



## 2. MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

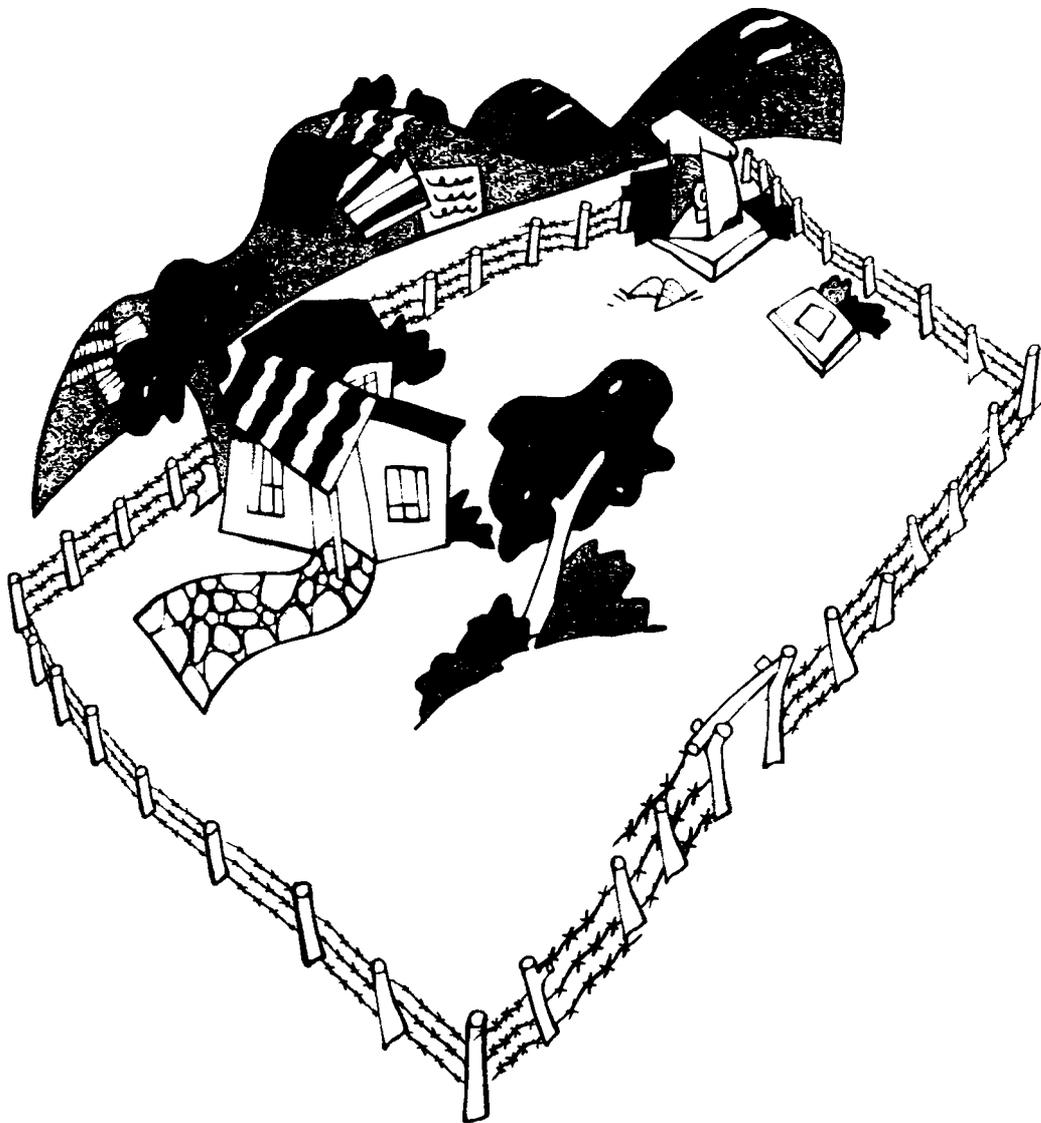
Elaborada por Ing. Henry Hernández

# Contenido

<b>Disposición de excretas</b> .....	91
Infecciones causadas por la mala disposición de las excretas .....	92
<b>Letrina mejorada de pozo ventilado</b> .....	94
Objetivos .....	96
Diseño y construcción .....	97
Operación y mantenimiento .....	103
<b>Letrina abonera seca familiar</b> .....	104
Ventajas .....	105
Desventajas .....	106
Características de la LASF .....	106
Diseño y construcción .....	107
Operación y mantenimiento .....	112
<b>Inodoro de sello hidráulico con descarga manual reducida</b> .....	114
Objetivos .....	115
Diseño y construcción .....	116
Operación y mantenimiento .....	120
<b>Unidad sanitaria</b> .....	122
Componentes .....	123
Construcción de la caseta .....	124
Instalación de la ducha con desagüe independiente .....	125
<b>Sistemas sépticos</b> .....	126
Trampa de grasas .....	127
Tanque séptico .....	128
Cajas de distribución .....	129
Campos de oxidación .....	129
Pozo de absorción .....	131
Recomendaciones .....	131
<b>Filtro fitopedológico</b> .....	133
Operación y mantenimiento .....	135
<b>Disposición sanitaria de las basuras</b> .....	137
Clasificación de las basuras .....	138
Manejo sanitario de las basuras .....	139
Almacenamiento en la vivienda .....	139
Recolección y confinamiento .....	140
Tratamiento y disposición final .....	140

<b>Relleno sanitario</b> .....	143
Principios básicos del relleno sanitario .....	144
Líquido percolado .....	145
Gases .....	146
Material de cobertura .....	146
El relleno sanitario manual.....	147
Pasos para el diseño, construcción y operación .....	148
Compost.....	151
Reciclaje.....	151
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	152

# 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**



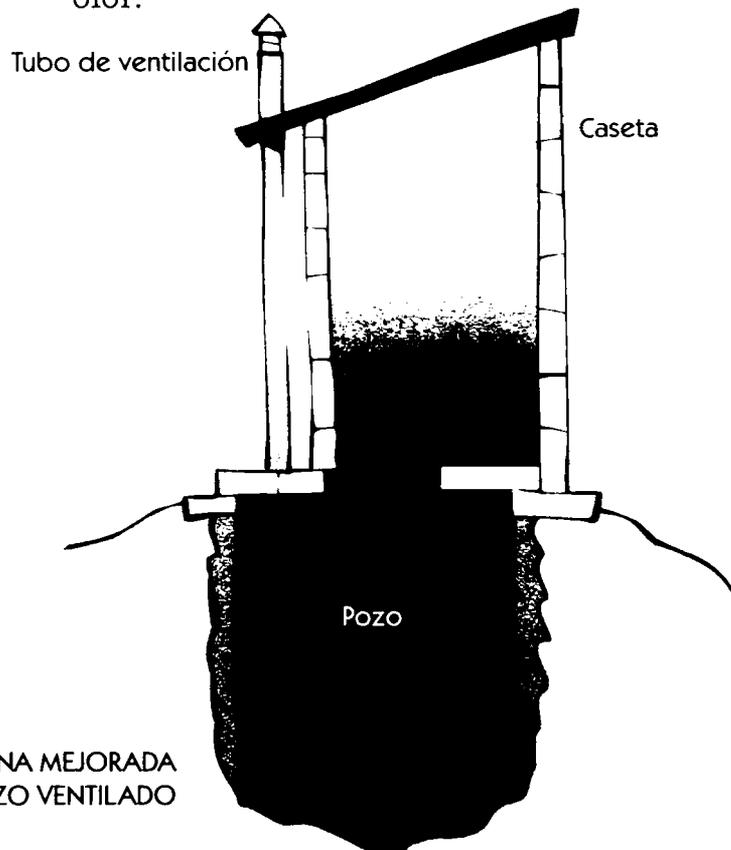
Las letrinas tradicionales de pozo seco presentan dos problemas fundamentales: tienen muy mal olor y atraen las moscas y otros vectores de enfermedades que se reproducen en los pozos.

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.



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.

## 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.

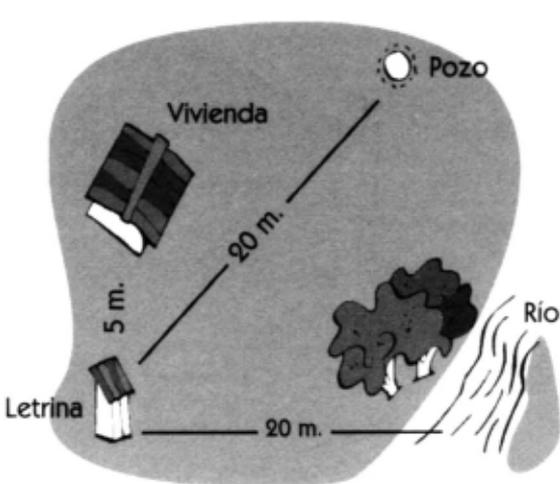
### Lista de materiales necesarios para construir una letrina mejorada de pozo ventilado\*

Materiales	Un.	Cant.
Bloque de arena de río	un	260
Cemento gris	bulto	7
Arena de río gruesa	m <sup>3</sup>	1
Arena de río fina	m <sup>3</sup>	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.



LOCALIZACIÓN

## Diseño y construcción

### 1. Localización

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

- Las 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.

### 2. Pozo

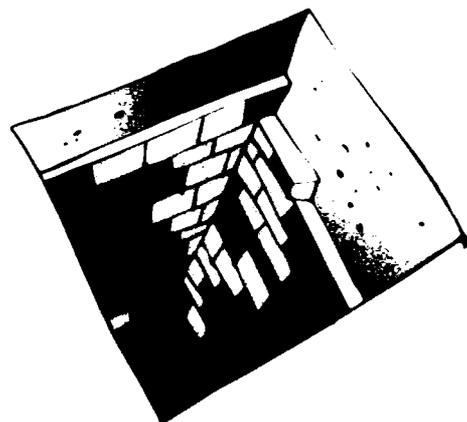
Consiste en una excavación del terreno, de forma circular, rectangular o cuadrada; con un diámetro de 1.50 a 1.80 metros para pozos circulares y un ancho de 1.20 m a 1.60 m para pozos rectangulares y cuadrados.

Generalmente la profundidad varía entre 2 y 2.50 metros.



EXCAVACIÓN DEL POZO PARA LA LETRINA

REVESTIMIENTO DEL POZO CON BLOQUE

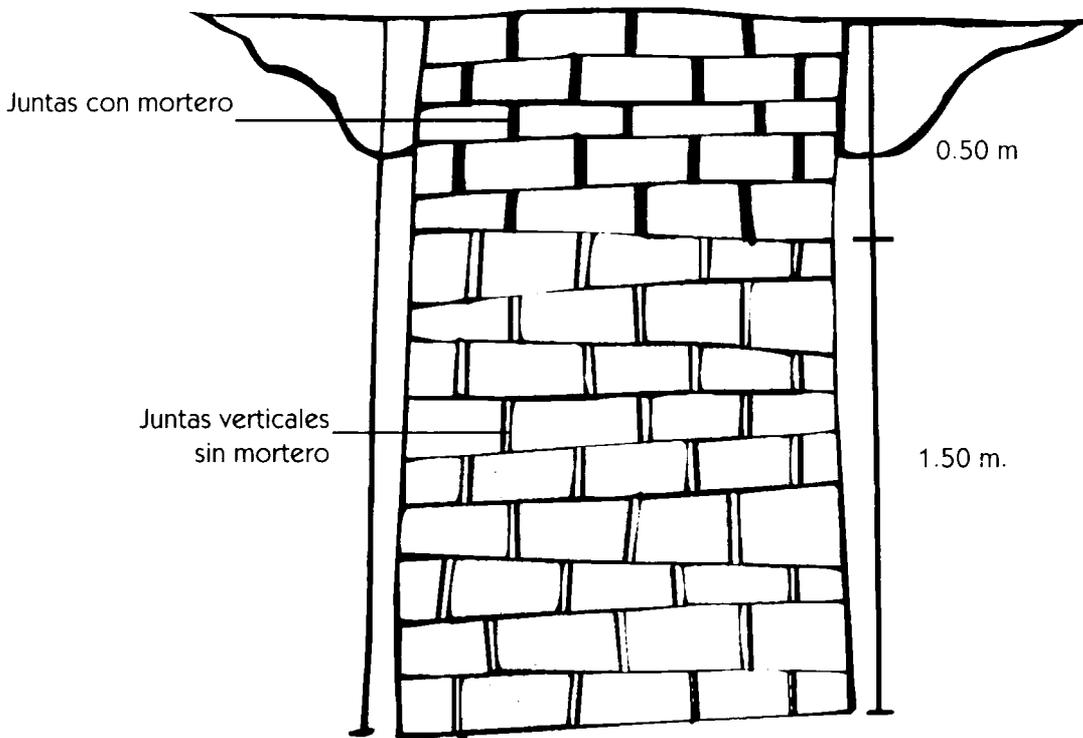
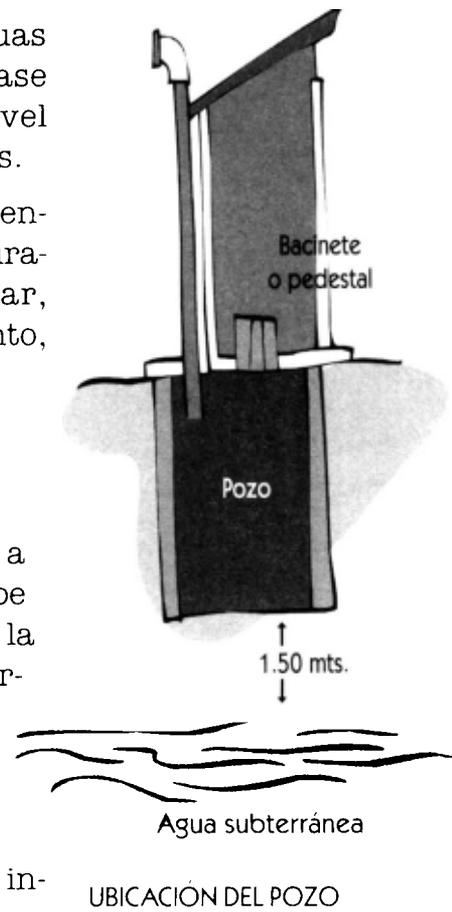


Cuando en el terreno se presentan aguas subterráneas se recomienda que la base del pozo se encuentre separada del nivel de agua por lo menos en 1.50 metros.

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.

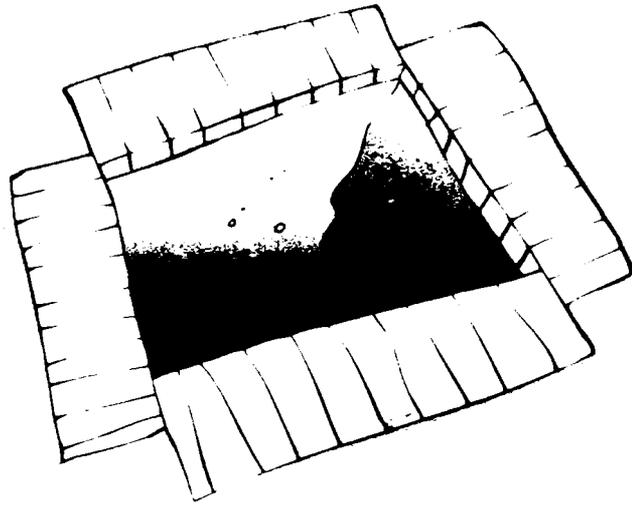
En suelos arenosos y muy finos este material puede ingresar al interior del pozo a través de las juntas verticales abiertas. Para evitarlo, se debe colocar un



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.

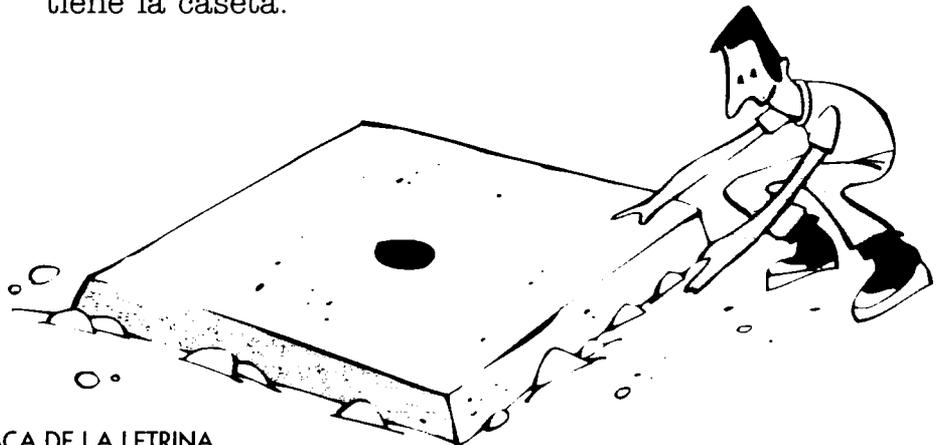
### 3. Brocal



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.

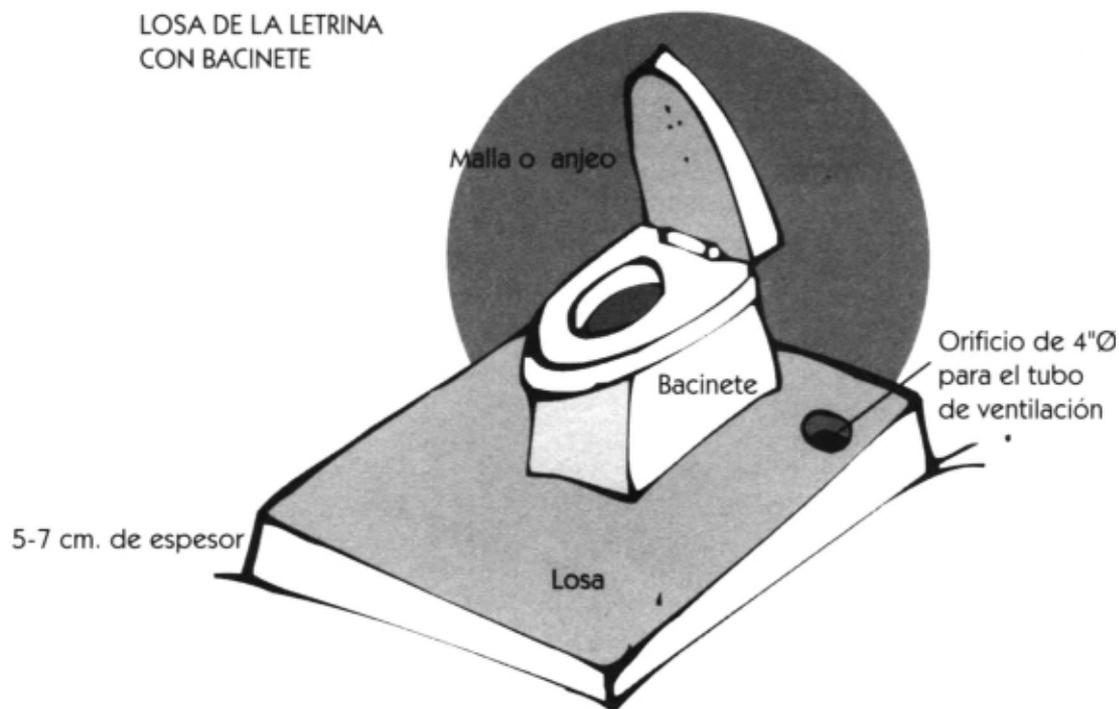
### 4. Losa o placa

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.

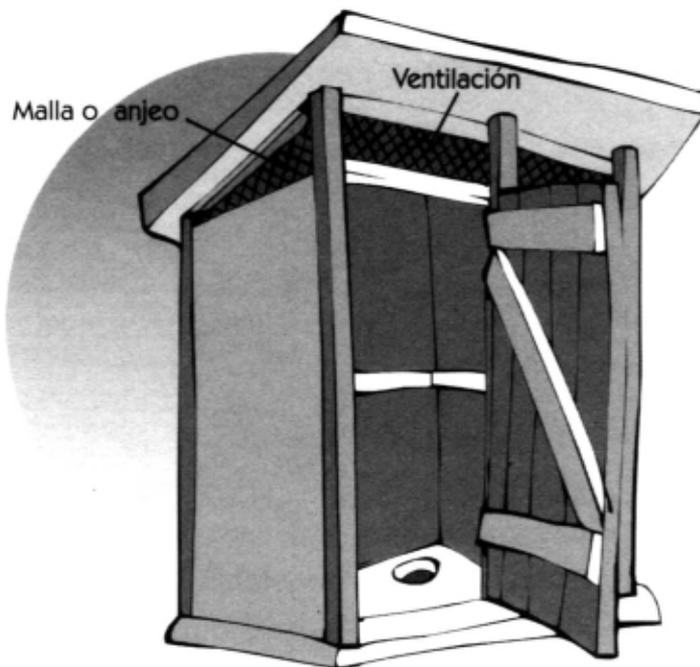
La losa o placa se instala sobre el brocal y tiene como función impedir que escapen olores del pozo, evitar el ingreso de aguas superficiales y dar protección sanitaria al usuario.

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**

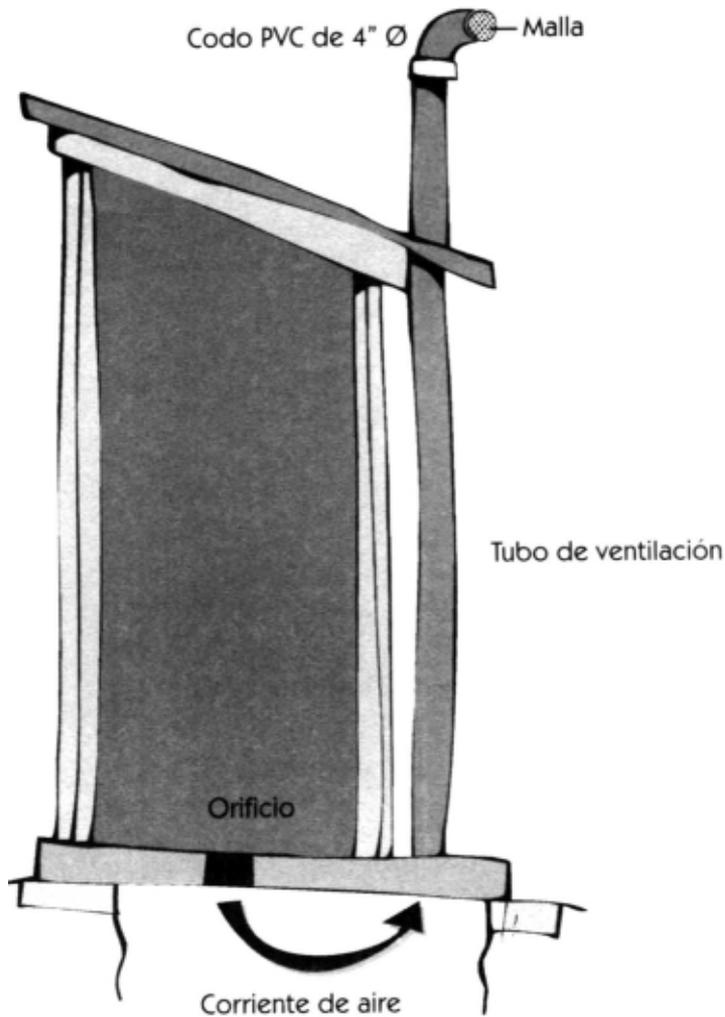
Es muy importante porque permite controlar los malos olores y evita la entrada y salida de moscas.

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.

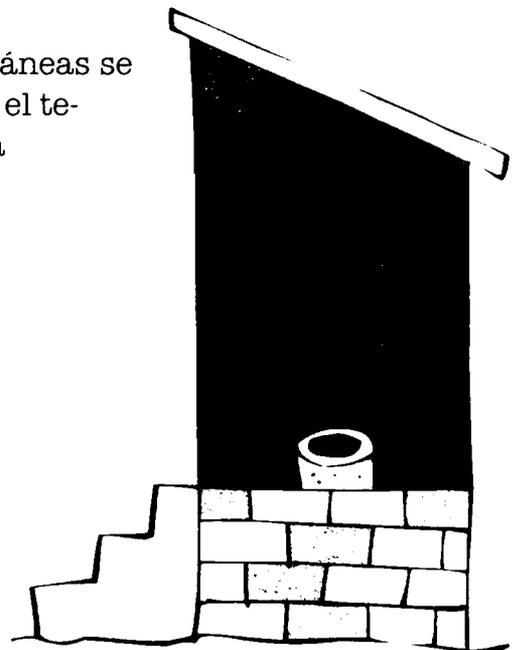


Los materiales más usados para el tubo de ventilación son:

- 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 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 a 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.

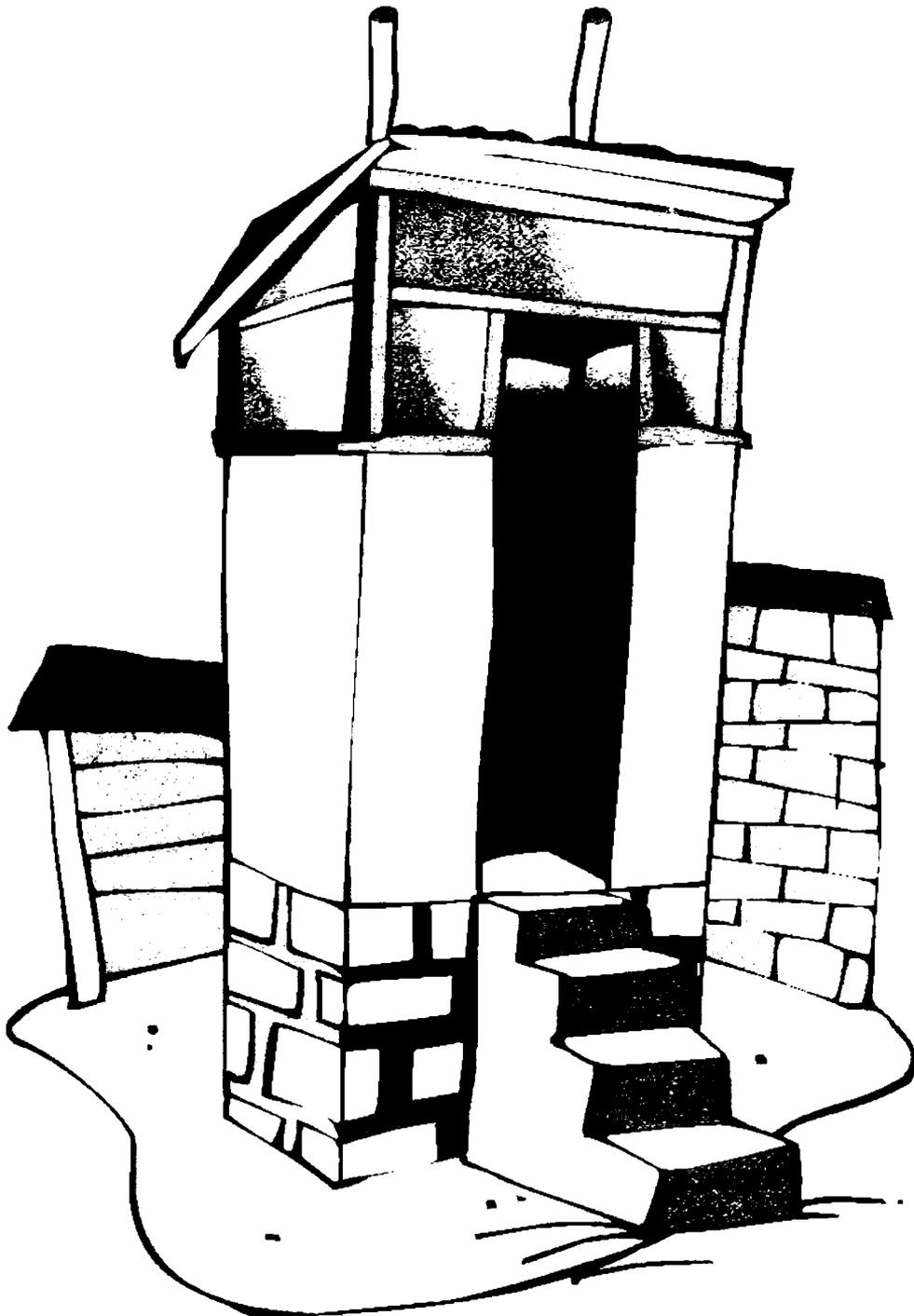
El pozo viejo debe permanecer tapado por lo menos durante dos años para después poderlo utilizar si se presenta la necesidad.

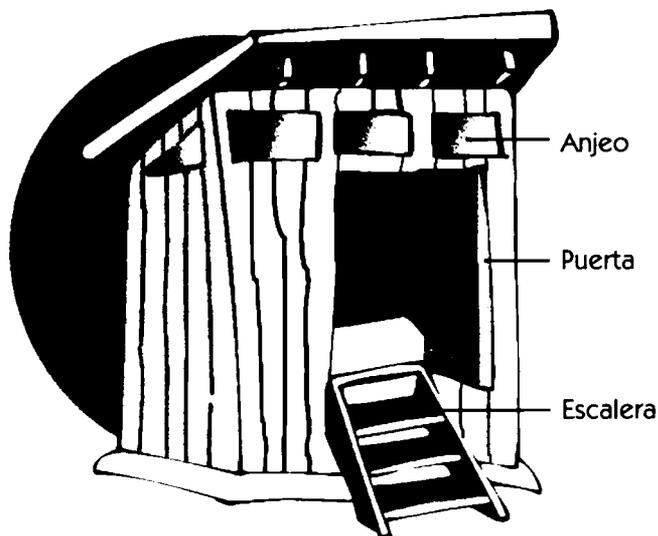
Algunos de los materiales de la antigua letrina se pueden volver a utilizar en la nueva.



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**

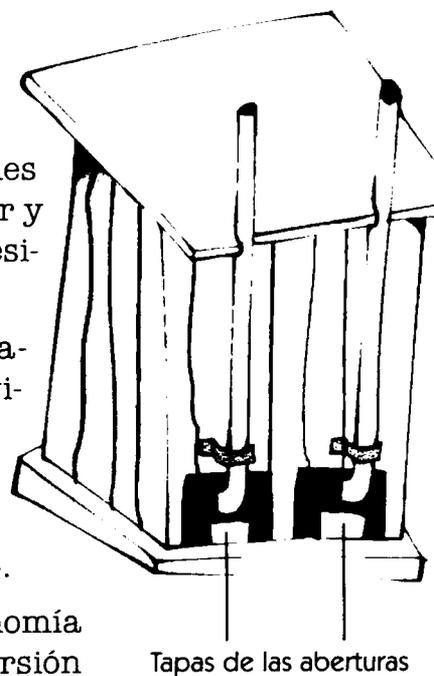




Es una alternativa de saneamiento que consta de una doble cámara impermeable y un sentadero especial que separa las heces de la orina. A las heces depositadas en la cámara se les agrega ceniza, cal o tierra seca, para favorecer el proceso de degradación biológica en seco. Cuando una letrina abonera seca 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



Tapas de las aberturas

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.

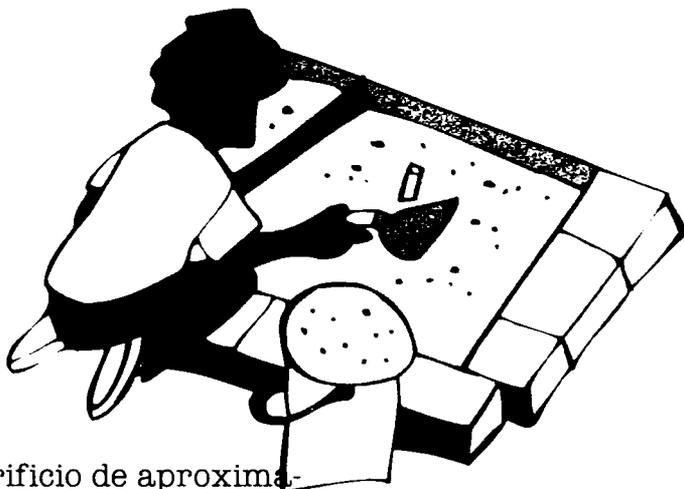
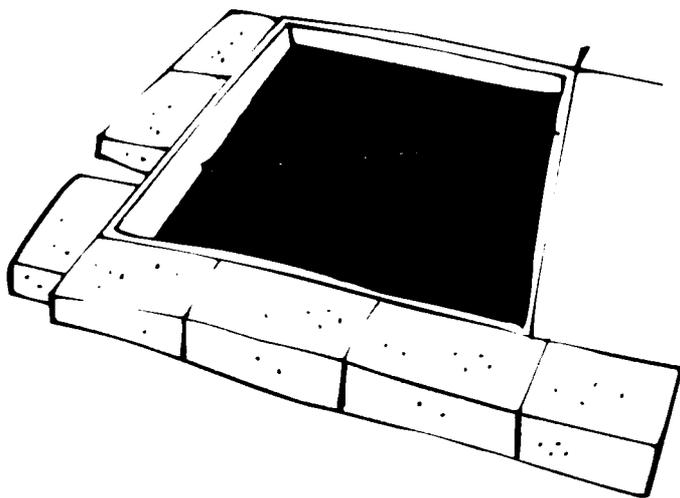
En la parte superior se funde una losa o plataforma que puede reforzarse con hierro o bambú. Una vez construidas las cámaras, se hace un sentadero especial (opcional) al cual se adaptará el dispositivo para separar las heces de la orina, evitando así mojar las cámaras. Luego se

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**

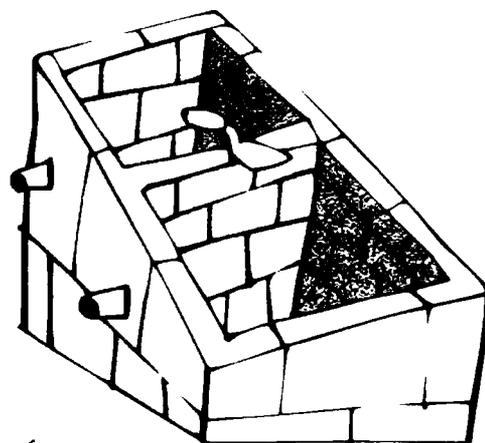
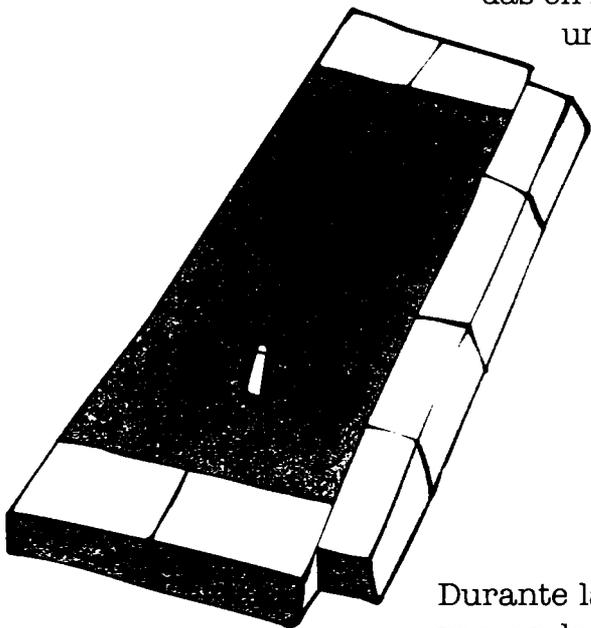
1. El paso inicial es la sensibilización de los miembros de la comunidad con respecto al problema de la contaminación fecal, mediante pláticas con los futuros usuarios. Posteriormente se discute con ellos la ubicación, el financiamiento y el mantenimiento de la LASF. Finalmente se procede a la selección 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 (1-2-3).



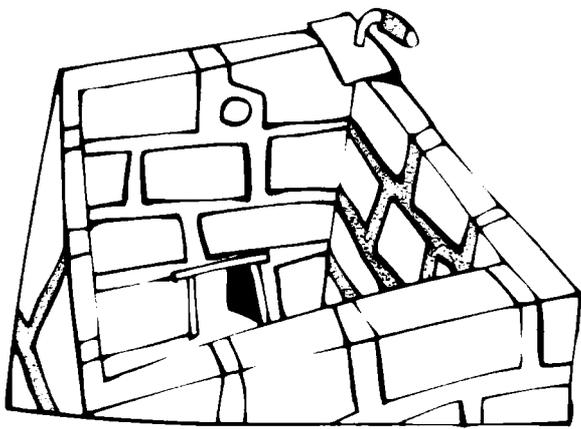


Debe dejarse un orificio de aproximadamente 25 cm de diámetro para la disposición de la materia fecal hacia el interior de las cámaras, y antes de fundir la mezcla se debe armar una cuadrícula con varilla de refuerzo e instalar una tubería de PVC de  $\text{Ø } \frac{1}{2} \text{ ''}$ , por donde se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



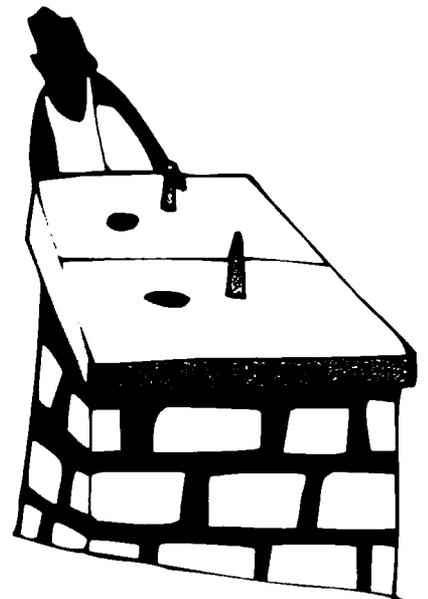
Durante la construcción de las cámaras, en la parte de atrás de cada una de ellas deben dejarse dos aberturas de 20 x 40 cm, donde posteriormente se instalarán dos compuertas que permitirán retirar el abono orgánico.



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



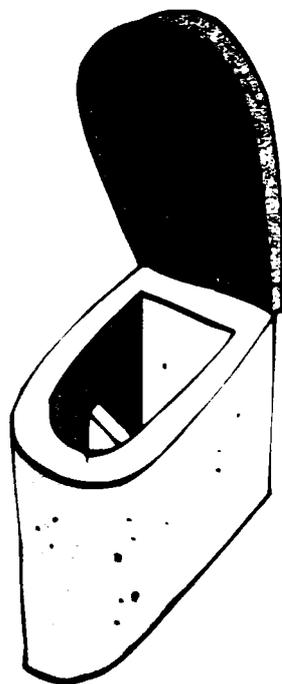
5. Colocación de las losas superiores. En la parte de atrás deben instalarse dos codos PVC de 4" que funcionarán como mecanismo de ventilación de las cámaras.





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

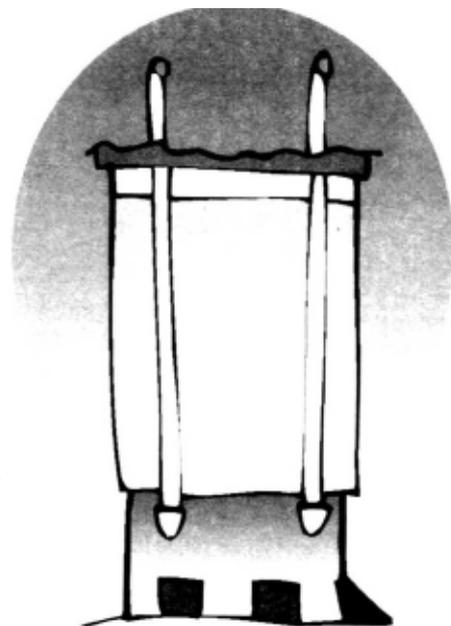
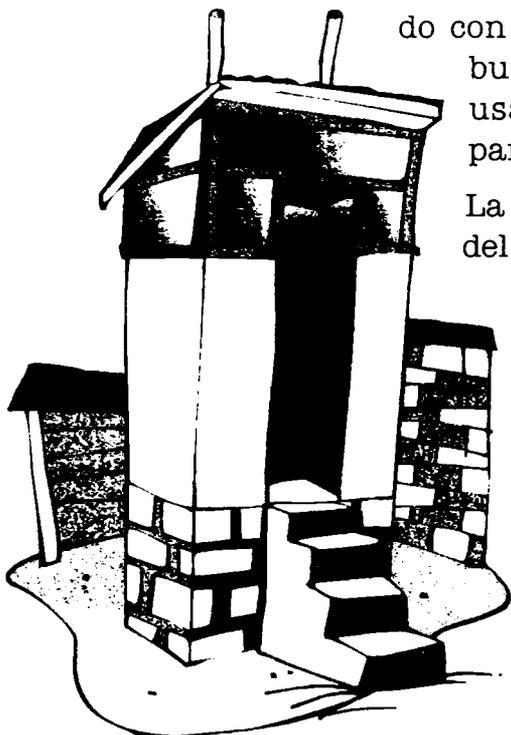
Es importante diseñar el bacinete como se muestra en la imagen, para realizar la separación de la orina y evitar que ésta ingrese a las cámaras.



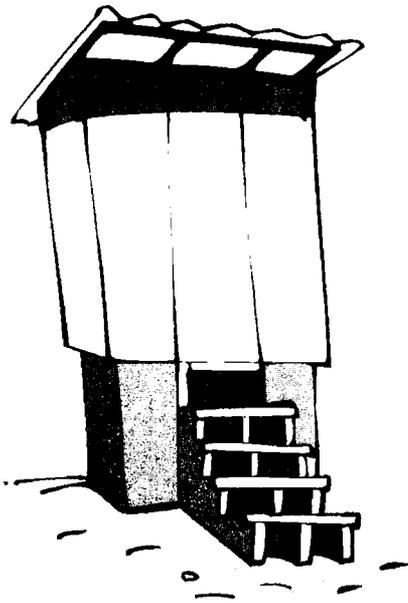
7. Construcción de las gradas y la caseta. Las gradas se construyen de acuerdo con las necesidades del usuario, buscando que la letrina pueda usarse fácilmente y sin riesgo para niños y ancianos.

La caseta se construye a gusto del usuario y con los materia-

les 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.

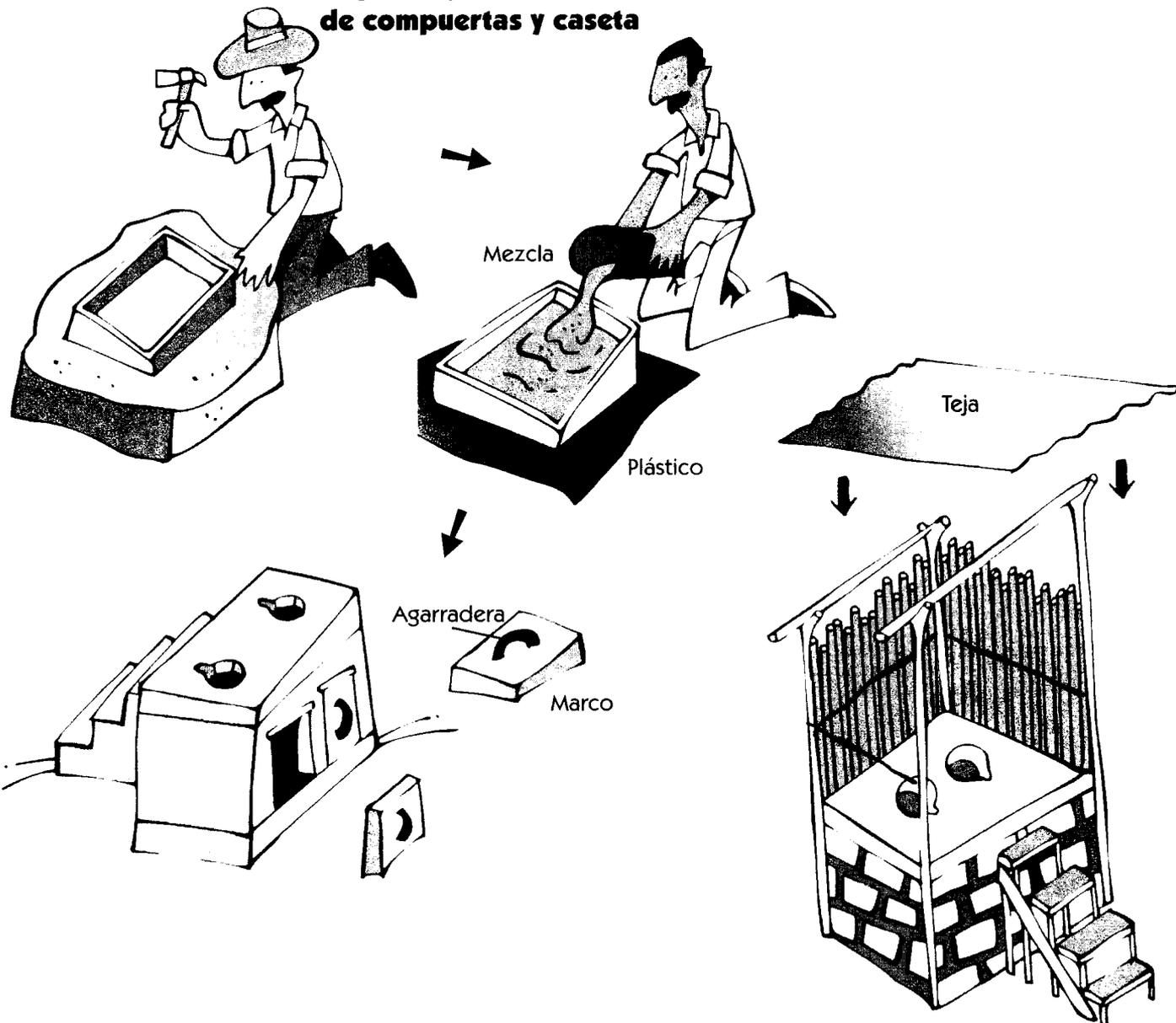


Vista posterior

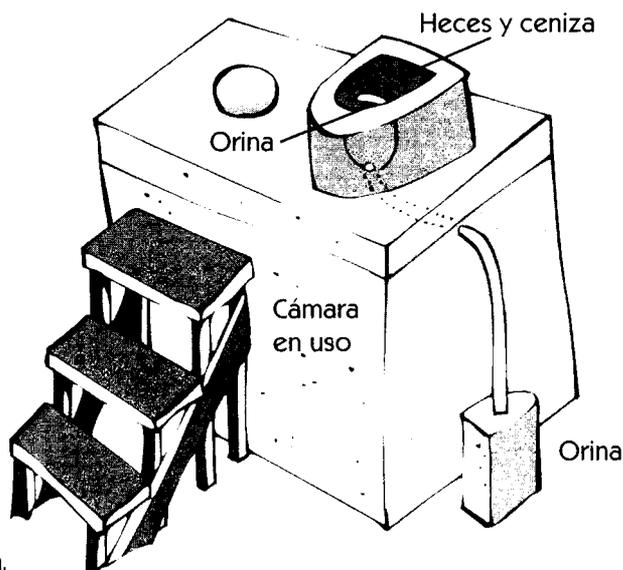
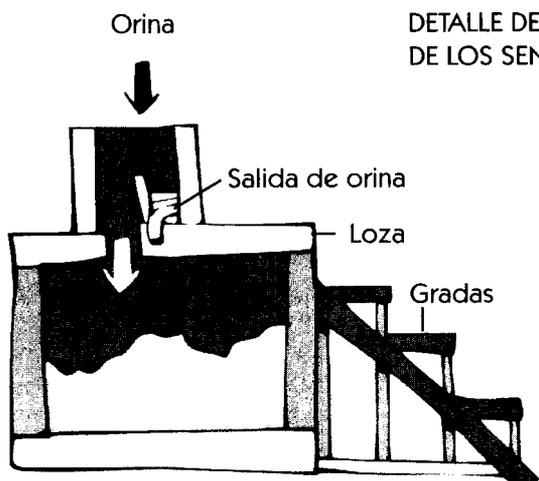


En vista de que no se producen olores desagradables y hay ausencia de moscas, en algunos casos los usuarios han construido su letrina dentro de la vivienda, ahorrándose los materiales de la caseta y facilitando su uso.

### 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, sáquelo y limpie 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.

**Inodoro de sello  
hidráulico  
con descarga  
manual reducida**



El inodoro de sello hidráulico con descarga manual reducida es un sistema apropiado para la disposición de las excretas en zonas rurales y urbanas marginales 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.

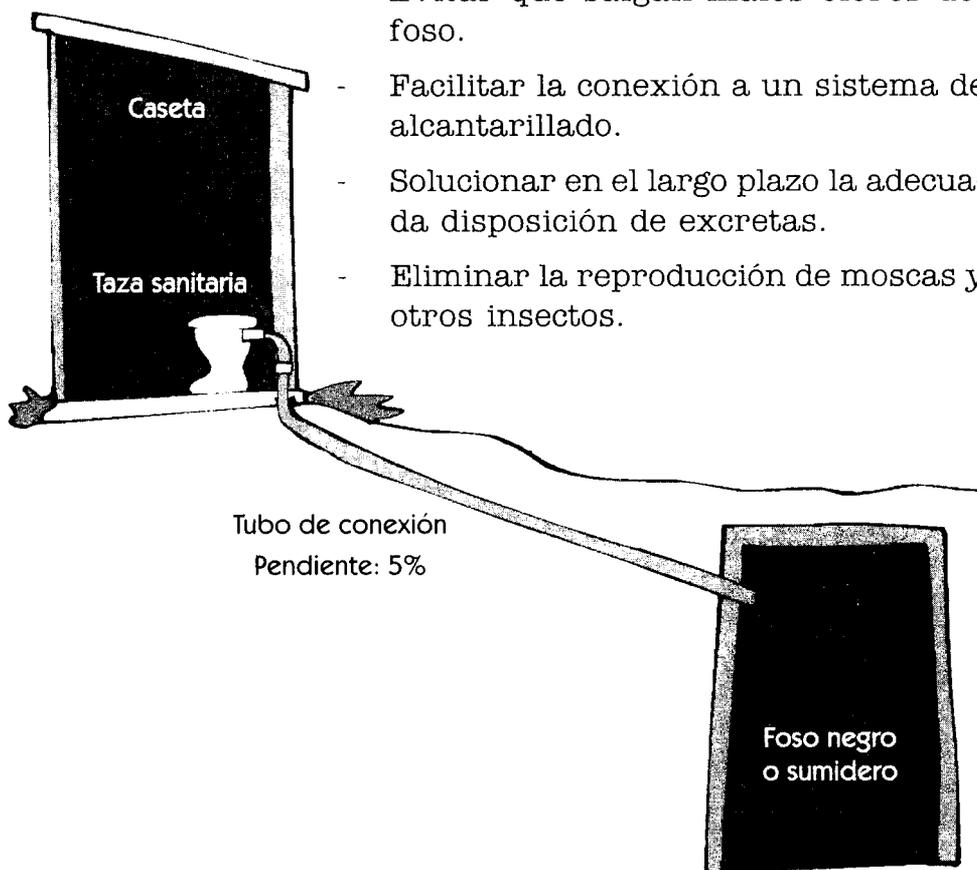
Debido a que la taza permite mantener el sifón lleno de agua, este inodoro es tan higiénico como el convencional y se puede instalar dentro de la vivienda.



- 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.

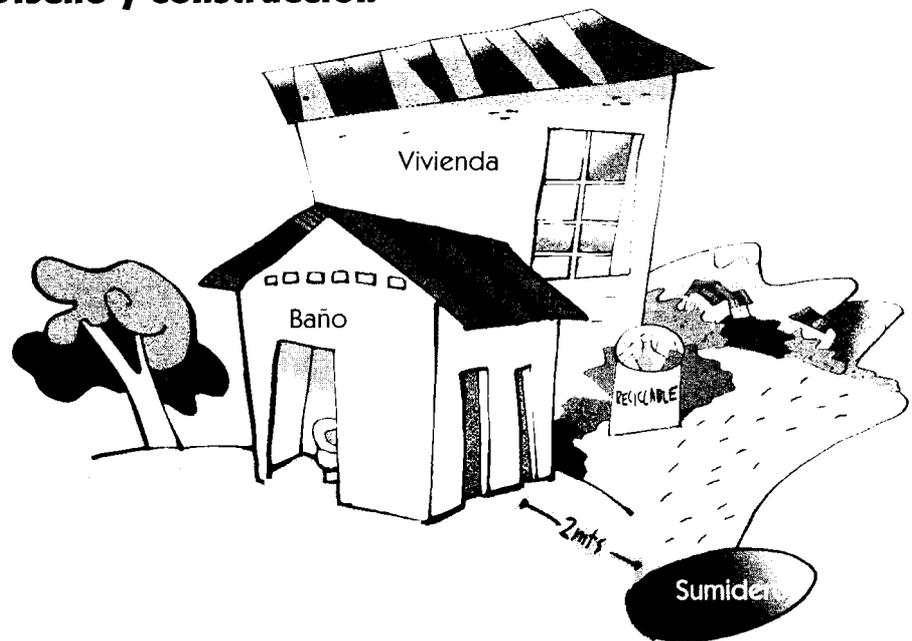


- Los sólidos se digieren biológicamente, reduciendo el volumen de sólidos acumulados en el foso negro.
- Evitar la contaminación de aguas superficiales o subterráneas y del suelo.

**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 <sup>3</sup>	1
Arena de río gruesa	m <sup>3</sup>	1.5
Gravilla	m <sup>3</sup>	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**



LOCALIZACIÓN

# Procedimiento

## 1. Localización

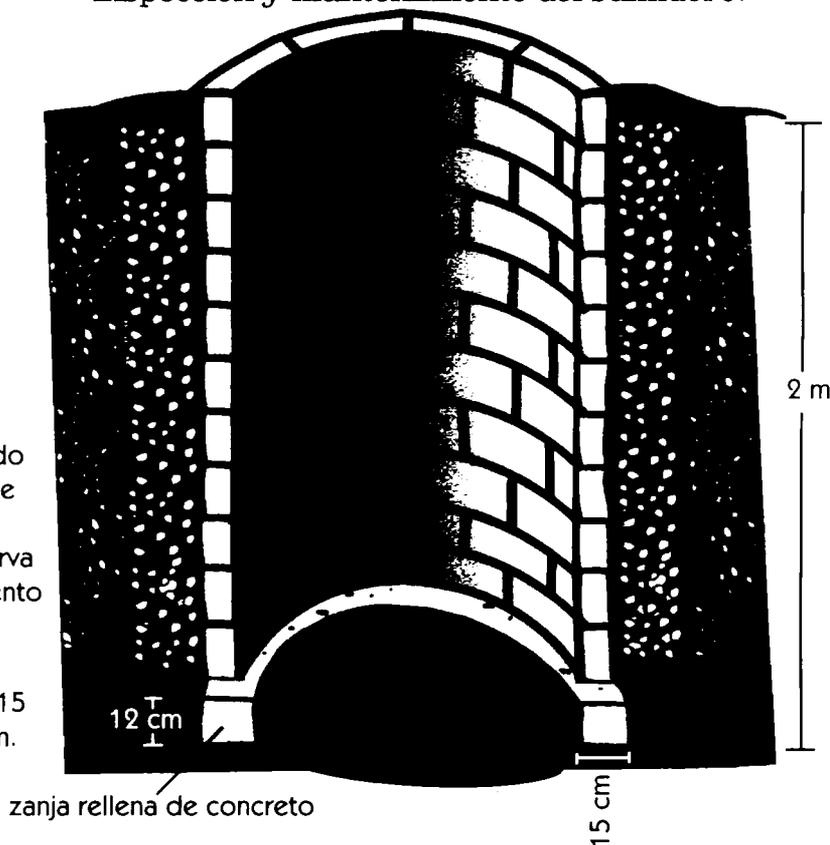
El inodoro de sello hidráulico se puede instalar en la vivienda, teniendo en cuenta que el pozo negro o sumidero debe localizarse por fuera y a una distancia mínima de dos metros de cualquier cimentación o bases de la vivienda.

## 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. En el fondo tiene una zanja que se debe rellenar con concreto para que sirva de base al revestimiento de bloque o ladrillo. 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



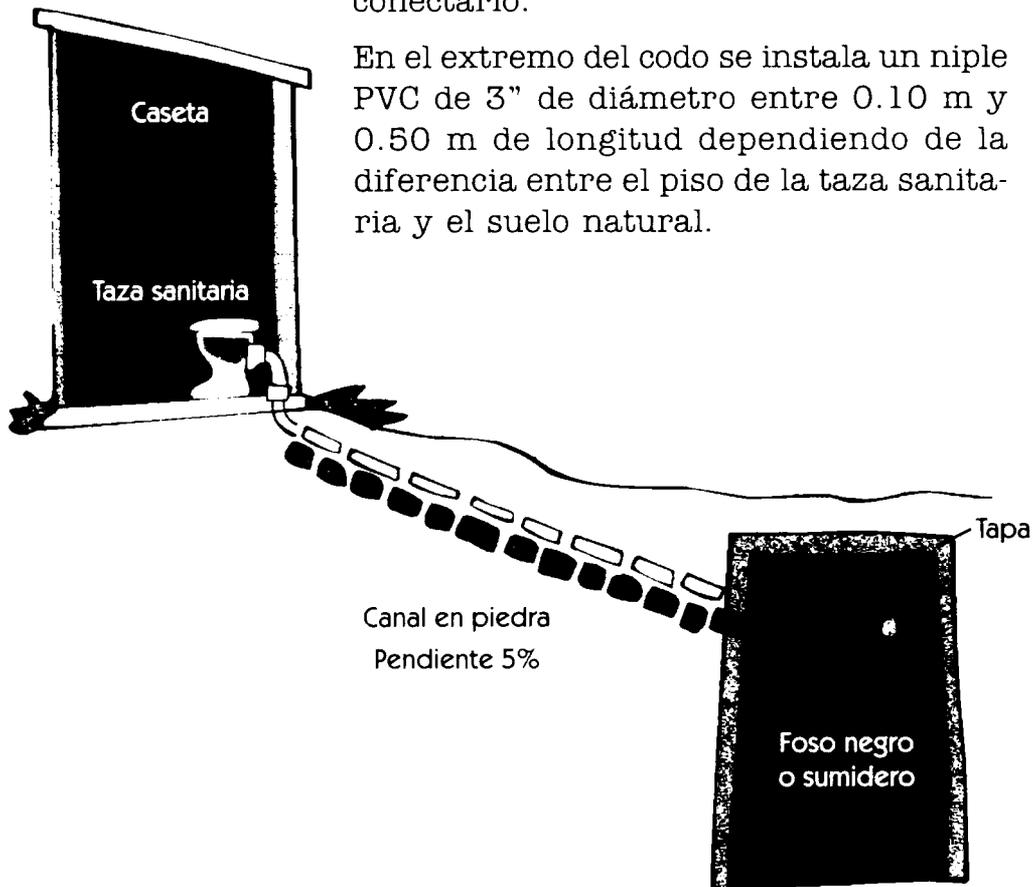
La taza se instala horizontalmente sobre dos bloques para lograr una altura adecuada en el momento de usarla.

Va pegada al piso con cemento gris.

En el extremo de la taza sanitaria se instala un codo PVC sanitario recto de tres pulgadas de diámetro. Para lograr un perfecto acople es necesario calentar el accesorio y abrirle un poco la boca antes de conectarlo.

En el extremo del codo se instala un niple PVC de 3" de diámetro entre 0.10 m y 0.50 m de longitud dependiendo de la diferencia entre el piso de la taza sanitaria y el suelo natural.

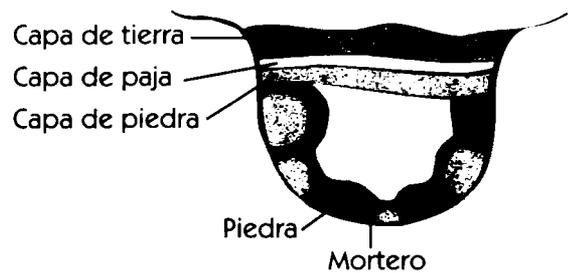
INODORO DE SELLO  
HIDRÁULICO CON  
DESCARGA MANUAL  
REDUCIDA



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

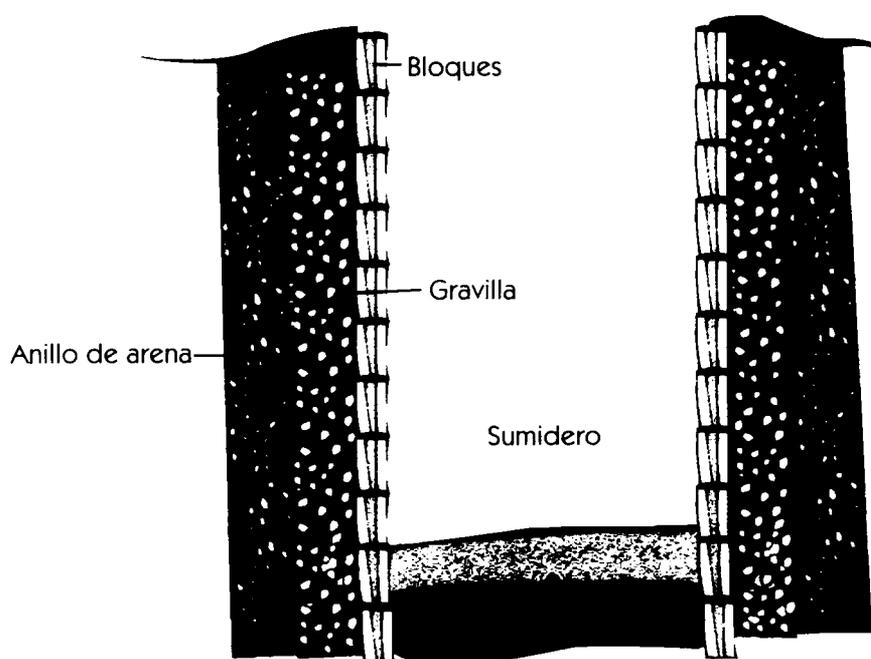
INSTALACIÓN DE LA TAZA SANITARIA CON SUMIDERO Y CASETA.



## 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, construya 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 instalación de esta unidad sanitaria es muy similar a la del inodoro de sello hidráulico con descarga manual reducida más la instalación de la ducha.

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 <sup>3</sup>	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



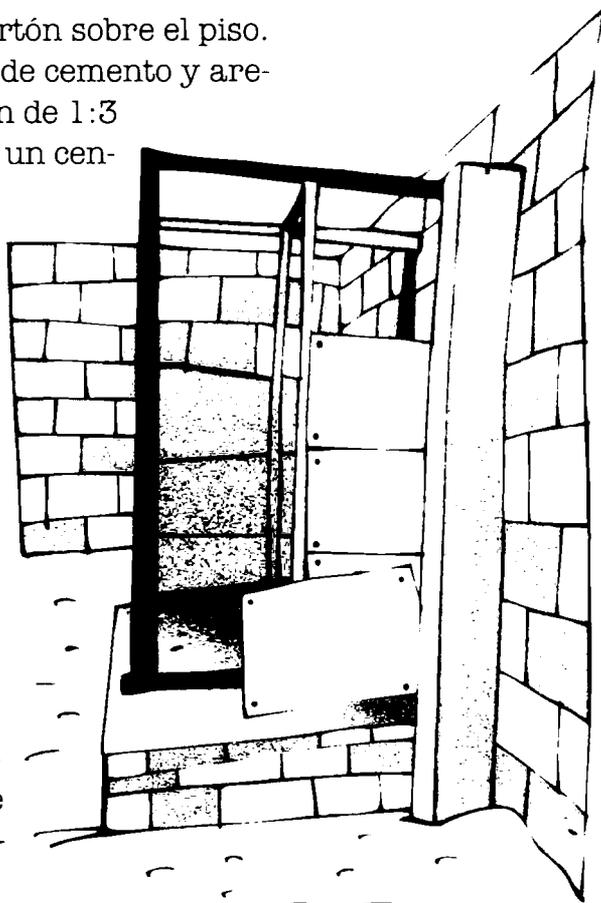
## Construcción de la caseta

### Procedimiento

Elaboración de plaquetas prefabricadas:

Formaleta en madera - Alto = 2 centímetros

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. Prepare una mezcla de cemento y arena en una proporción de 1:3 y ponga 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 1 1/2 ". 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 del inodoro de sello hidráulico con descarga manual reducida.

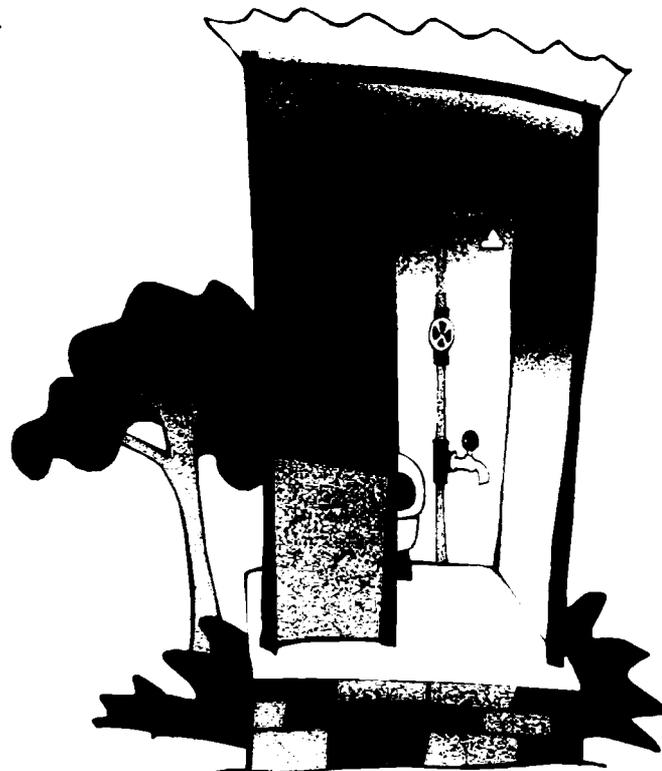
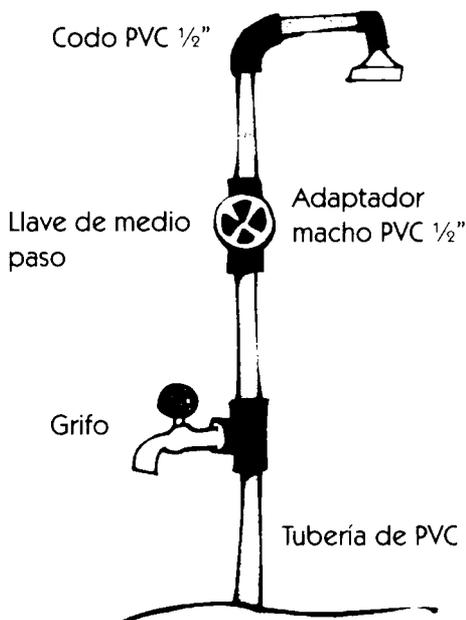


- Las aguas provenientes del aseo personal no deben ingresar al foso negro o sumidero, porque contienen jabones disueltos que al ingresar al foso dañan el proceso biológico y natural que ocurre en el interior evitando la degradación de la materia fecal. Por tal razón, estas aguas deben ser drenadas por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

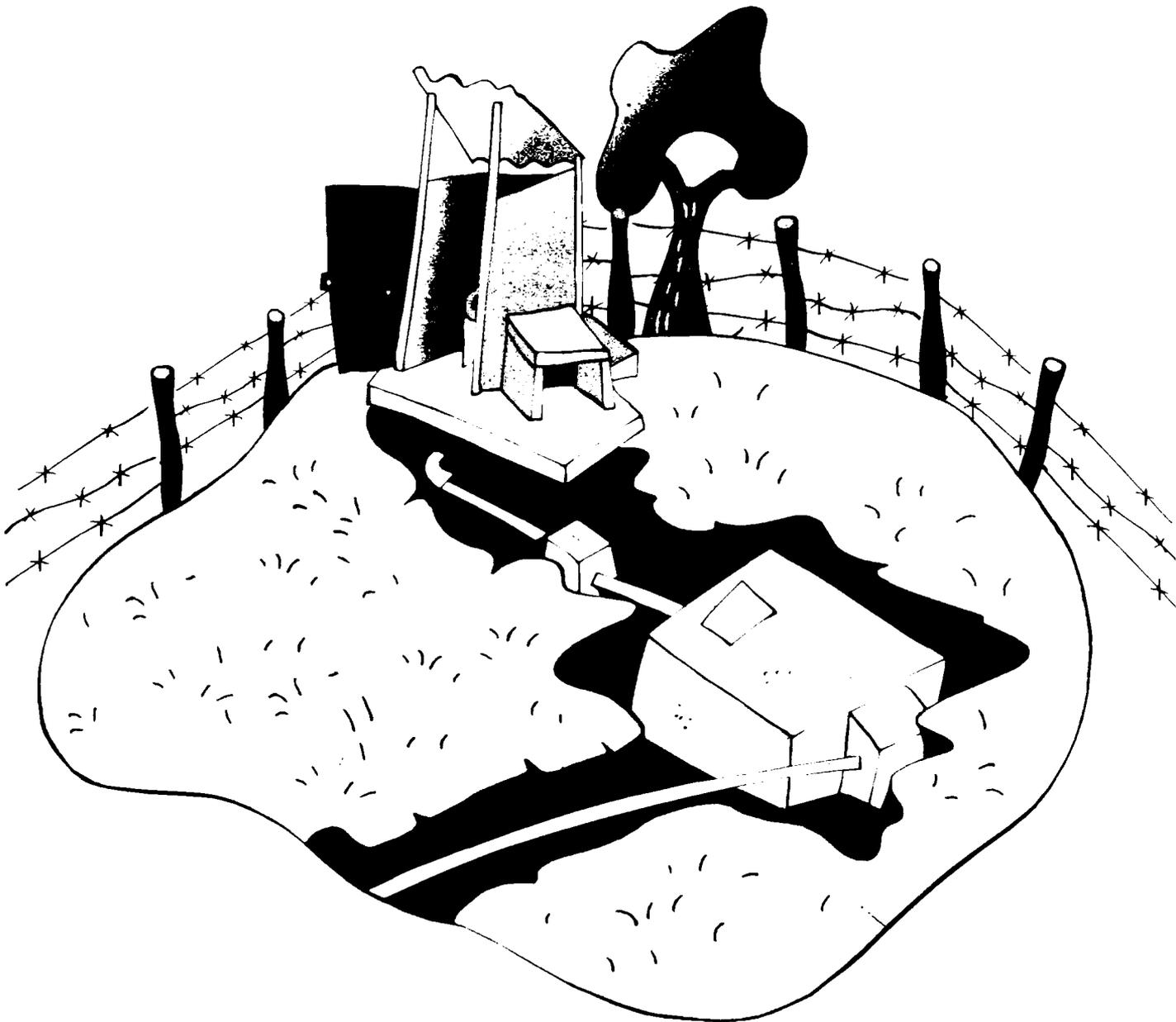
### Instalación de la ducha con desagüe independiente

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

ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LA DUCHA



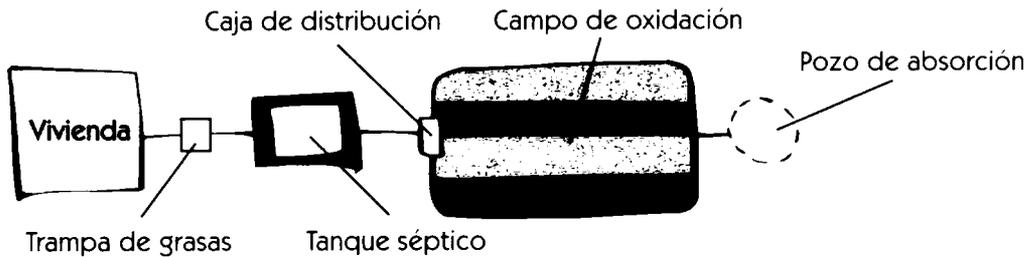
# Sistemas sépticos



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:

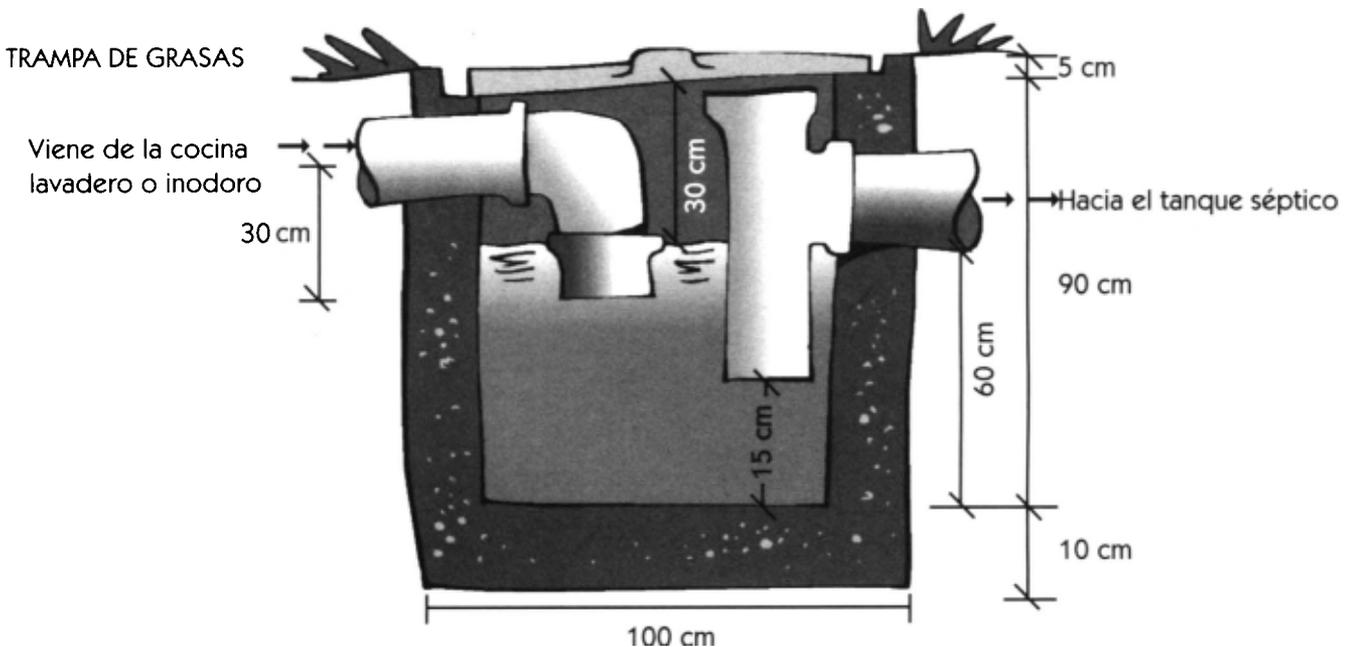
- Trampas de grasas
- Tanque séptico
- Cajas distribuidoras
- Campos de oxidación
- Pozos de absorción



### 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 <sup>3</sup>	0.2
Codo PVC Ø 4"	un	1
Tee PVC Ø 4"	un	1

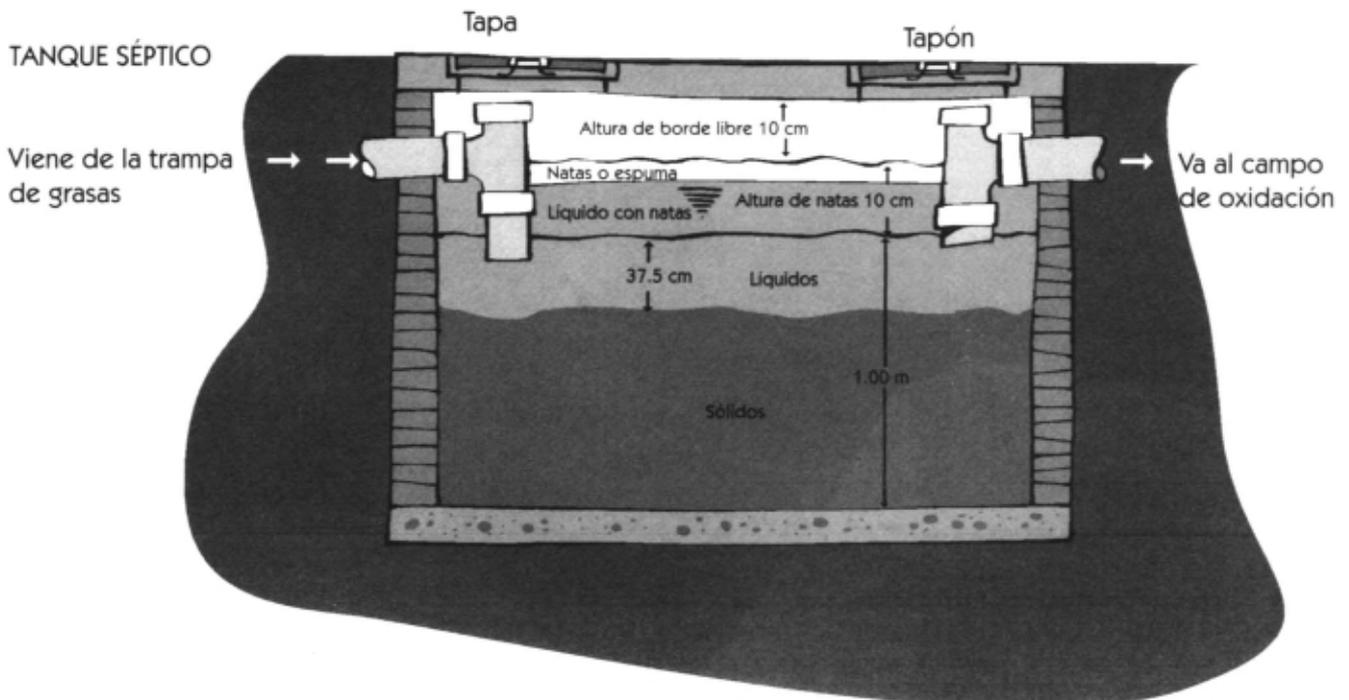
La trampa de grasas se ubica en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior.

## 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.

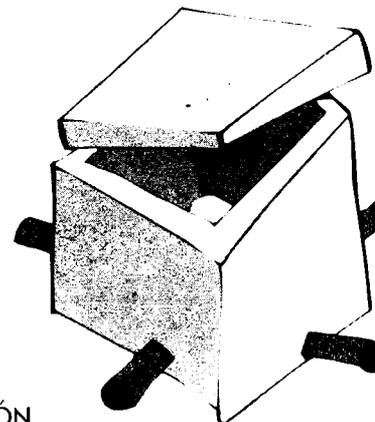
Para esto se puede colocar un tubo de ventilación.

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

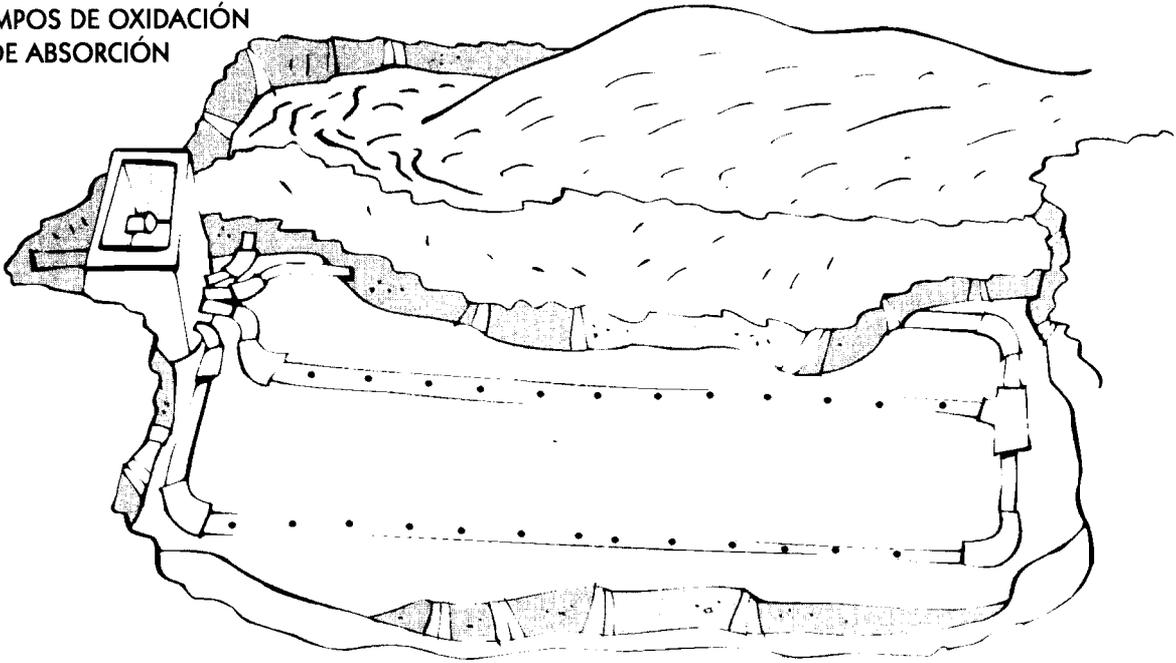
Materiales	Un.	Cant.
Cemento	bulto	7
Arena	m <sup>3</sup>	1
Gravilla	m <sup>3</sup>	1.5
Ladrillo (6x10x24)	un	880
Varilla 3/8" L = 6m	un	6
Tee PVC 4"	un	1
Codo PVC Ø4"	un	1.5
Tee PVC 90x6"	un	1

**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

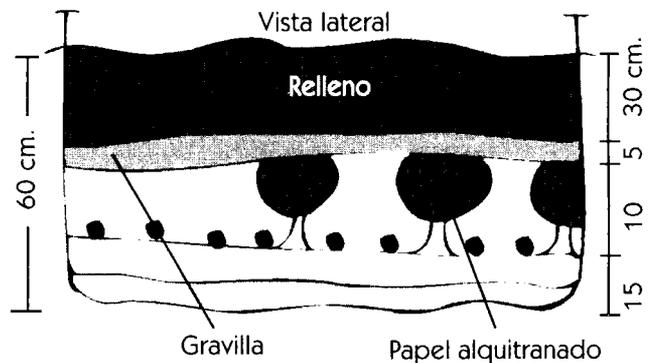
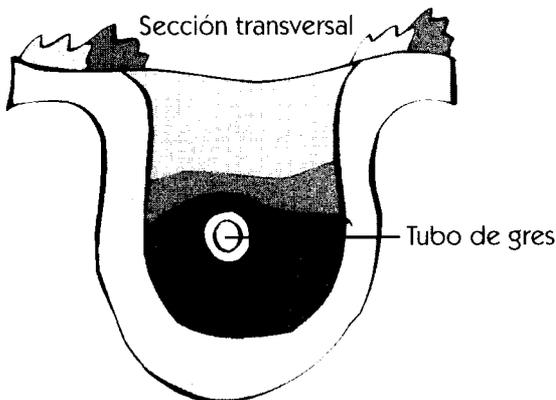
Cuando las condiciones del lugar son óptimas y no hay amenaza para la calidad de las aguas subterráneas, usualmente la infiltración en el suelo es el mejor método para que el líquido que proviene de la caja de distribución.

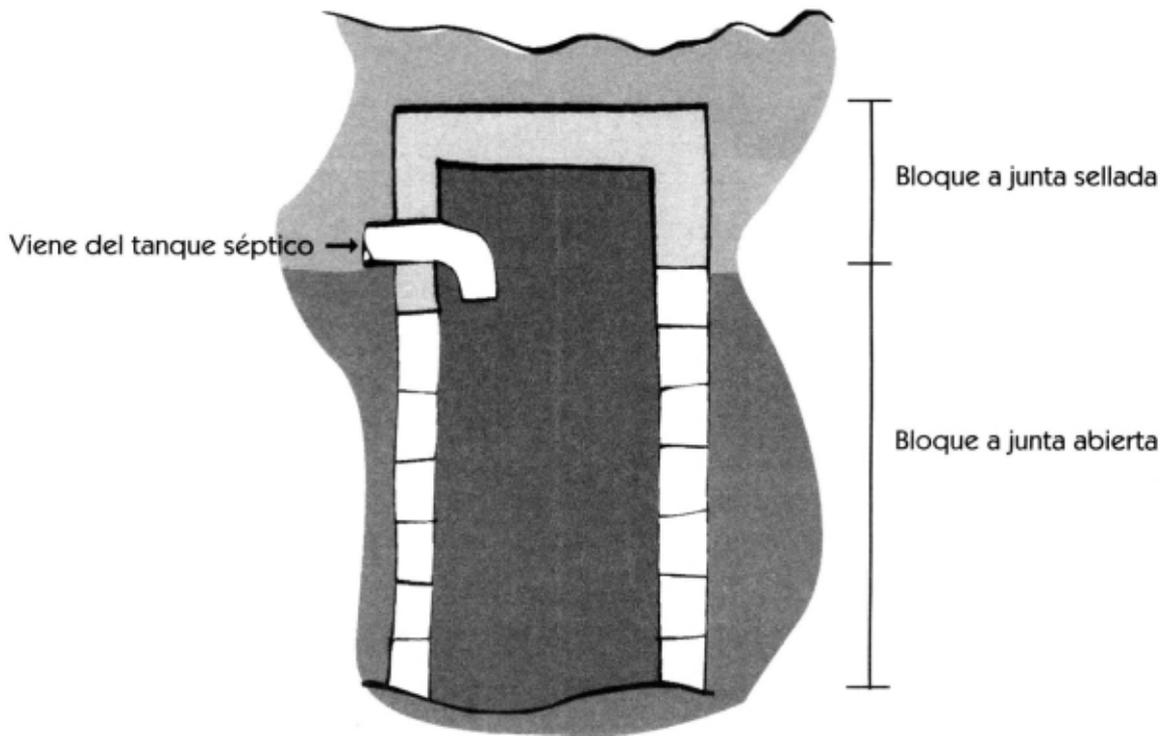
El líquido pasa a través de una tubería perforada, generalmente de gres, con 4" de diámetro.

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.

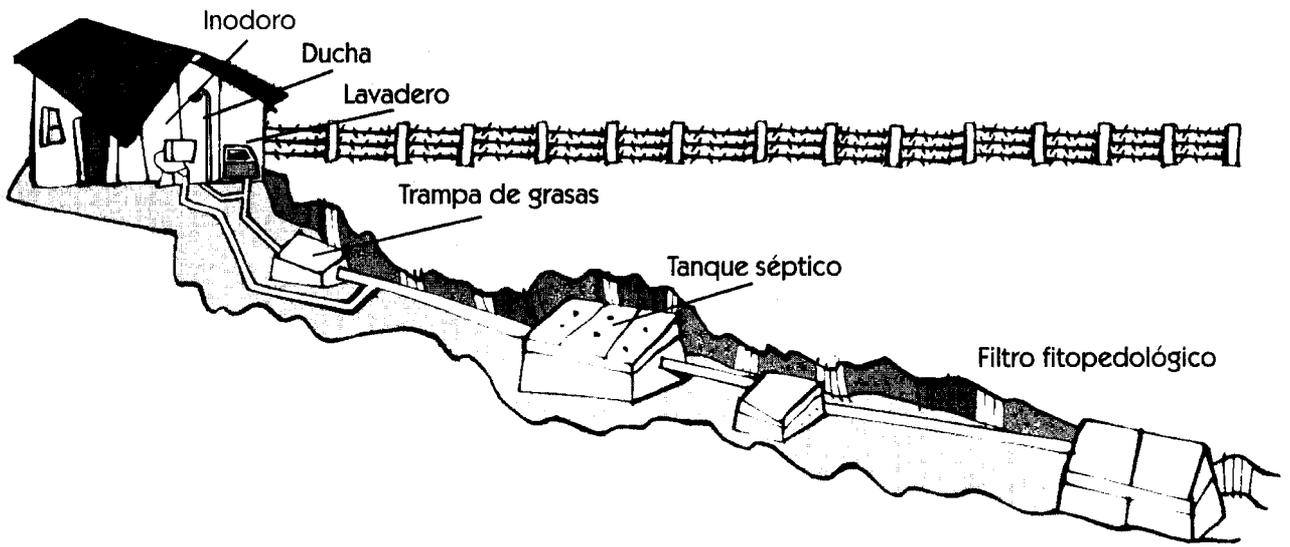
Cada pozo debe tener tapa de inspección.

## **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

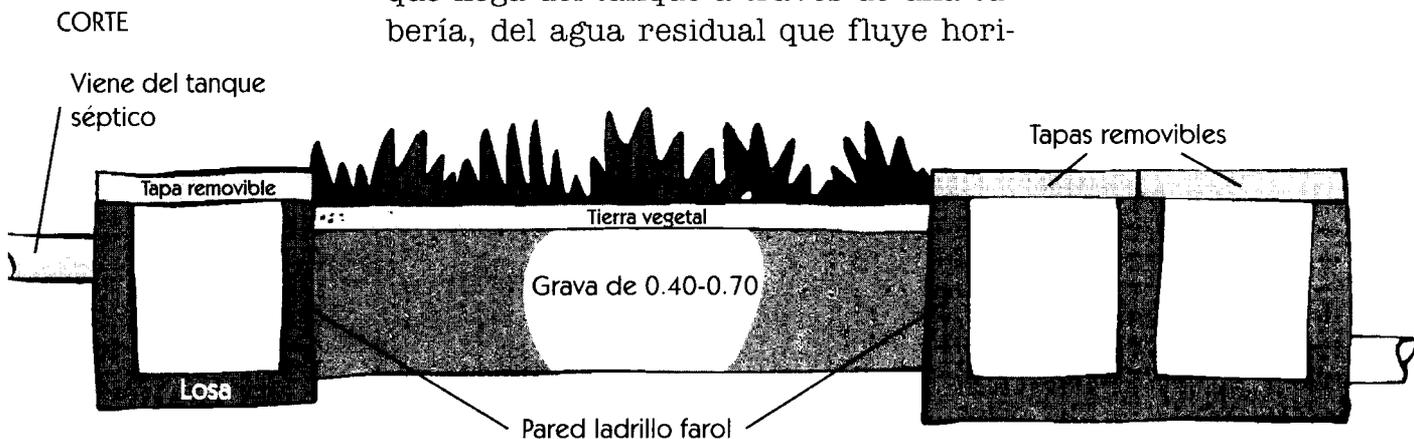


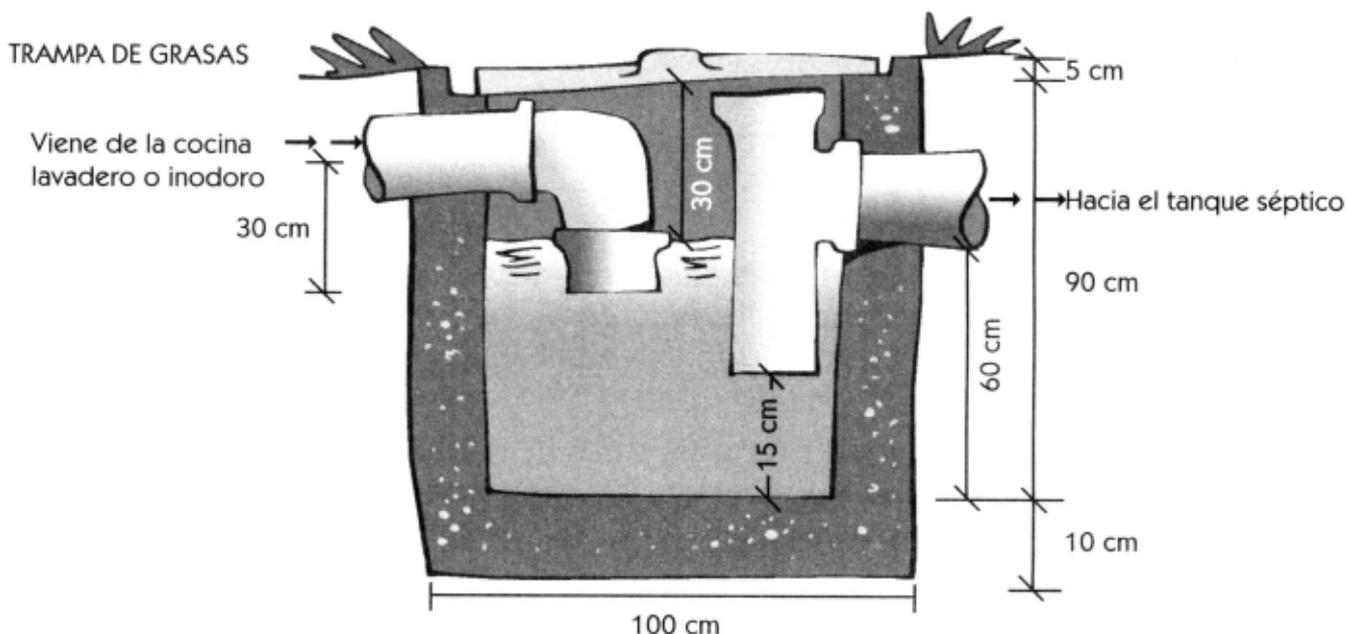


El filtro fitopedológico, también llamado lecho hidropónico de grava, se construye haciendo un lecho filtrante en una zanja excavada en el suelo, recubierta con polietileno grueso o geomembrana en el fondo, la tapa y las paredes, con el fin de evitar infiltraciones hacia el terreno o del terreno hacia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

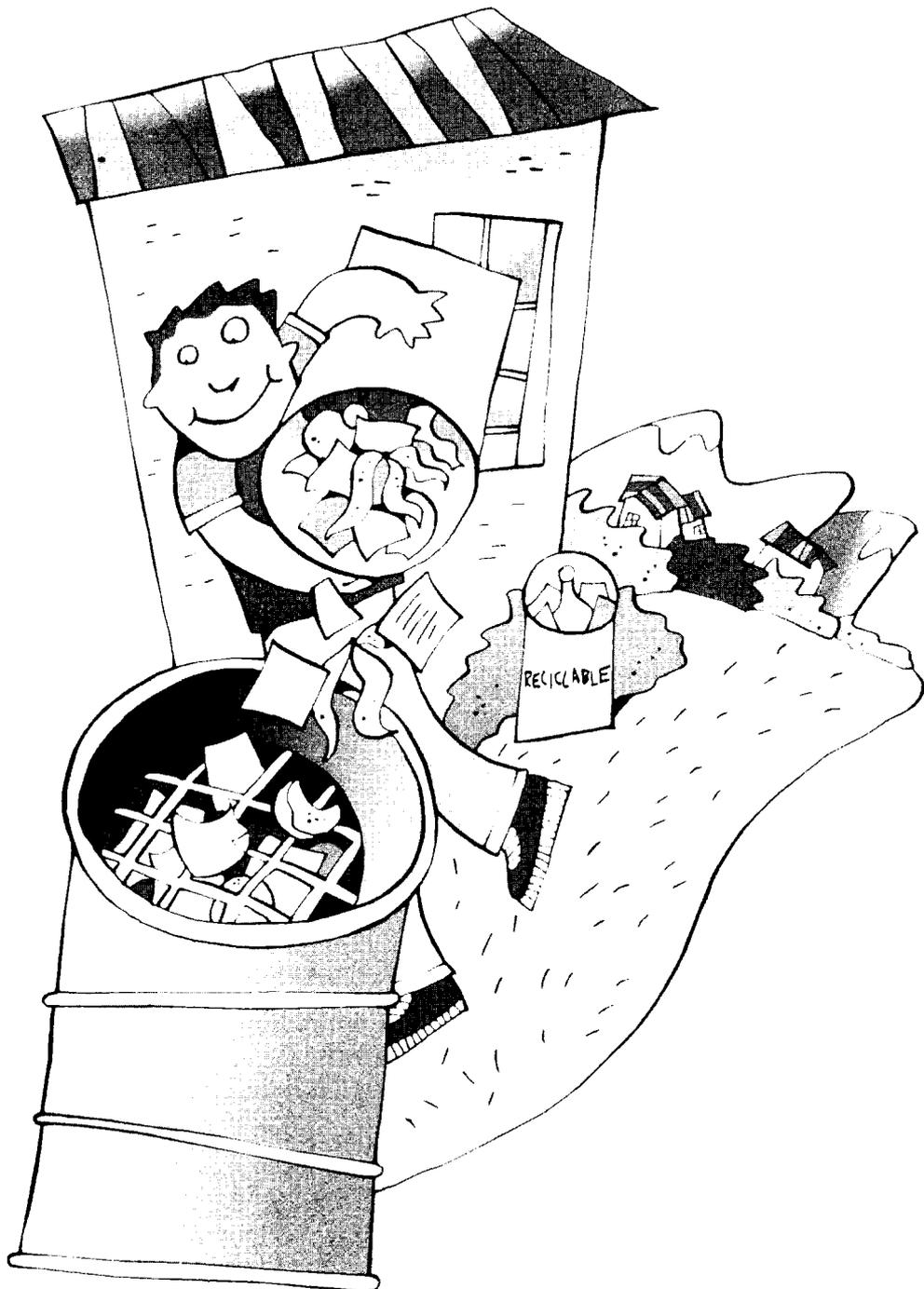
La caja colectora del filtro se debe revisar para retirar la posible sedimentación que se haya acumulado en el fondo.

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.

# 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.

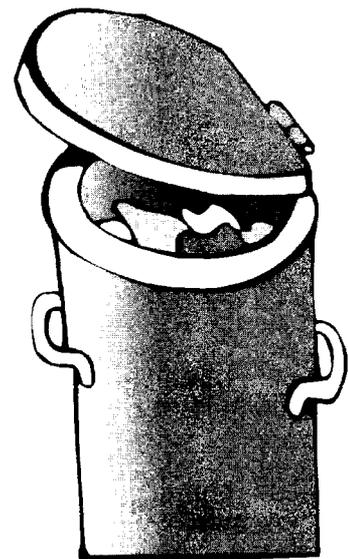
Las sustancias biodegradables son residuos de origen orgánico que se descomponen fácilmente, como sobrantes de comida, cáscaras, frutas, etc.

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 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.

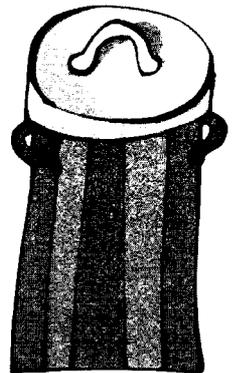
Las basuras almacenadas en canecas o bolsas plásticas deben ser sacadas fuera de la vivienda el día que pase el camión recolector. Si no se cuenta con este servicio, existen algunos procedimientos para disponer de las basuras, tema que se tratará más adelante.

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 carrromulas y tricilos 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 <sup>3</sup>	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

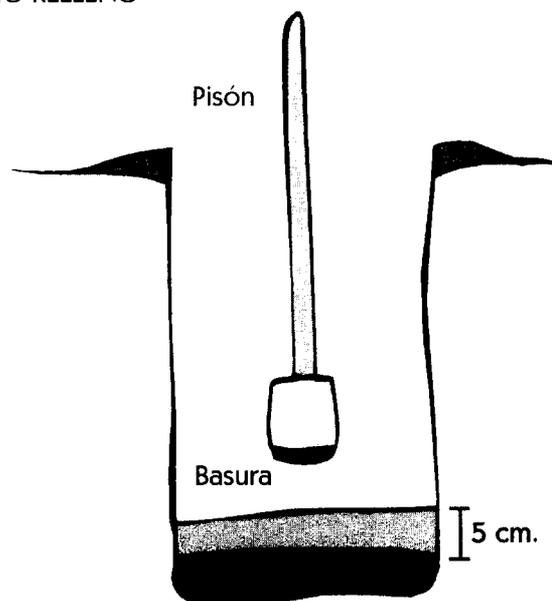
Profundidad: 1.50 m

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.

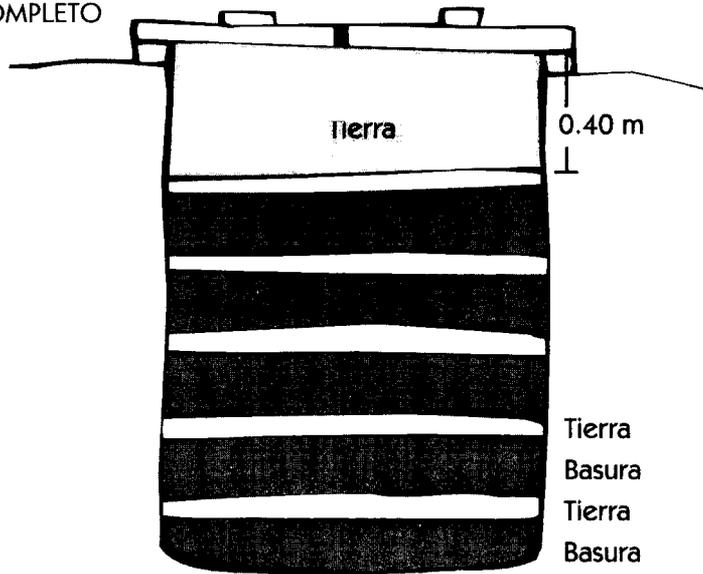
Estas tapas pueden ser elaboradas en ferrocemento (arena, cemento y malla de pollos).

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

INICIO RELLENO



## RELLENO COMPLETO



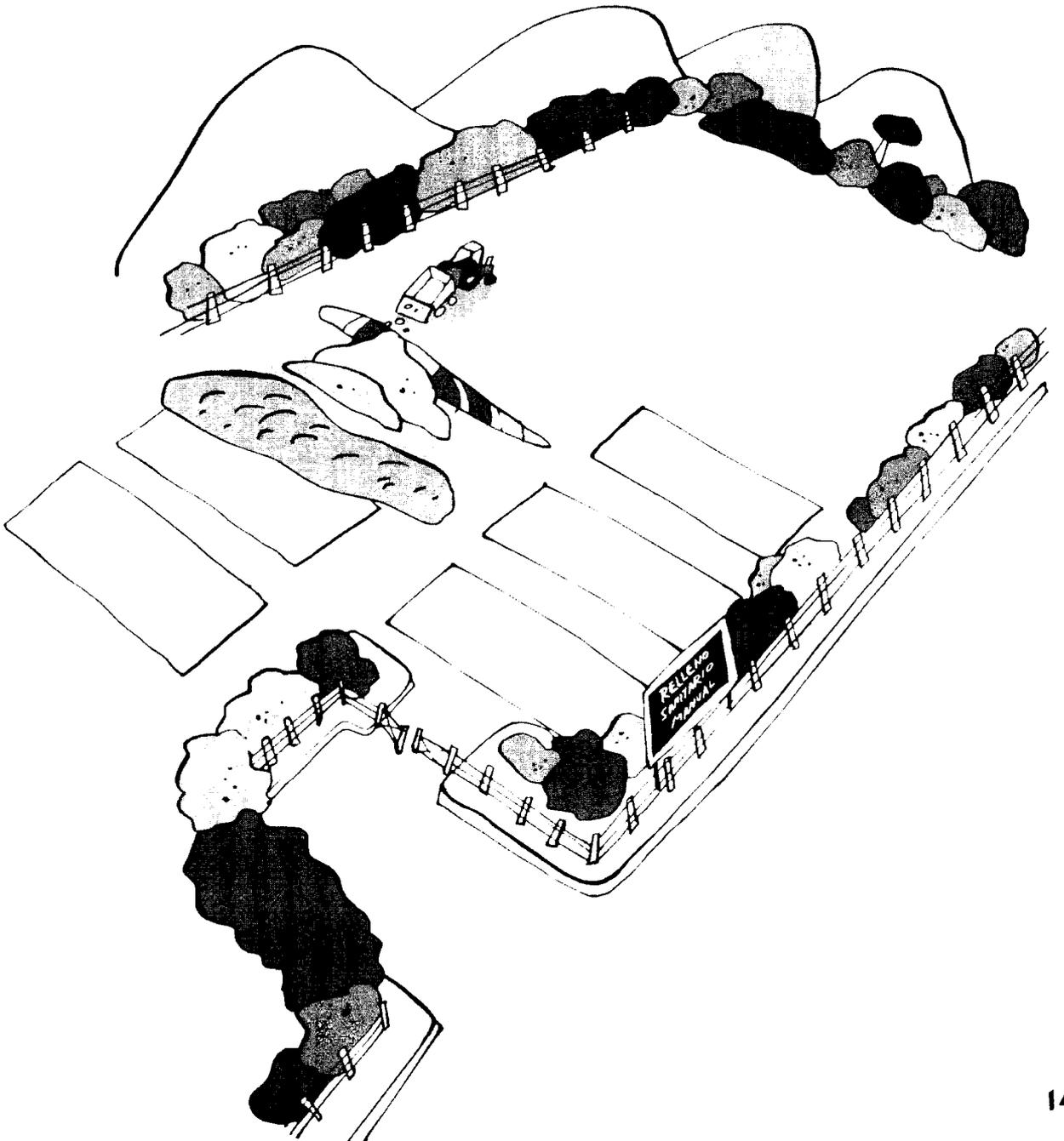
El procedimiento consiste en vaciar dentro del hueco las basuras producidas en el día e ir tapando y compactando con tierra hasta que la basura se cubra totalmente.

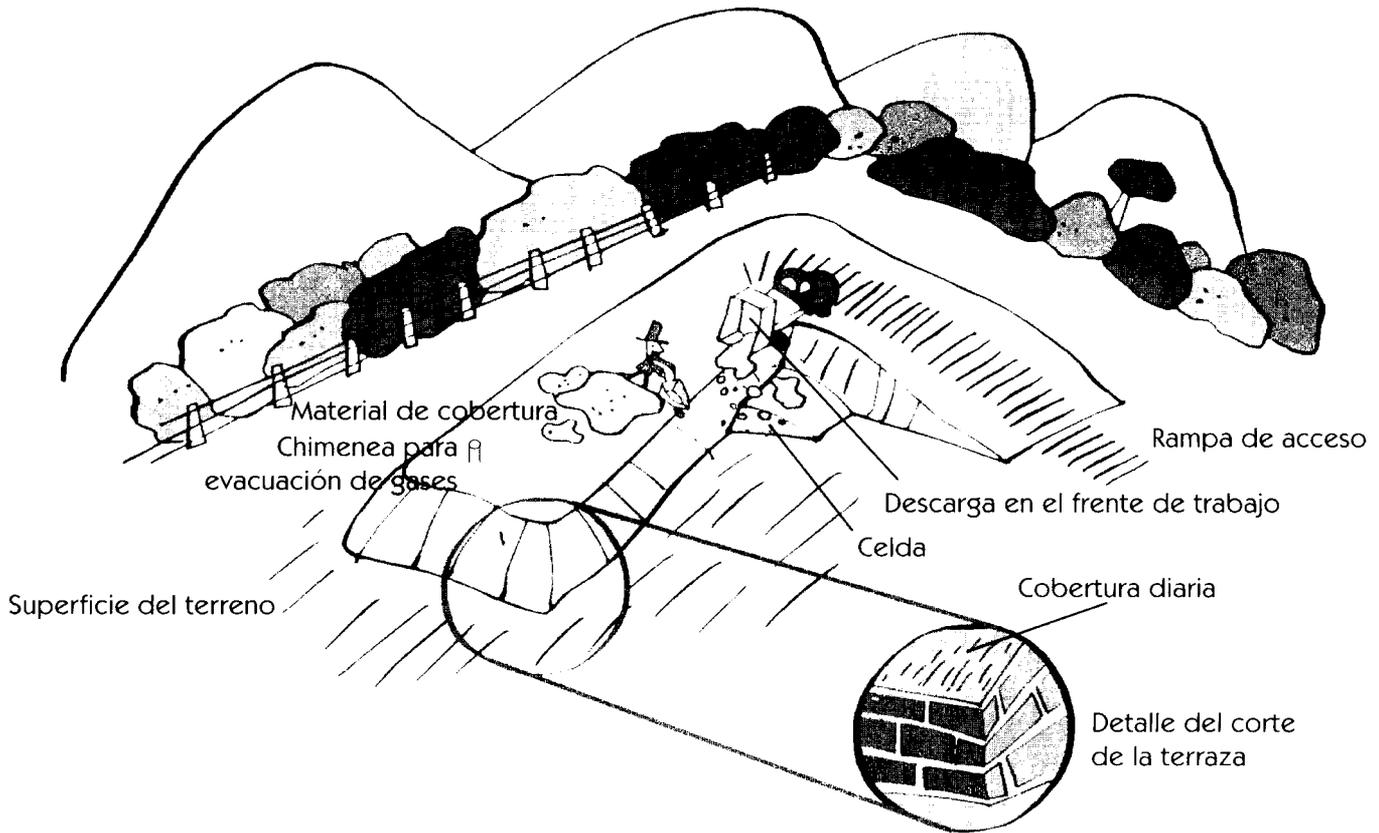
Cuando la basura llega a una profundidad de 0.40 m con respecto a la superficie del terreno, se sella el hueco con tierra para evitar la proliferación de insectos y roedores. La tapa se retira hacia el otro hueco que se excavará próximo al primero.



- 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.

# Relleño 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.

### **Principios 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 uno 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 digester 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.

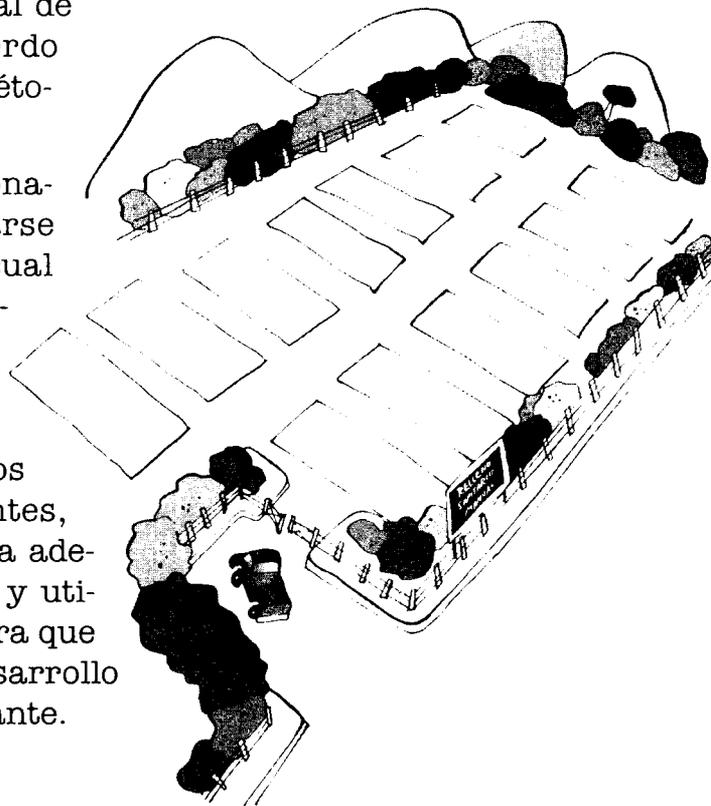
- Evitar incendios y presencia de humo.
- Minimizar los malos olores.
- Disminuir la entrada del agua de lluvias a la basura.
- Orientar los gases hacia las chimeneas para evacuarlos del relleno sanitario.
- Dar una apariencia estética aceptable.
- Servir como base para las vías de acceso internas.
-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

Los trabajos adicionales pueden realizarse manualmente, lo cual permite a estas poblaciones de bajos recursos, sin medios para adquirir y mantener equipos pesados permanentes, disponer de manera adecuada sus basuras y utilizar 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



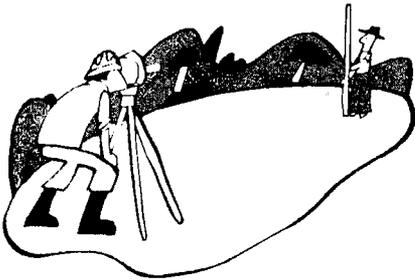
1. Identificación del sitio a rellenar y sus alrededores.

2. Análisis de las condiciones hidrogeológicas.

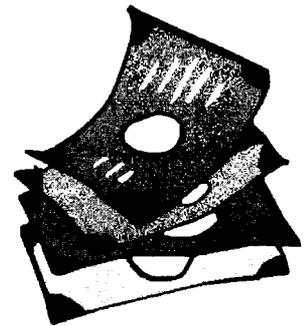


3. Levantamiento topográfico.

4. Elaboración del diseño.



5. Análisis de costos.

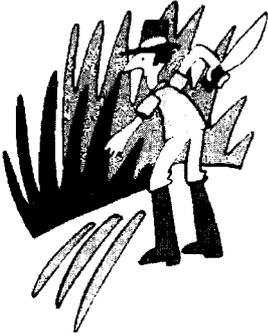


6. Presentación del proyecto a las autoridades.

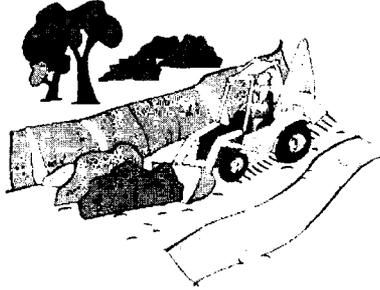


## B. Preparación del terreno y construcción de obras

1. Limpieza y desmonte.



2. Construcción de la vía de acceso interna.



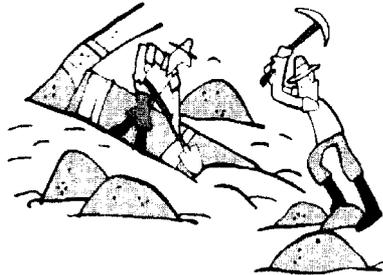
3. Encerramiento del terreno-cerca.



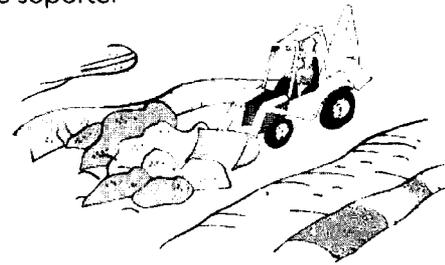
4. Siembra de árboles a nivel perimetral.



5. Construcción del drenaje periférico.



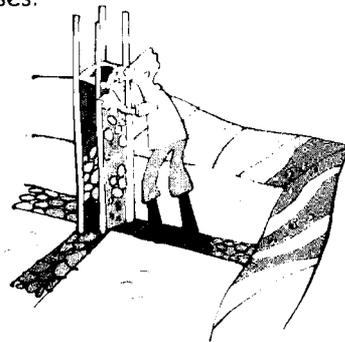
6. Preparación del suelo de soporte.



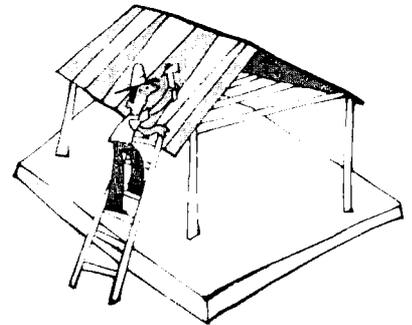
7. Construcción de drenajes internos.



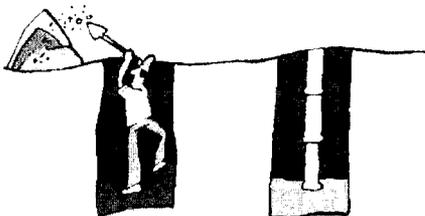
8. Preparación de ventanillas de gases.



9. Construcción de la caseta y las instalaciones sanitarias.



10. Excavación de pozos de monitoreo.

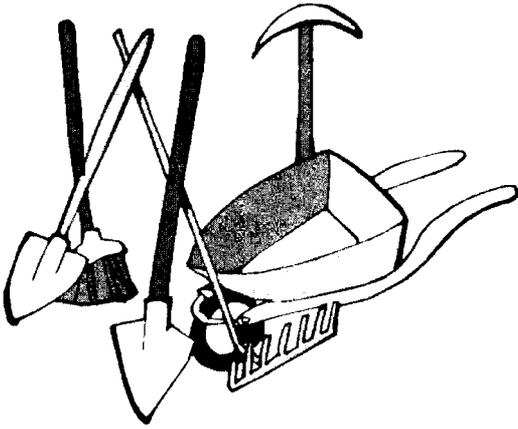


11. Diseño y ubicación del cartel de identificación.

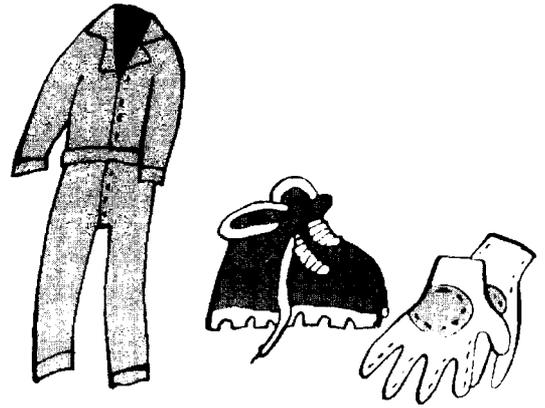


## C. Operación y mantenimiento

1. Adquisición de herramientas.



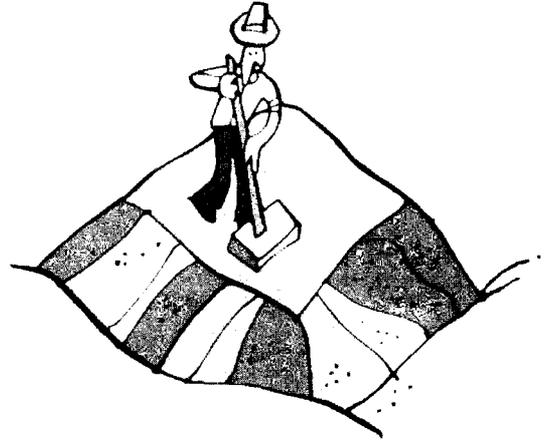
2. Adquisición de elementos de protección de los trabajadores.



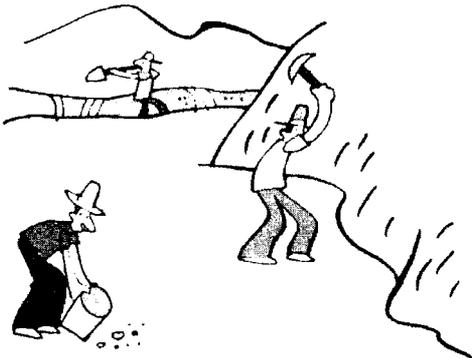
3. Clausura del botadero.



4. Inicio de la operación de relleno.



5. Mantenimiento permanente.



6. Preparación del presupuesto anual.



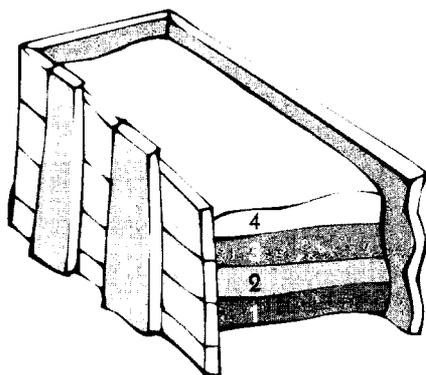
## Compost

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

### Procedimiento

- Elabore una caseta de palos o gualdas.
- 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.

COMPOST



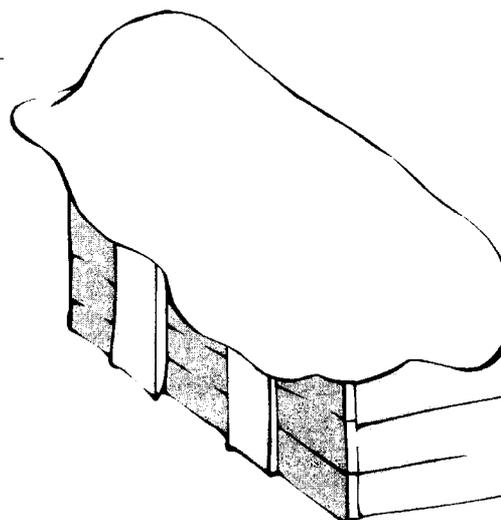
1. Basura
2. Estiércol
3. Ceniza
4. Tierra

## Reciclaje

Es el proceso por el cual las basuras se separan, recogen, clasifican o almacenan para finalmente 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.