ésta no sea compactada durante la construcción del filtro.

Si se utiliza como medio de soporte, la grava debe ser lavada antes de su colocación, y requiere ponerle una capa de 10 cm de abono o tierra por lo menos durante los primeros meses. Posteriormente, las plantas obtendrán sus nutrientes del agua residual que pasa por el lecho.

El lecho debe llenarse de agua antes de transplantar la vegetación, y se debe mantener el nivel en las cajas colectoras para asegurar un nivel de agua que permita una rápida adaptación a las plantas sembradas.

Para su buen funcionamiento, el filtro requiere un adecuado desarrollo de su capa vegetal. Esto tarda aproximadamente dos meses desde su construcción.

La caja colectora del filtro se debe revisar para retirar la posible sedimentación que se haya acumulado en el fondo.

Las plantas más recomendadas son aquellas que tienen rizomas y raíces densas y profundas. Son muchas las especies vegetales que pueden emplearse, teniendo en cuenta que sean apropiadas para alimentarse con desechos ricos en nutrientes, transportar oxígeno a la zona de raíces y crecer en suelos de altos niveles freáticos.

Debido a que el agua residual ha pasado por un sistema de tratamiento es posible su utilización en la irrigación de terrenos mediante infiltración.

En Colombia estos sistemas han sido construidos con la asistencia técnica del Instituto Cinara de la Universidad del Valle, en algunas comunidades de influencia del proyecto de Desarrollo Local que auspicia el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia Unicef. Tal es el caso de las comunidades de Triana y Zaragoza del municipio de Buenaventura, departamento del Valle, y del municipio de Padilla, departamento del Cauca donde, con esta tecnología se construyeron más de 150 unidades sanitarias para el tratamiento aguas residuales.

Uso correcto de los sistemas de disposición de excretas y hábitos higiénicos

- Los papeles de limpieza anal deben arrojarse a un cesto con tapa y posteriormente deben eliminarse, enterrándolos.
- Es importante mantener limpios los alrededores de las letrinas y los baños, y el interior de las mismas (piso, paredes, taza).



- Después de utilizar la letrina o el baño, deben lavarse muy bien las manos con agua y jabón.



Disposición sanitaria de las basuras



Los basuras que se arrojan a campo abierto causan deterioro en el medio ambiente y afectan la salud de la población contaminando el agua, el suelo, el aire, produciendo malos olores y permitiendo la proliferación de insectos y roedores que causan enfermedades en el ser humano.

Las basuras o desechos son todos los desperdicios que se producen en las viviendas y, en general, en los establecimientos o lugares donde el hombre realiza sus actividades, produciendo residuos de cáscaras, plásticos, papeles, frascos, huesos, trapos, cartones, etc.

La recolección y disposición inadecuada de las basuras permite el desarrollo de insectos que se alimentan de ella produciendo algunas enfermedades al hombre como por ejemplo la tifoidea, paratifoidea, amibiasis, diarrea infantil y otras enfermedades gastrointestinales.

Cuando las basuras se acumulan en un lugar se forman los basureros que causan molestias a las personas, generando malos olores, convirtiéndose en criaderos de moscas, cucarachas, ratones y contaminando las fuentes de agua, el suelo y el aire en general.

Clasificación de las basuras

Las basuras están constituidas por elementos o sustancias que se descomponen (biodegradables) y otras que no se descomponen. (no biodegradables)

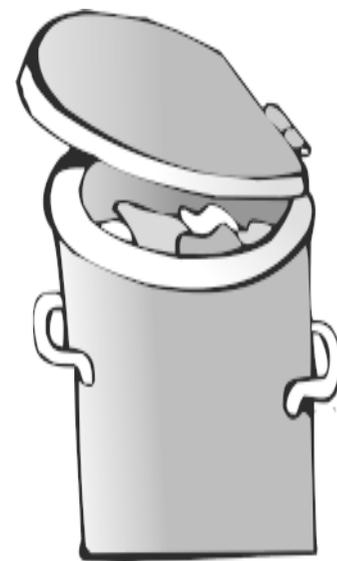
Las sustancias biodegradables son residuos de origen orgánico que se descomponen fácilmente, como sobrantes de comida, cáscaras, frutas, etc.

Se deben almacenar en recipientes bien tapados o bolsas que impidan la reproducción de insectos y roedores.

Los residuos orgánicos pueden servir como abono o alimento para algunos animales.

Las sustancias que no se descomponen, o no biodegradables, son residuos de origen mineral o el resultado de procesos químicos que no se descomponen fácilmente como papel, plástico, vidrio, latas, etc.

ALMACENAMIENTO DE LA BASURA EN RECIPIENTES CON TAPA



Estas basuras pueden ser enterradas o recicladas para que sean reutilizadas como materia prima.

La basura separada y clasificada como en el caso del cartón, el papel, el plástico, el vidrio, etc., genera empleo y recursos económicos.

Manejo sanitario de las basuras

El manejo sanitario de las basuras comprende tres fases:

1. Almacenamiento en la vivienda y establecimientos en general.
2. Recolección y confinamiento.
3. Tratamiento o disposición final.

Almacenamiento en la vivienda

Clasifique diariamente las basuras en vidrios, papeles, plásticos, latas y residuos orgánicos, almacenándolos en canecas con tapa o bolsas plásticas debidamente selladas.

Los recipientes de las basuras deben ser:

- Impermeables y resistentes.
- Fáciles de limpiar, llenar y vaciar.
- De tamaño y peso adecuado para su vaciado.
- Con tapa.

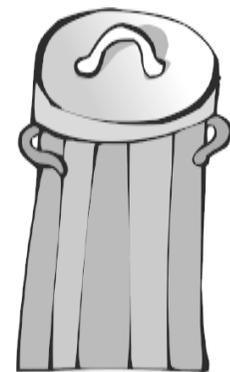
Las basuras almacenadas en canecas o bolsas plásticas deben ser sacadas fuera de la vivienda el día que pase el camión recolector. Si no se cuenta con este servicio, existen algunos procedimientos para disponer de las basuras, tema que se tratará más adelante.

Las basuras de hospitales e industrias especiales deben recibir un manejo y disposición separados del resto de la basura.



Bolsa plástica

MANEJO DOMICILIARIO



Caneca

Recolección y confinamiento

Para que un sistema de recolección y confinamiento de la basura se considere adecuado, es necesario que el servicio esté perfectamente planeado, con rutas fijas, con una frecuencia de servicio, que no produzca molestias sanitarias y que sea económico.

En algunos sectores que no cuentan con el servicio de recolección de las basuras por medio de los camiones recolectores, se valen de carretas tiradas por caballos o carromulas y triciclos entre otros.

Estos sistemas de recolección no convencionales depositan la basura en centros de acopio de donde deben ser retirados por un camión recolector.

Tratamiento y disposición final

Manejo domiciliario

Comprende varias alternativas de solución como el enterramiento domiciliario, el compost y el reciclaje.

Enterramiento domiciliario

Es un procedimiento sencillo, económico y sanitario de disponer las basuras case-ras mediante la excavación de un hueco de 1.20 x 1.20 m de área y 1.50 m de profundidad.

Lista de materiales para un enterramiento domiciliario

Materiales	Un.	Cant.
Cemento gris	bulto	1
Malla de pollos	m	2
Arena de río gruesa	m ³	0.2
Bloque arena de río	un	20

Procedimiento

1. Excave un hueco en el solar de la vivienda o en el lugar que considere adecuado, de tal manera que no vaya a causar molestias.

Medidas:

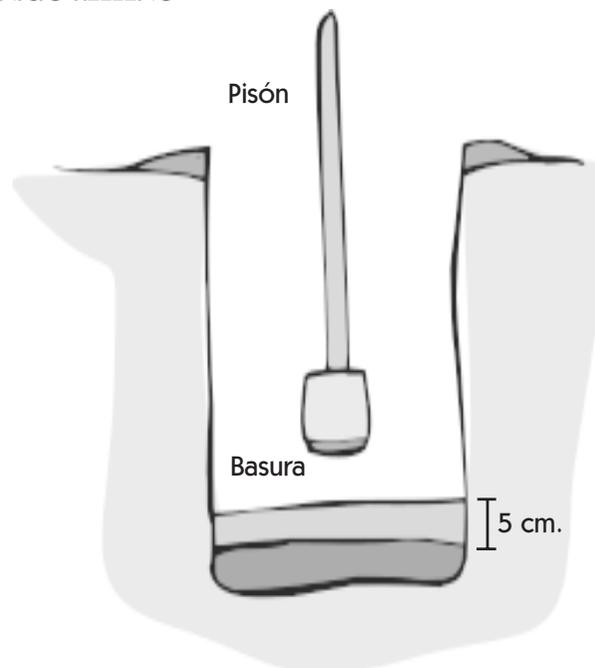
Largo: 1.20 m
Ancho: 1.20 m
Profundidad: 1.50 m

2. Alrededor del pozo excavado coloque una hilera de bloques formando un brocal que va a servir de base para las tapas del enterramiento domiciliar para impedir el ingreso de aguas superficiales.
3. Elabore dos tapas de 1.40 x 0.70 m cada una. Para la mezcla utilice una proporción de cemento por tres de arena gruesa.

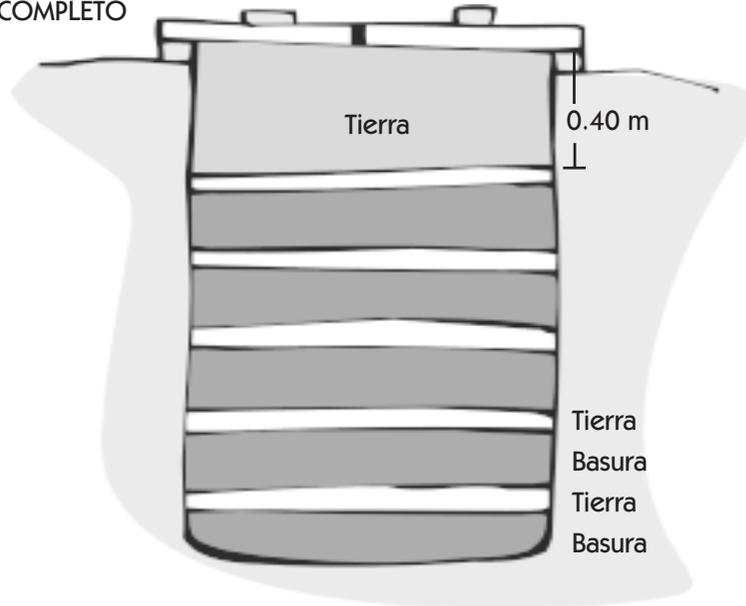
Estas tapas pueden ser elaboradas en ferrocemento (arena, cemento y malla de pollos).

4. Coloque las tapas encima del brocal. De esta forma se mantiene cubierto el hueco evitando molestias sanitarias.

INICIO RELLENO



RELLENO COMPLETO

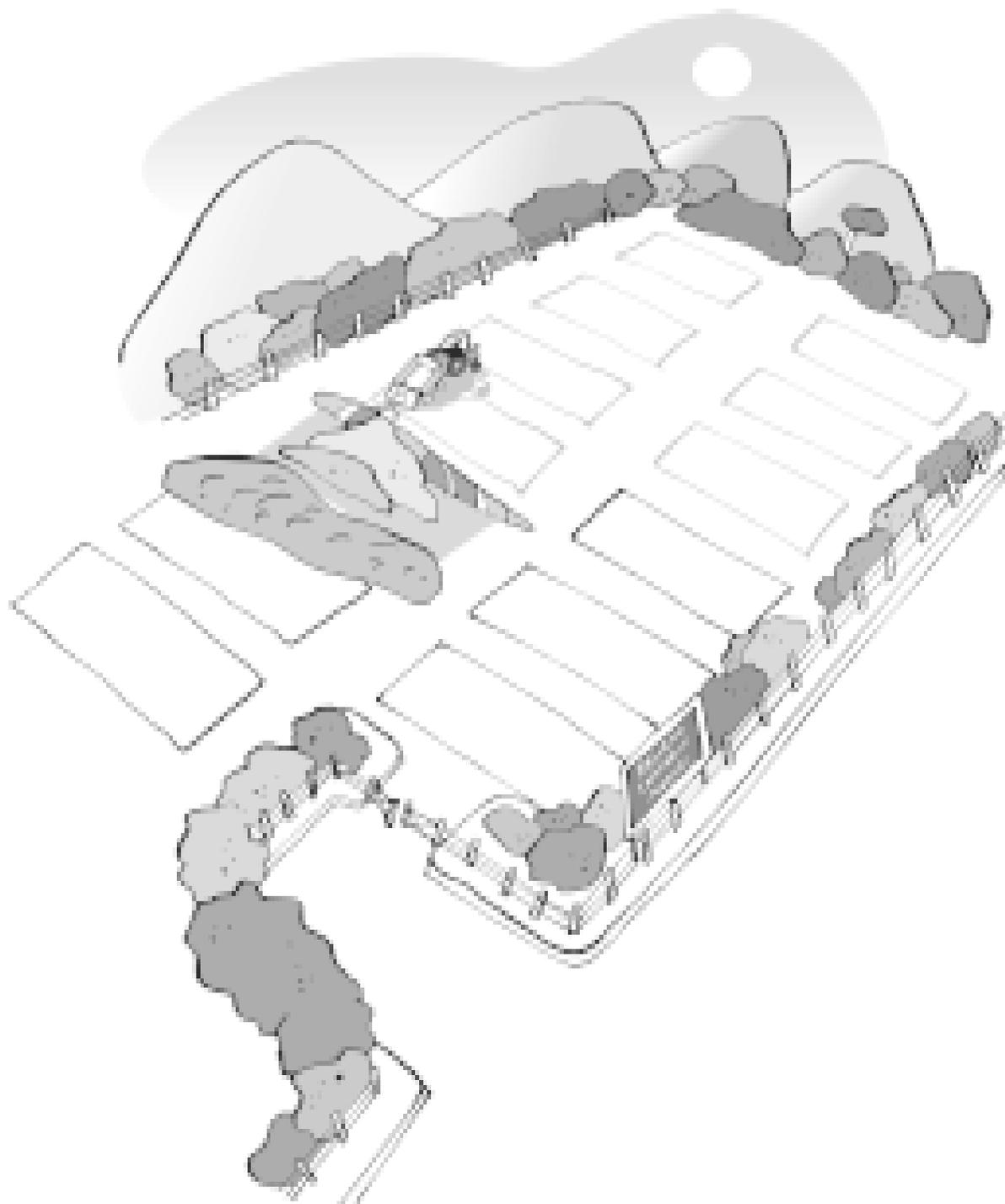


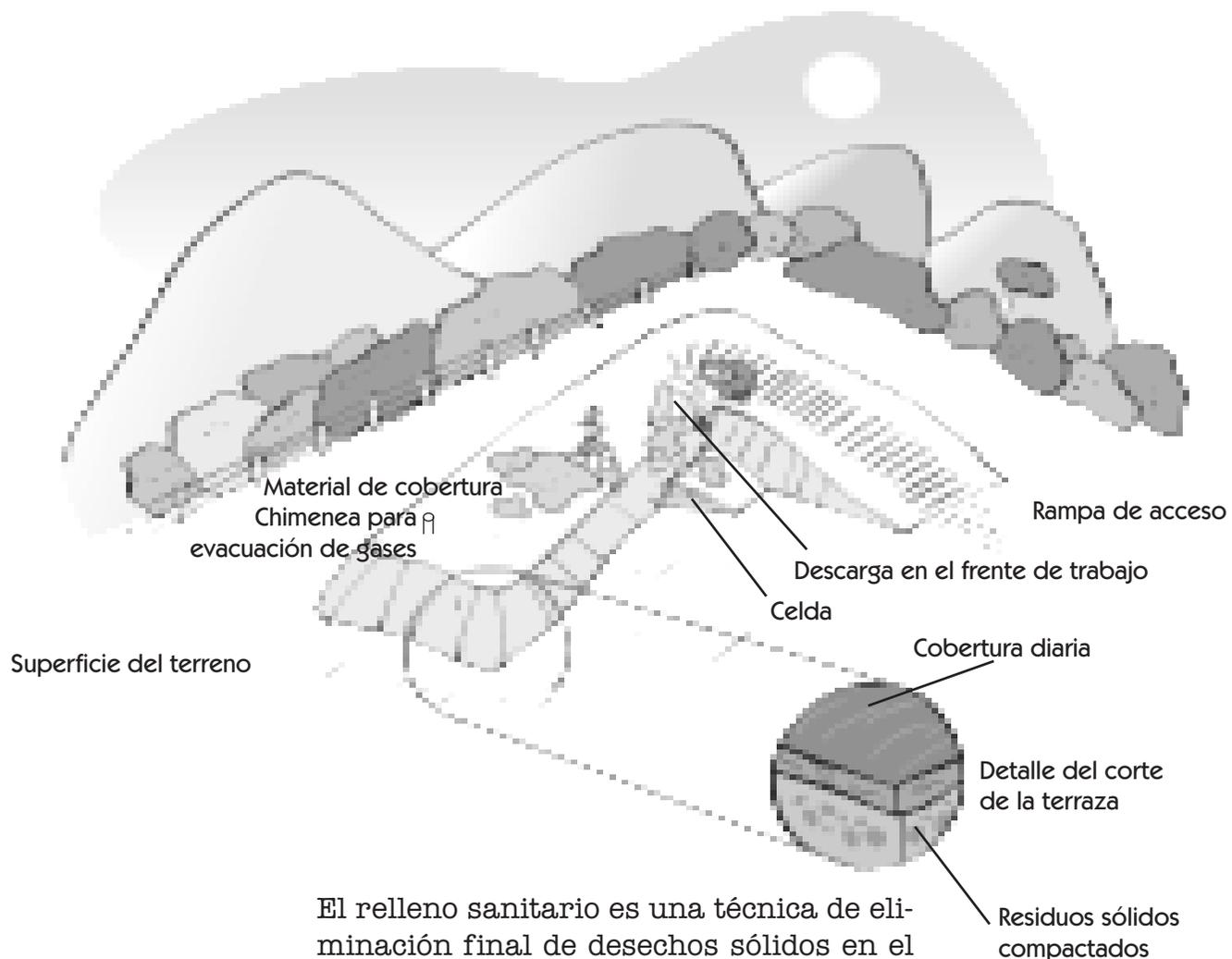
El procedimiento consiste en vaciar dentro del hueco las basuras producidas en el día e ir tapando y compactando con tierra hasta que la basura se cubra totalmente.

Cuando la basura llega a una profundidad de 0.40 m con respecto a la superficie del terreno, se sella el hueco con tierra para evitar la proliferación de insectos y roedores. La tapa se retira hacia el otro hueco que se excavará próximo al primero.

Las tapas del enterramiento de basura ayudan a evitar el ingreso de aguas lluvias y superficiales. Si este sistema se opera adecuadamente, las tapas se pueden omitir, rebajando de esta forma los costos.

Relleno sanitario





El relleno sanitario es una técnica de eliminación final de desechos sólidos en el suelo que no causa molestias ni peligros para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo.

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen.

Principos básicos del relleno sanitario

Se considera oportuno resaltar los siguientes principios básicos:

- Supervisión constante mientras se vacía, se recubre la basura y se compacta la celda para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica

tener una persona responsable de la operación y el mantenimiento.

- La altura de la celda es otro factor importante a tener en cuenta; para el relleno sanitario manual se recomienda una altura entre 1 y 1.5 metros para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad.
- El cubrimiento diario con una capa de 0.10 a 0.20 m de tierra o material similar es fundamental.
- La compactación de los desechos sólidos es preferible en capas de 0.20 a 0.30 m, y al final cuando se cubre con tierra toda la celda. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, alcanzando a largo plazo una mayor densidad y vida útil del sitio.
- Una regla sencilla indica que alcanzar una mayor densidad resulta mucho mejor desde el punto de vista económico y ambiental.
- Desviar aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario.
- Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- El cubrimiento final de unos 0.40 a 0.60 m de espesor, se efectúa siguiendo la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que sostenga vegetación para lograr una mejor integración al paisaje natural.

Líquido percolado

La descomposición o putrefacción natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, muy parecido a las aguas

residuales domésticas, pero mucho más concentrado.

De otro lado, las aguas lluvias que atraviesan las capas de basura, aumentan el volumen de los lixiviados en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los desechos; de ahí la importancia de interceptar y desviar las aguas de escorrentía y pequeños hilos de agua antes del inicio de la operación, puesto que si el volumen de este líquido aumenta demasiado puede causar no sólo problemas en la operación del relleno, sino también contaminar las corrientes de agua, los nacimientos y los pozos vecinos.

Gases

Un relleno sanitario no es otra cosa que un digestor anaeróbico en el que, debido a la descomposición natural o putrefacción de los desechos sólidos, no sólo se producen líquidos, sino también gases y otros compuestos. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un adecuado control de la generación y migración de estos gases (metano y dióxido de carbono).

Material de cobertura

Una de las diferencias fundamentales entre un relleno sanitario y un botadero a cielo abierto es la utilización de material de cobertura para separar adecuadamente las basuras del ambiente exterior y confinarlas al final de cada jornada.

El cubrimiento diario de los desechos sólidos con tierra es de vital importancia para el éxito del relleno sanitario, debido a que cumple las siguientes funciones:

- Prevenir la presencia y proliferación de moscas y gallinazos.
- Impedir la entrada y proliferación de roedores.

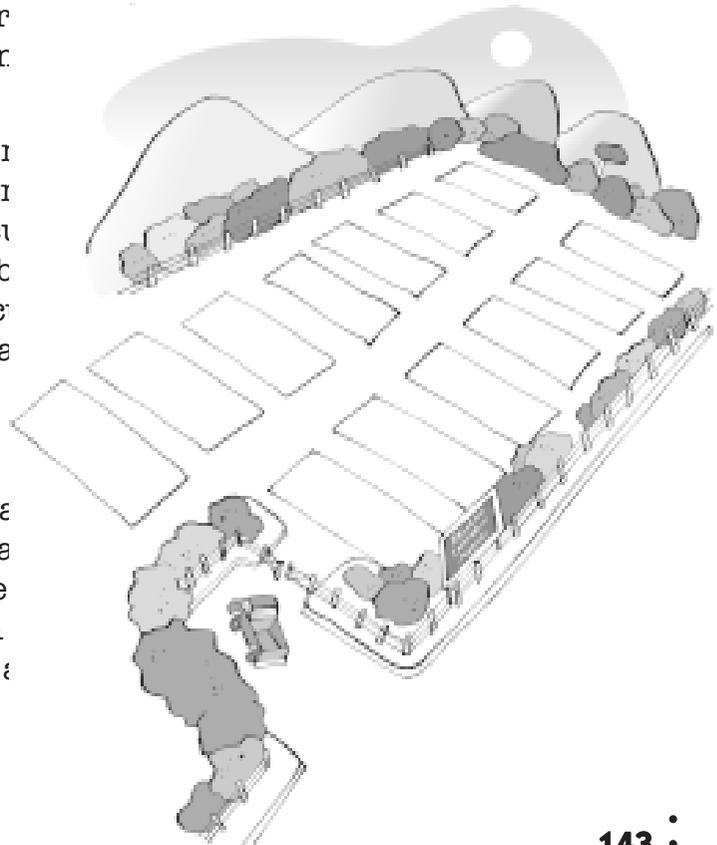
- Evitar incendios y presencia de humo.
- Minimizar los malos olores.
- Disminuir la entrada del agua de lluvias a la basura.
- Orientar los gases hacia las chimeneas para evacuarlos del relleno sanitario.
- Dar una apariencia estética aceptable.
- Servir como base para las vías de acceso internas.
- Permitir el crecimiento de vegetación.

El relleno sanitario manual

El relleno sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económica, tanto para poblaciones urbanas y rurales menores de 40.000 habitantes, como para áreas marginales de algunas ciudades que generen menos de 20 toneladas diarias de basura.

Mediante la técnica de operación manual sólo se requiere de equipo pesado para la adecuación del sitio, y la construcción de vías internas y excavación de zanjas o material de cober acuerdo con el alcar método de relleno.

Los trabajos adicionales pueden realizarse manualmente, lo que permite a estas poblaciones de bajos recursos, sin medios para adquirir y mantener equipos pesados permanentes, disponer de manera adecuada sus basuras utilizando la mano de obra que en los países en desarrollo es bastante abundante.



Pasos para el diseño, construcción y operación

A. Estudios de campo y diseño



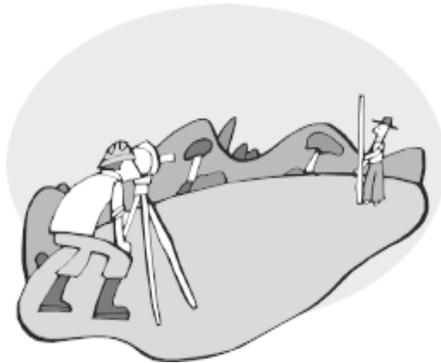
1. Identificación del sitio a rellenar y sus alrededores.



2. Análisis de las condiciones hidrogeológicas.



3. Levantamiento topográfico.



4. Elaboración del diseño.



5. Análisis de costos.



6. Presentación del proyecto a las autoridades.



B. Preparación del terreno y construcción de obras

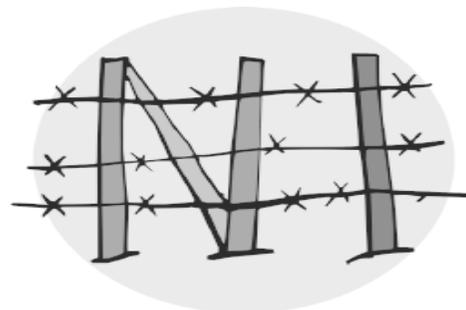
1. Limpieza y desmonte.



2. Construcción de la vía de acceso interna.



3. Encerramiento del terreno-cerca.



4. Siembra de árboles a nivel perimetral.



5. Construcción del drenaje periférico.



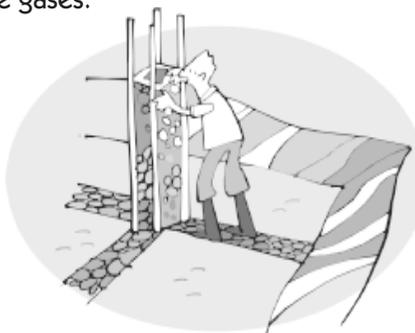
6. Preparación del suelo de soporte.



7. Construcción de drenajes internos.



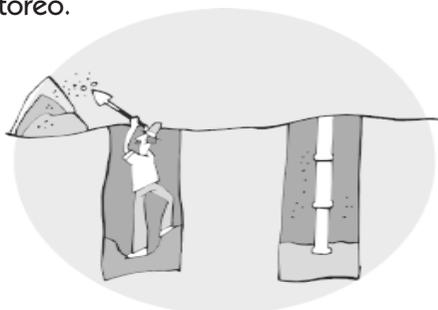
8. Preparación de ventanillas de gases.



9. Construcción de la caseta y las instalaciones sanitarias.



10. Excavación de pozos de monitoreo.

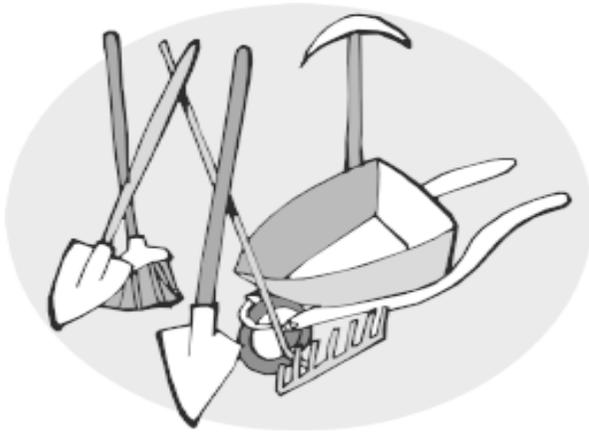


11. Diseño y ubicación del cartel de identificación.



C. Operación y mantenimiento

1. Adquisición de herramientas.



2. Adquisición de elementos de protección de los trabajadores.



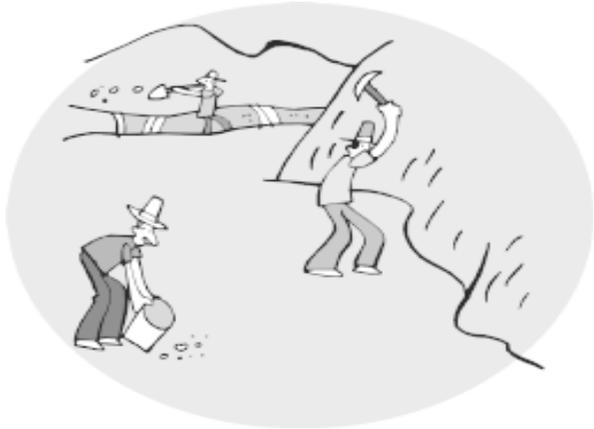
4. Clausura del botadero.



3. Inicio de la operación de relleno.



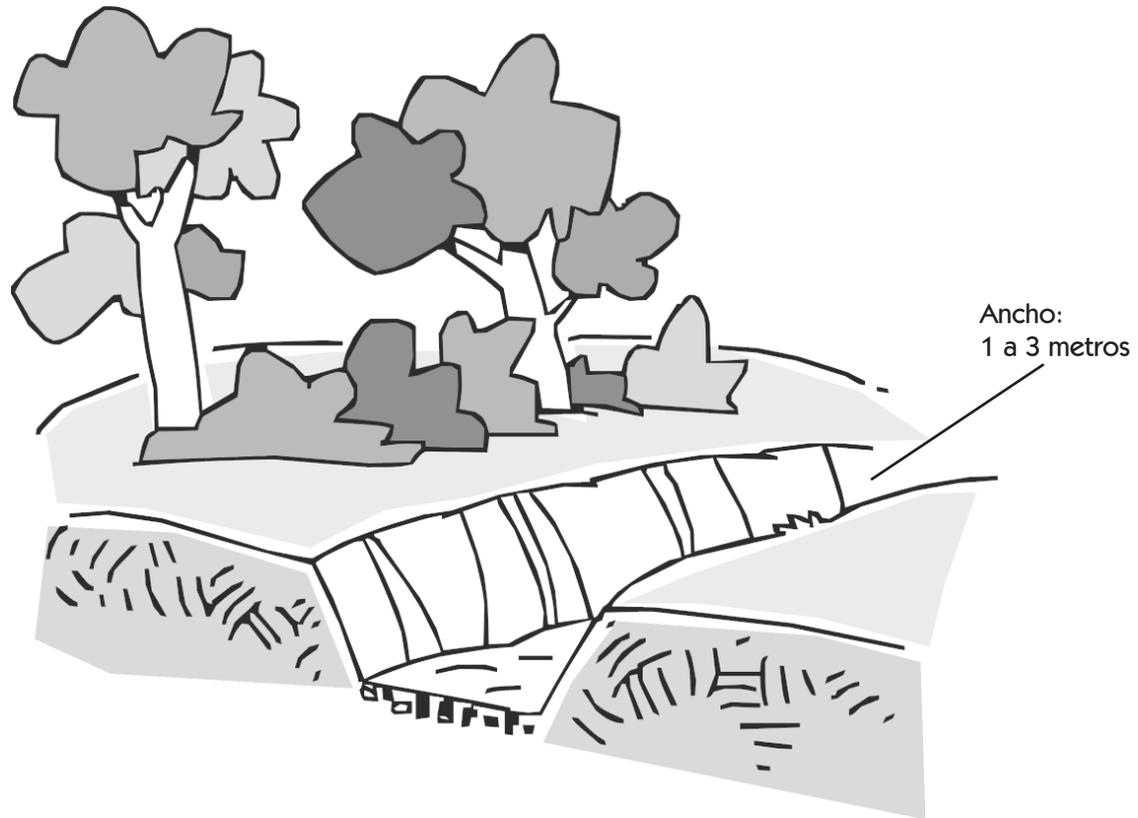
5. Mantenimiento permanente.



6. Preparación del presupuesto anual.



Para soluciones colectivas, en donde varias familias quieran disponer de los residuos sólidos en un lugar común, una alternativa adecuada es la construcción de zanjas con longitudes de 2 a 5 metros y profundidades de 2 a 3 metros. Estas medidas varían de acuerdo con la producción diaria de residuos sólidos.



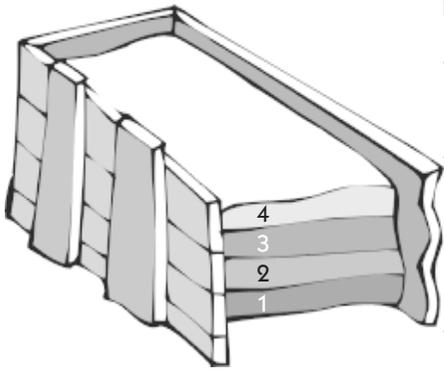
En la operación y el mantenimiento de este relleno tipo zanja, debe asegurarse que todos los días cada capa de basura quede completamente cubierta con tierra. La disposición de la basura también se realiza en celdas.

- Una celda está conformada por varias capas de basura cubiertas por tierra.
- Una celda en esta alternativa puede llegar a tener un metro de altura.
- Ver Principios básicos del relleno sanitario, pág. 140.

Compost

Es la producción de abono utilizando basuras biodegradables, es decir, las que se descomponen fácilmente.

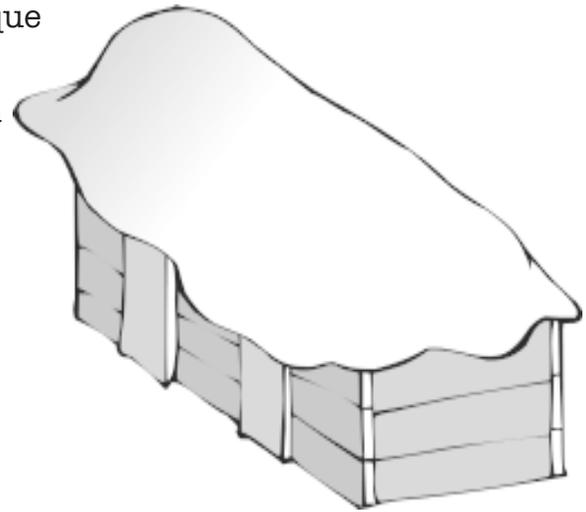
COMPOST



1. Basura
2. Estiércol
3. Ceniza
4. Tierra

Procedimiento

- Elabore una caseta de palos o guadua.
- Coloque una primera capa de la basura. Encima una capa de estiércol, luego un poco de ceniza o cal y por último una capa de tierra.
- Siga colocando las capas en el mismo orden hasta llenar la caseta.
- Cuando se llene la caseta, tápela con hojas o plásticos para evitar el ingreso de agua lluvia. Después de tres meses retire con una pala la parte de encima y utilice el resto. De aquí resulta un material oscuro, que es el abono orgánico.
- Este procedimiento también se puede hacer en un foso, hueco o zanja.



Reciclaje

Es el proceso por el cual las basuras se separan, recogen, clasifican o almacenan para ser utilizadas como materia prima para elaborar nuevos productos.

El proceso de reciclaje se inicia separando los residuos aprovechables en el mismo sitio donde se producen, como en la casa, las escuelas, los almacenes, etc.

Los elementos que se pueden reciclar son: papel, vidrio, chatarra, plástico, huesos, caucho, madera, etc. Éstos son llevados a centros de acopio donde son transportados por la industria encargada de su transformación.

Referencias bibliográficas

EPAM LTDA., *Técnicas sencillas de saneamiento ambiental aplicables en el medio urbano*, Santafé de Bogotá, D.C., 1991.

BANCO MUNDIAL, *Información y capacitación en abastecimiento de agua y saneamiento de bajo costo*.

INDERENA, Ministerio de Salud, Ministerio de Obras Públicas, Departamento Nacional de Planeación y Oficina Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Memorando 1: Relleno sanitario manual. Memorando 2: Agua potable, Santafé de Bogotá, D.C. 1991.

PÉREZ CARMONA, RAFAEL, *Desagües*, Editorial Escala, Santafé de Bogotá, D.C., 1988.

DUNCAN, MARA, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, *Diseño de letrinas mejoradas de pozo ventilado*, Washington, D.C., 1984.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, *Alcantarillados de flujo decantado*, Santafé de Bogotá, D.C., 1995.

OPS/OMS, PROTESA, *Mejoremos la calidad del agua antes de consumir*, Bolivia, 1999.

OPS/OMS, Informe de Misión comunidades desplazadas de Turbo y Pavarandó, Colombia, 1998.

OMS, *Guía de saneamiento en desastres naturales*, M. Assar, 1971.

DAVIS, JAN and ROBERT LAMBERT, *Engineering in Emergencies, a practical guide for relief workers*, 1997.