

Nota Técnica Número 13

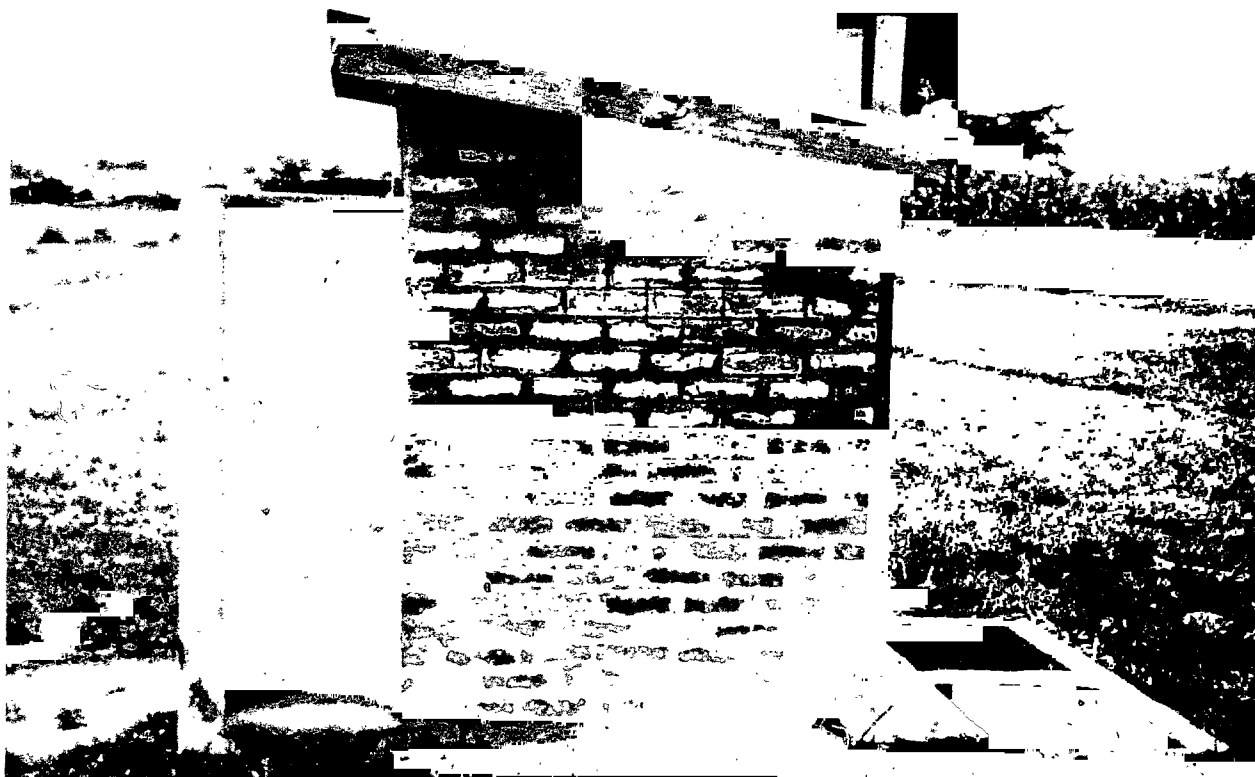
**TAG 0013**

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo  
Proyecto Interregional INT/81/047  
Agencia Ejecutora: Banco Mundial

1984

# **Diseño de Letrinas Mejoradas de Pozo Ventilado (VIP)**

por D. Duncan Mara  
Grupo Asesor en Tecnología (TAG)



NACIONES UNIDAS



1981-1990

Una contribución conjunta del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Banco Mundial para el Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento

LISTA DE LAS PUBLICACIONES DEL  
GRUPO ASESOR EN TECNOLOGIA (TAG)  
PROYECTO INTERREGIONAL DEL PNUD INT/81/047

- WP/01 **A Model for the Development of a Self-help Water Supply Program** (Un Modelo para el Desarrollo del Programa de Autoayuda de Abastecimiento de Agua); por Colin Glennie.
- WP/02 **Ventilated Improved Pit Latrines: Recent Developments in Zimbabwe** (Letrinas Mejoradas de Pozo Ventilado: Recientes Adelantos en Zimbabwe); por Peter Morgan y D. Duncan Mara.
- TN/01 **Methods for Gathering Socio-Cultural Data for Water Supply and Sanitation Projects** (Métodos para la Recopilación de Datos Socioculturales sobre el Abastecimiento de Agua y Proyectos de Saneamiento); por Mayling Simpson-Hebert.
- TN/02 **Planning of Communication Support (Information, Motivation and Education) in Sanitation Projects and Programs** (Planificación del Apoyo de la Comunicación (Información, Motivación y Educación) en Proyectos y Programas de Saneamiento); por Heli Perrett.
- TN/03 **The Ventilated Improved Double-Pit Latrine: A Construction Manual for Botswana** (Las Letrinas Mejoradas de Doble Pozo Ventilado: Manual de Construcción para Botswana); por John van Nostrand y James G. Wilson.
- TN/04 **Pit Latrine Ventilation: Field Investigation Methodology** (Ventilación de las Letrinas de Pozo: Metodología para la Investigación de Campo) por Beverly Ryan y D. Duncan Mara.
- TN/05 **Social Feasibility Analysis of Low-cost Sanitation Projects** (Análisis de Factibilidad Social de los Proyectos de Saneamiento de Bajo Costo); por Heli Perrett.
- TN/06 **Ventilated Improved Pit Latrines: Vent Pipe Design Guideline** (Letrinas Mejoradas de Pozo Ventilado: Guía del Diseño del Tubo de Ventilación); por Beverly Ryan y D. Duncan Mara.
- TN/07 **Community-based Workshops for Evaluating and Planning Sanitation Programs: A Case Study of Primary Schools Sanitation in Lesotho** (Talleres Basados en Comunidades para la Evaluación y Planificación de Programas de Saneamiento: Estudio de un Caso de Saneamiento en Escuelas Primarias en Lesotho); por Piers Cross.
- TN/08 **Rural Ventilated Improved Pit Latrines: A Field Manual for Botswana** (Letrinas Mejoradas de Pozo Rural Ventilado) por John van Nostrand y James G. Wilson.

Nota Técnica Número 13

# Diseño de Letrinas Mejoradas de Pozo Ventilado

D. Duncan Mara  
Grupo Asesor en Tecnología (TAG)



NACIONES UNIDAS



1981-1990

Una contribución conjunta del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Banco Mundial para el Decenio Internacional del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento

Copyright © 1984  
Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo/BANCO MUNDIAL  
1818 H Street, N.W.  
Washington, D.C. 20433  
E.U.A.

Todos los derechos reservados  
Producido en los Estados Unidos de América

Traducción del inglés por María Eugenia Arbañil,  
Programa de Prácticas en Traducción,  
Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú/CEPIS, OPS/OMS

## PREFACIO

La presente Nota Técnica escrita por D. Duncan Mara, presenta una propuesta general para el diseño de letrinas mejoradas de pozo ventilado (Ventilated Improved Pit Latrines, VIP), el cual se basa en una reciente experiencia del TAG\* en Botswana, Brasil, Ghana, Kenia, Lesotho, Tanzania y Zimbabwe. En otras Notas Técnicas de esta serie se proporcionan detalles adicionales de los diseños para un país específico (actualmente para Botswana, Tanzania y Zimbabwe).

Este documento forma parte de una serie de Notas Técnicas informales preparadas por el TAG sobre diferentes aspectos de los programas de abastecimiento de agua y saneamiento en países en desarrollo. El énfasis inicial del TAG se centraba en la promoción de un giro de política pasando de tecnologías de alto costo a las tecnologías de bajo costo para el saneamiento en el sitio. En la actualidad, este énfasis está siendo dirigido progresivamente hacia su concentración en el desarrollo institucional para la entrega de programas de saneamiento a bajo costo en el sitio.

Esta nota se preparó inicialmente como documento de discusión interna. Su distribución más amplia no implica su endoso por parte de los organismos del sector, el gobierno, agencias donantes interesadas en los programas, ni por el Banco Mundial o el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

TAG está interesado en recibir comentarios y sugerencias sobre este documento y, en particular, información con respecto a los costos de los sistemas de tecnología, sistemas de entrega y apoyo y, en general, información sobre la experiencia en la implementación del programa. Cualquier comunicación puede ser remitida a la siguiente dirección: Project Manager, UNDP Project INT/81/047, Water Supply and Urban Development Department, The World Bank, 1818 H Street, N.W., Washington, D.C. 20433.

Gerente del Proyecto

---

\*TAG: Technology Advisory Group (Grupo Asesor en Tecnología) establecido como parte del Proyecto Global del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo GLO/78/006 (vuelto a numerar el 1º de enero de 1982; actualmente Project Interregional INT/81/047: **Desarrollo e Implementación de Proyectos de Inversión en Saneamiento a Bajo Costo**), ejecutado por el Banco Mundial.

## INDICE

	<u>Página</u>
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	1
<b>II. LETRINAS MEJORADAS DE POZO VENTILADO.....</b>	3
Descripción general .....	3
Control de olores .....	3
Control de los insectos .....	4
Componentes de la letrina .....	5
<b>III. LETRINAS VIP DE UN SOLO POZO .....</b>	7
Funciones y diseño del pozo .....	7
Losa cobertora y cimiento .....	16
Diseño de la superestructura .....	22
Diseño del tubo de ventilación .....	28
Fabricación de tubos rurales de ventilación .....	30
Reubicación y vaciamiento del pozo .....	33
Diseños dobles y con multicompartimentos .....	33
Diseños con sumideros ciegos .....	37
<b>IV. LETRINAS DE POZO ALTERNANTE.....</b>	40
Función y diseño del pozo .....	40
Diseño de la plataforma cobertora .....	43
Diseño de la superestructura de los tubos de ventilación .....	43
Unidades de multicompartimentos .....	43
Vaciamiento de los pozos .....	45

<b>V.</b>	<b>APLICABILIDAD Y LIMITACIONES .....</b>	<b>46</b>
	Densidad poblacional .....	46
	Nivel del servicio de abastecimiento de agua .....	46
	Condiciones del terreno .....	46
	Contaminación de aguas subterráneas .....	46
	Factores socioculturales .....	49
<b>VI.</b>	<b>CRITERIOS DE SELECCION DEL DISEÑO.....</b>	<b>50</b>
	Condiciones favorables del terreno .....	50
	Condiciones adversas del terreno .....	53
	Ejemplos del diseño .....	53
<b>VII.</b>	<b>COSTOS .....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS:</b>		
	<b>I. CRITERIOS DE CONSISTENCIA DEL TERRENO .....</b>	<b>60</b>
	<b>II. ESTUDIOS DE CASOS .....</b>	<b>61</b>
	<b>A. ZIMBABWE .....</b>	<b>61</b>
	<b>B. BOTSWANA .....</b>	<b>65</b>
	<b>C. TANZANIA .....</b>	<b>69</b>
	<b>D. GHANA .....</b>	<b>69</b>
	<b>E. BRASIL .....</b>	<b>72</b>
	<b>III. COSTOS DE COMPONENTES ALTERNATIVOS PARA LAS LETRINAS RURALES VIP DE LADRILLO EN ZIMBABWE .....</b>	<b>75</b>

## I. INTRODUCCION

1. Las enfermedades relacionadas con las excretas son responsables de una alta tasa de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo, especialmente entre las comunidades de bajos ingresos ubicadas en áreas marginales urbanas y en áreas rurales, donde comúnmente no se cuenta con abastecimiento de agua adecuado ni instalaciones para el saneamiento. Así, el control de excretas es sumamente importante si se debe reducir la incidencia de dichas enfermedades. Una reciente investigación auspiciada por el Banco Mundial <sup>1/</sup> ha demostrado claramente que se pueden reducir en gran medida las enfermedades relacionadas con las excretas mediante lo siguiente:

- (a) el suministro de servicios higiénicos, cualquiera sea su tipo, que las personas de cualquier edad podrán usar y mantener limpios.
- (b) el tratamiento efectivo de excretas o aguas residuales antes de la descarga o reuso.
- (c) la provisión de un abastecimiento de agua adecuado a fin de que el consumo de agua esté en el rango de 30 a 50 litros por persona al día, el cual es normalmente el requerimiento mínimo para el control de aquellas infecciones relacionadas con la excreta que tienen un modo de transmisión por el agua; y
- (d) un programa efectivo y continuo de educación sobre higiene personal presentado por la autoridad local responsable.

2. Las limitaciones económicas y financieras dictaminan que las tecnologías para el abastecimiento de agua y saneamiento a utilizarse para el control de las enfermedades relacionadas con las excretas que se dan en comunidades de bajos ingresos deben estar al alcance de dichas comunidades; por lo tanto dichas tecnologías deben tener costos de capital y operación bajos. En las áreas rurales y urbanas que tienen una densidad de población de hasta aproximadamente 300 personas por hectárea, la letrina VIP (Figura 1) será frecuentemente la tecnología de saneamiento de menor costo, técnicamente factible. El propósito de esta Nota Técnica es examinar los criterios generales de diseño para las letrinas VIP y revisar desarrollos recientes en el diseño de dicha letrina.

---

<sup>1/</sup> R.G. Feachem, D.J. Bradley, H. Garelick y D.D. Mara (1983). **Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management** (Saneamiento y Enfermedades: Aspectos para la Salud del Manejo de la Excreta y las Aguas Residuales). Chichester: John Wiley.



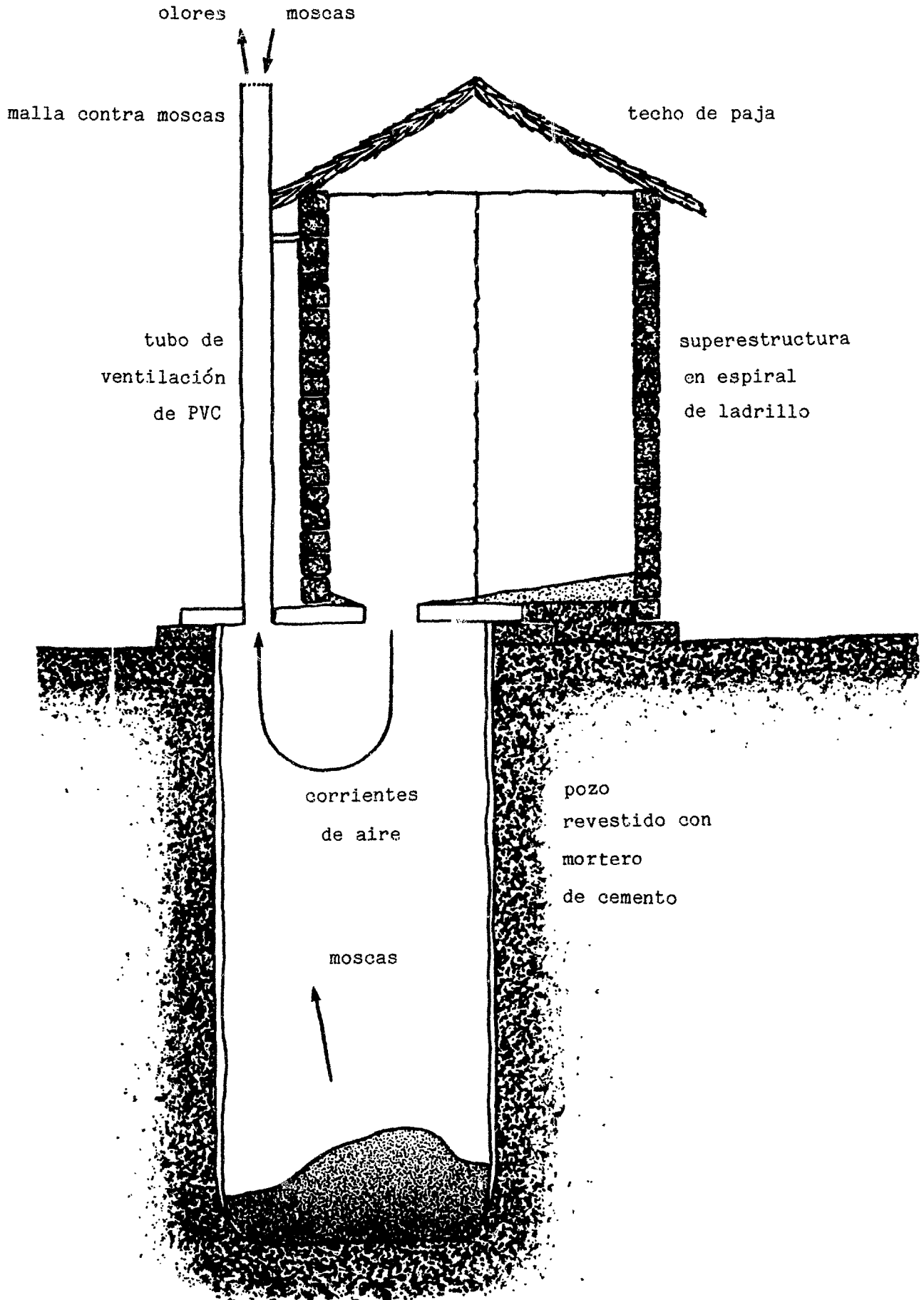


Figura 1: Diagrama esquemático de una letrina mejorada de pozo ventilado (VIP)

## II. LETRINAS MEJORADAS DE POZO VENTILADO (VIP)

### Descripción general

3. Las letrinas de pozo tradicionales (no ventilado) son una instalación de saneamiento muy común en muchos países en desarrollo. Sin embargo, éstas poseen dos serias desventajas: generalmente tienen mal olor y también se reproducen en ellas un número sustancial de moscas y de otros insectos portadores de enfermedades. Además, muy a menudo están mal construidas, resultando que sean comunes los derrumbes en el pozo. Las letrinas VIP reducen sustancialmente estas desventajas, habiéndose encontrado que son muy bien aceptadas socialmente en aquellos países donde se han instalado.

4. Una letrina VIP difiere de la letrina de pozo tradicional en que tiene un largo tubo de ventilación vertical que tiene una malla contra moscas acoplada a la parte superior. Dicho tubo es responsable del control tanto del olor como de las moscas, tal como se explica posteriormente en los párrafos 6 y 7.

5. Existen dos tipos básicos de letrina VIP: la letrina con un solo pozo y la que tiene dos pozos, la cual se conoce como letrina VIP alternante. Esta última (que se describe del párrafo 45 al 52) está diseñada para la remoción de los contenidos del pozo a intervalos regulares de dos a tres años; es una instalación de saneamiento permanente especialmente adecuada para utilizar en áreas urbanas de mediana densidad.

### Control de olores

6. El trabajo de campo que se ha realizado recientemente en Botswana y Zimbabwe <sup>2/</sup> ha demostrado que el mecanismo principal que induce la ventilación en letrinas VIP es la acción del viento que sopla sobre la parte superior del tubo de ventilación. El viento efectivamente succiona aire fuera del tubo de ventilación y este aire es reemplazado desde la atmósfera a través de la superestructura de la letrina y el agujero de la plataforma. En consecuencia, hay una fuerte circulación de aire desde la parte exterior de la letrina, a través de la superestructura y el agujero de la plataforma 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 y no a través

---

<sup>2/</sup> B.A. Ryan y D.D. Mara, **Pit Latrine Ventilation: Field Investigation Methodology** (Ventilación de la Letrina de Pozo: Metodología de la Investigación de Campo). Nota Técnica TAG No. 4; y **Ventilated Improved Pit Latrines: Vent Pipe Design Guidelines** (Letrinas Mejoradas de Pozo Ventilado: Pautas para el Diseño del Tubo de respiración). Nota Técnica TAG No. 6.

del agujero de la plataforma hacia la superestructura que, como resultado, se mantiene sin olor.<sup>3/</sup> Si las aberturas de la superestructura (puertas de entrada, etc.) están orientadas hacia el viento predominante, la mayor presión de aire resultante dentro de la superestructura aumenta el flujo de aire hacia arriba en el tubo de respiración, ayudando así también a controlar el olor en la última, por lo tanto la letrina debe estar diseñada para que cualquier abertura esté dirigida hacia el viento predominante. En los párrafos 27 al 38 se examinan las dimensiones recomendadas para el tubo de respiración.

### Control de los insectos

7. **Moscas.** En las letrinas VIP, el tubo de ventilación controla el ingreso de moscas de dos maneras. En primer lugar, dado que los olores fecales provenientes de las letrinas de pozo atraen a las moscas hacia ellos, casi todas las moscas tratarán de entrar al pozo a través de la parte superior del tubo de respiración, ya que aquél es el punto de donde emergen los olores; sin embargo, la malla contra moscas les impide el ingreso. En segundo lugar, si bien unas pocas moscas pueden entrar al pozo vía la superestructura y el agujero de la plataforma y poner sus huevos en el pozo, las moscas adultas que resultan de esos huevos y que eventualmente buscan emerger vuelan instintivamente en dirección a la luz más brillante; siempre y cuando la superestructura esté razonablemente bien oscurecida, la luz más brillante vista por las moscas es aquella de la parte superior del tubo de ventilación: así, las moscas ascienden por el tubo de respiración pero la malla contra moscas les impide que escapen. El control de las moscas es muy efectivo: en un período de supervisión continua de 78 días en Zimbabwe, sólo se cogieron a 146 moscas que se escapaban de una letrina VIP, mientras se atraparon 13,953<sup>4/</sup> provenientes de una letrina de pozo, sin respiradero, pero de igual estructura. —

8. Así, el tubo de ventilación con mosquitero tiene tres papeles importantes en el desempeño exitoso de las letrinas VIP:

- (a) elimina olores fecales en la superestructura;

---

<sup>3/</sup> Una explicación que antes se daba para la causa de la ventilación era que la tubería de respiración absorbía calor del sol y transfería parte de su energía al aire dentro de dicho tubo, el cual, en consecuencia, se volvía menos denso que el aire del exterior que estaba inmediatamente sobre el tubo; por consiguiente, el aire salía del tubo de respiración, y era reemplazado por aire de abajo, estableciendo así el patrón de circulación de aire descrito anteriormente. El trabajo de campo realizado en Botswana y Zimbabwe demostró que la acción cortante del viento y su dirección relativa a cualquier abertura (puerta de entrada, etc.) en la superestructura fueron mucho más importantes que la absorción de energía solar, excepto bajo condiciones de viento muy escaso (ver el párrafo 26 al 38).

<sup>4/</sup> P.R. Morgan (1976). **The Pit Latrine - revised.** (La letrina de pozo actualizada). **Central African Journal of Medicine**, 23, 1-4.

- (b) impide el ingreso de moscas al pozo; y
- (c) impide la salida de aquellas moscas que se han reproducido en el pozo.

9. **Mosquitos.** Los mosquitos **culicine**, que son los mosquitos más molestos por ser en los trópicos urbanos y en muchos países, el vector de la **Bancroftian filariasis**, se reproducen en letrinas de pozo húmedos -- es decir, pozos que se extienden por debajo del nivel freático de las aguas subterráneas. Los mosquitos que buscan emerger no se ven tan atraídos a la luz como las moscas; por lo tanto, no todos ellos tratarán de escapár vía el tubo de respiración: muchos saldrán a través del agujero de la plataforma, aún cuando la estructura esté bien oscurecida.<sup>5/</sup> Se pueden poner en el pozo varias sustancias que matan las larvas de mosquito; por ejemplo, el kerosene, aceite de motor usado o larvicidas químicos. Una alternativa es colocar una trampa para mosquitos (Figura 2) sobre el agujero de la plataforma. Esto ha resultado ser muy efectivo en pruebas de campo en Dar-es-Salaam (Tanzania);<sup>6/</sup> los dueños de casa estuvieron muy dispuestos a utilizarlo una vez que vieron cuántos mosquitos eran cogidos en las trampas y notaron que como resultado se disminuyó la cantidad de mosquitos en sus viviendas.

#### **Componentes de la letrina**

10. Tanto la letrina VIP de un solo pozo como la de dos pozos alternantes constan de las mismas partes básicas (Figura 1: ver página 2):

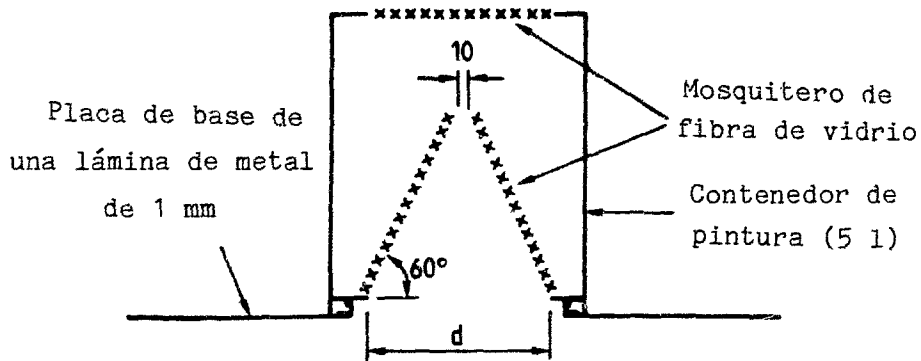
- (a) el pozo;
- (b) la plataforma de cubierta y su cimiento;
- (c) la superestructura; y
- (d) el tubo de respiración con mosquitero.

Hay pequeñas diferencias de diseño entre las partes de cada tipo de letrina VIP, sin embargo, los principios básicos siguen siendo los mismos. Primero se describen las partes componentes y los requerimientos de diseño para letrinas VIP de un solo pozo; del párrafo 45 al 52 se describen las diferencias específicas para letrinas de doble pozo alternante.

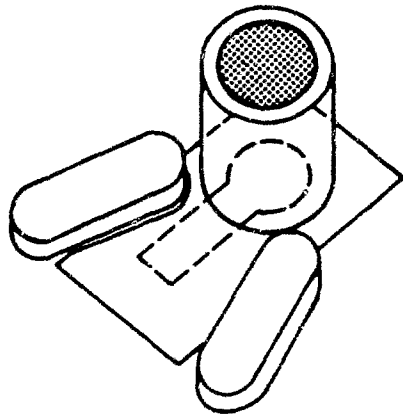
---

<sup>5/</sup> C.F. Curtis y P.M. Hawkins (1982). **Entomological Studies of On-site Sanitation Systems in Botswana and Tanzania** (Estudios Entomológicos de Sistemas de Saneamiento en el Lugar realizados en Botswana y Tanzania). Actas de la Sociedad Real de Medicina Tropical e Higiene, 76 (1), 99-108.

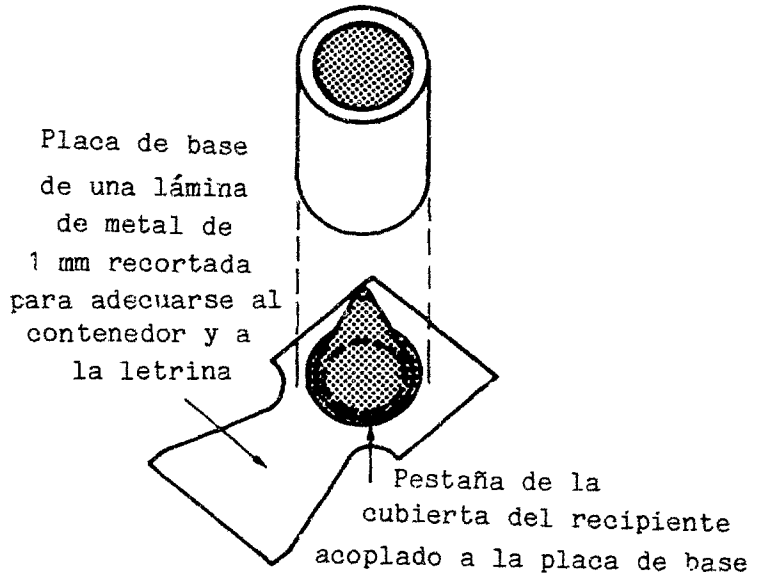
<sup>6/</sup> C.F. Curtis (1981). **Insect Traps for Pit Latrines** (Trampas para Insectos en Letrinas de Pozo), **Mosquito News**, 40 (4), 626-628.



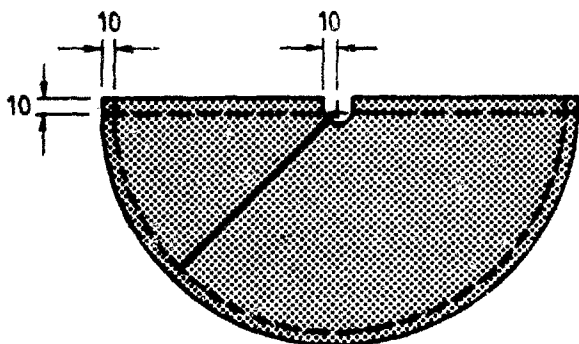
Sección transversal del mosquitero



Trampa para mosquitos en posición sobre el agujero de la plataforma



Trampa para mosquito con el contenedor removido para el vaciado



Molde para recortar el material para el mosquitero

Figura 2: Trampa de mosquito para el hoyo de la plataforma 6/

### III. LETRINAS VIP DE UN SOLO POZO

#### Funciones y diseño del pozo

11. Las excretas se depositan directamente dentro del pozo, el cual tiene dos funciones esenciales:

- (a) la fracción líquida de la excreta (principalmente la orina) conjuntamente con la pequeña cantidad de agua que ingresa al pozo proveniente de la limpieza de la losa de cubierta, se infiltra en el suelo circundante; esto puede ocasionar problemas en los suelos que no son suficientemente permeables o que se vuelven no consistentes al saturarse; así mismo, puede contaminar las aguas subterráneas (ver párrafos 15, 16 y 58); y
- (b) La actividad bacteriana digiere anaeróbicamente los sólidos fecales - esto resulta en la producción de las siguientes sustancias:
  - (i) gases como el gas metano, el dióxido de carbono y el sulfuro de hidrógeno, los cuales escapan del pozo vía el tubo de respiración; y
  - (ii) compuestos solubles que son ya sea oxidados en el pozo o son introducidos en el suelo circundante por la fracción de líquido infiltrante.

12. Sin embargo, la digestión anaeróbica de los sólidos fecales - que se da rápidamente a temperaturas tropicales, no remueve la totalidad de los sólidos. Algunos componentes sólo se degradan muy lentamente; por consiguiente, existe una acumulación gradual de sólidos en el pozo, aunque la tasa de acumulación de sólidos es mucho más pequeña que la tasa de adición de excreta. En pozos secos (aquellos que no se extienden por debajo de la napa freática) la tasa de acumulación de sólidos varía de 0.03 a 0.06 m<sup>3</sup> por persona al año y en los pozos húmedos varía de 0.02 a 0.04 m<sup>3</sup> por persona al año.<sup>7/</sup> Las tasas de acumulación son menores en los pozos húmedos ya que la biodegradación es más rápida bajo condiciones húmedas que bajo las condiciones existentes en los pozos secos, donde la humedad es mínima.

13. **Volumen.** El volumen requerido para el pozo depende de la tasa de acumulación de sólidos, el número de usuarios y la vida deseada para el pozo. En la práctica, no se debe permitir que el pozo se llene completamente (justo hasta la superficie de la losa de cubierta) por lo que se debe permitir en el diseño un pequeño espacio libre en la parte superior del pozo; generalmente, 0.5 m es suficiente para esto. El volumen efectivo en m<sup>3</sup> para

---

<sup>7/</sup> Existe muy poca información con respecto a las tasas de acumulación de sólidos en letrinas de pozo. Se desconocen en gran parte los efectos del clima y la dieta, aunque se sabe que la adición de aguas grises a pozos secos (por ejemplo, utilizando la letrina para bañarse usando cubos con agua) reduce la tasa de acumulación de sólidos. Actualmente TAG está trabajando en bioquímica de pozos y los resultados de dicha investigación se publicarán en una Nota Técnica separada dentro de esta serie.

un pozo que es el volumen total menos el volumen del espacio libre, se calcula como el producto de:

$$\begin{array}{ccccc} \text{tasa de acumulación} & & \text{número} & & \text{vida del} \\ \text{de sólidos,} & & \text{de} & & \text{diseño} \\ \text{m}^3/\text{persona/año} & \times & \text{usuarios} & \times & \text{(años)} \end{array}$$

Para propósitos de diseño, se puede tomar la tasa de acumulación de sólidos como 0.04 y 0.06 m<sup>3</sup> por persona al año en los pozos húmedos y secos respectivamente. Dichos valores del diseño se deben incrementar alrededor de un 50% si se utilizan materiales gruesos para la limpieza anal (por ejemplo, mazorcas de miaz, sacos de cemento), ya que éstos se degradan muy lentamente. La vida de diseño debe ser lo más larga posible; se considera conveniente un período de 10 años. Mientras más larga sea la vida de diseño, más extenso será el intervalo hasta que se tenga que reubicar o volver a vaciar la letrina; con lo que el costo de la letrina (cuando se calcula en términos anuales) será por lo general menor.<sup>8/</sup>

14. **Dimensiones.** Generalmente, el área transversal de un pozo no es mayor de 2 m<sup>2</sup> a fin de evitar las losas de cubierta de gran amplitud. En la práctica, las letrinas VIP que sirven a una vivienda tienen comúnmente un diámetro de 1 - 1.50 m o, en el caso de pozos cuadrados o rectangulares, un ancho de 1 - 1.5 m; claro está que las letrinas comunales o institucionales pueden ser mucho más grandes. Luego se calcula la profundidad del pozo a partir de su volumen efectivo requerido; la profundidad total es dicha profundidad más el espacio libre deseado, el cual normalmente es de 0.5 m.<sup>9/</sup>

15. **Permeabilidad del suelo.** La carga hidráulica que ingresa a las letrinas de pozo es muy baja (se agregan menos de dos litros de excreta por persona al día), por lo que los suelos con menor permeabilidad que la que se consideraría para la disposición del efluente de tanques sépticos todavía son adecuados para las letrinas de pozo. Los suelos con permeabilidad tan baja como 2.5 mm por hora (tales como los suelos arcillosos y los arcillosos fangosos) son aceptables, a condición de que no se presenten arcillas expansivas.

---

<sup>8/</sup> Esto supone que el costo de profundidad extra en el pozo es menor que el valor actual de un vaciado o recolocación más frecuentes. Esto no siempre es verdad, especialmente en pozos muy profundos ubicados en suelos difíciles.

<sup>9/</sup> Por ejemplo, para un pozo circular con una profundidad efectiva de 2.5 m que sirve a seis personas, con una tasa de acumulación de sólidos de 0.06 m<sup>3</sup>/persona por año, la vida del pozo para varios diámetros se puede calcular de la siguiente manera:

Diámetro (m)	Area de corte transversal (m <sup>2</sup> )	Volumen efectivo (m <sup>3</sup> )	Vida efectiva (años)
1.0	0.79	1.93	5.5
1.2	1.13	2.83	7.9
1.5	1.77	4.43	12.3

16. **Estabilidad del suelo y revestimiento del pozo.** Para los propósitos del diseño del pozo, a los suelos se les puede considerar consistentes o no consistentes. Se define la estabilidad como la resistencia al derrumbe, y se le debe evaluar tal como se describe en el Anexo I. La experiencia local de letrinas de pozo es valiosa: si han ocurrido derrumbes de pozo debido a una falla del suelo, <sup>10/</sup> a éste se le debe considerar no consistente y se le debe revestir tal como se describe en el párrafo 18.

17. Como medida de precaución las tierras estables deben protegerse contra posibles caídas (causadas, por ejemplo, por el flujo gradual de la presión de agua) enluciendo la cara de tierra con una capa de 1 cm de espesor de mezcla de cemento (1 parte de cemento, 5 partes de arena). Esto es claramente factible cuando el nivel de agua subterránea está por debajo de la base del pozo, y por lo tanto solo es conveniente para pozos permanentemente secos o sólo húmedos por estaciones. El revestimiento para pozos permanentemente húmedos se detalla en el párrafo 19.

18. Los pozos en suelos no consistentes deben revestirse completamente, porque si no se corre el riesgo - que se ha dado muy a menudo - de que el pozo se derrumbe y la superestructura caiga dentro de él. Se pueden utilizar una gran variedad de materiales para revestir el pozo: por ejemplo, bloques de concreto, ladrillos, bloques de tierra estabilizados con cemento, mampostería, piedra sin labrar, tambores de petróleo perforados, madera de construcción resistente a la putrefacción y telas revestidas con malla de alambre (Figura 3 a hasta f); la disponibilidad local normalmente determina qué material debe usarse. 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 superior del pozo; debajo de este punto no se les debe poner mortero a las juntas verticales a fin de permitir que la fracción líquida de la excreta se infiltre en el suelo. Por ejemplo, si el suelo circundante es de arena muy fina que pueda ingresar al pozo a través de las juntas verticales abiertas, se debe colocar un relleno delgado (por decir, 100 mm) de grava fina, entre el suelo y el revestimiento para impedir dicho ingreso.

---

<sup>10/</sup> Sin embargo, el derrumbe del pozo se puede deber a un inadecuado diseño de ingeniería: por ejemplo, la omisión de una pendiente cubierta con hierba o terraplen que se lleve el agua de lluvia, que luego puede erosionar el suelo en la parte superior del pozo; también por la construcción de una superestructura demasiado pesada sobre cimientos inadecuados. Así mismo, se puede deber a un **diseño social** no apropiado de la letrina, donde por ejemplo no se tiene en cuenta las costumbres locales, como bañarse usando cubos de agua en la letrina.





Figura 3 (a): Revestimiento del pozo con enladrillado de junta abierta (Zimbabwe)

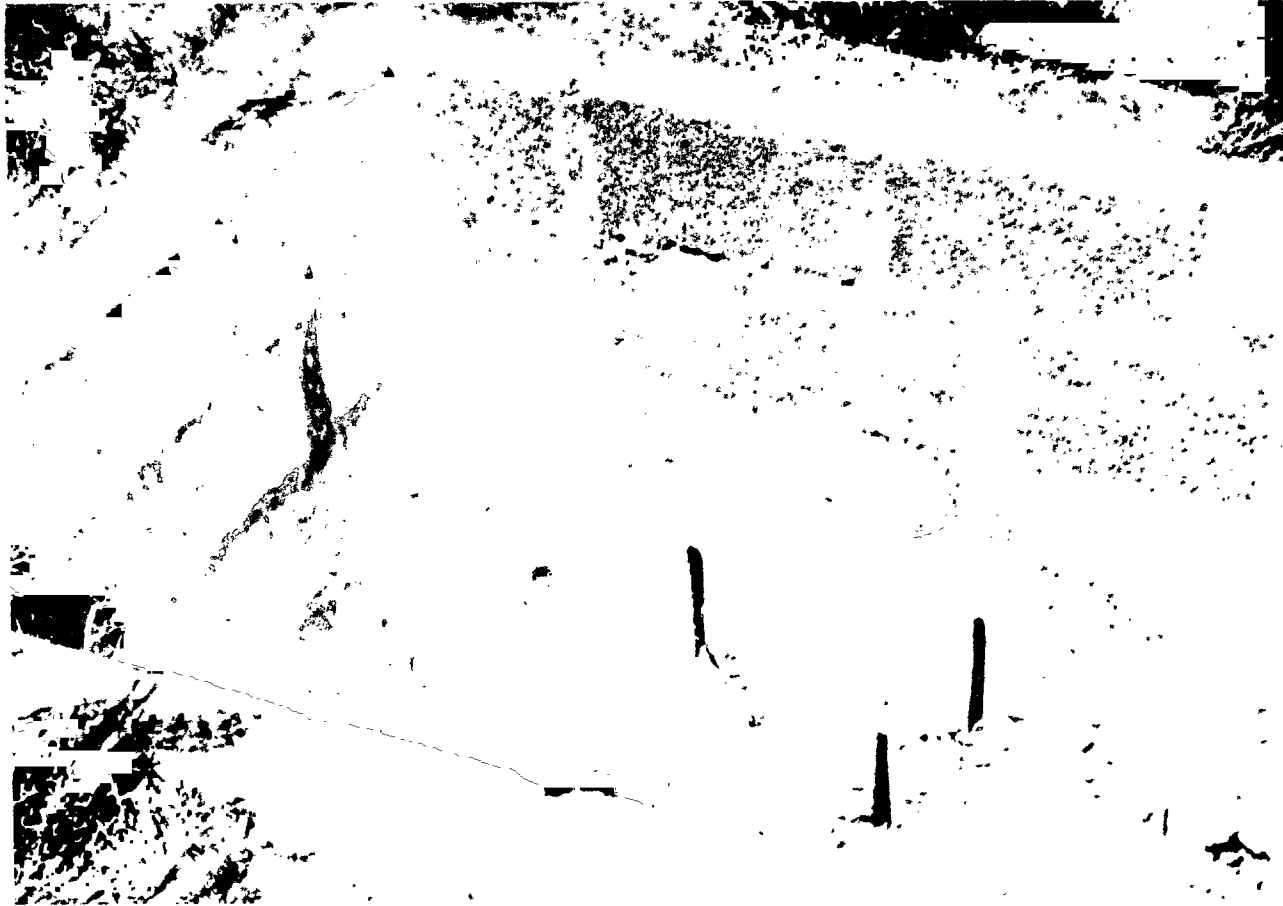


Figura 3 (b): Revestimiento del pozo con bloques de concreto (Botswana)

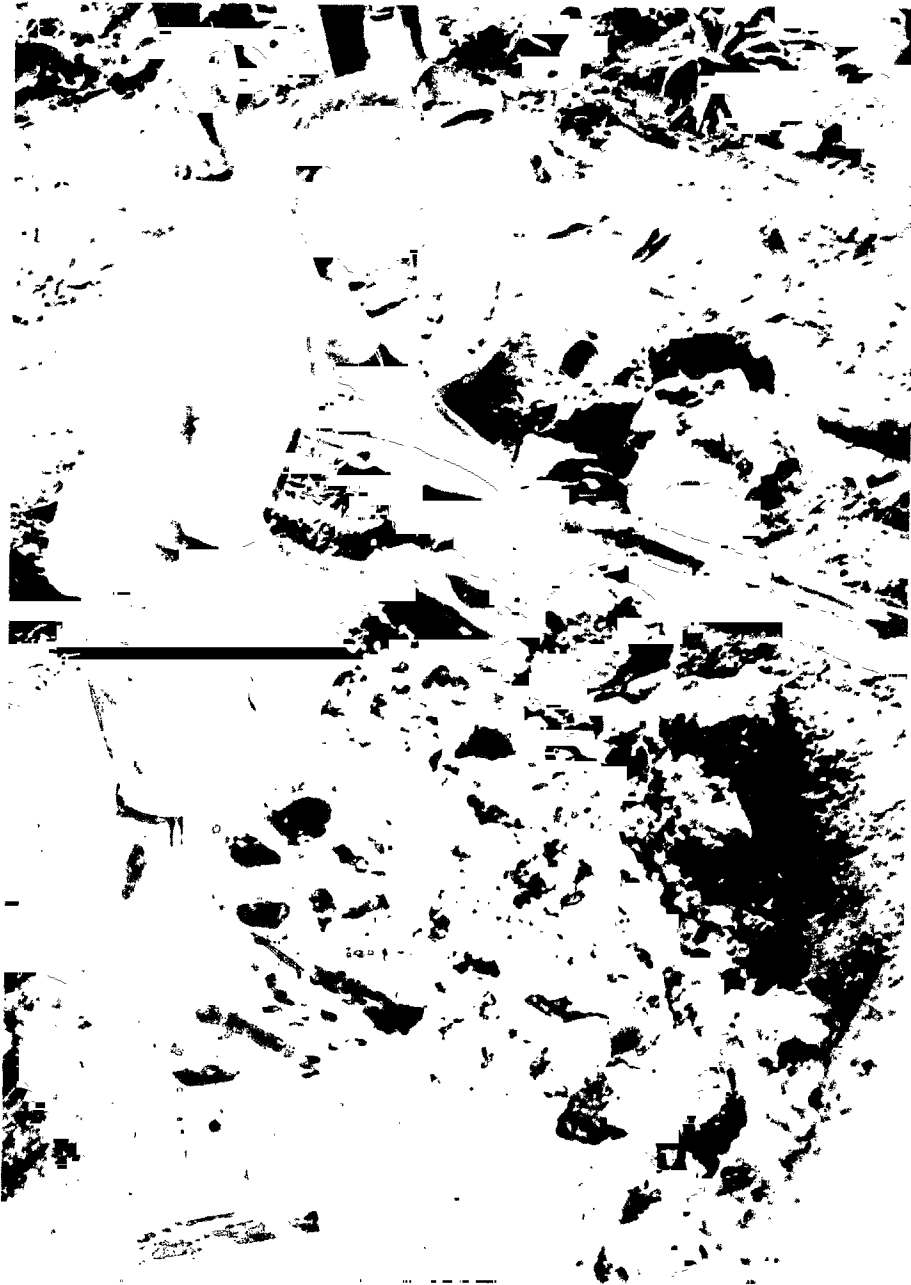


Figura 3 (c): Revestimiento del pozo con coral áspero (Kenia)



Figura 3 (d): Pozo revestido con tambor de petróleo perforado (Kenia)

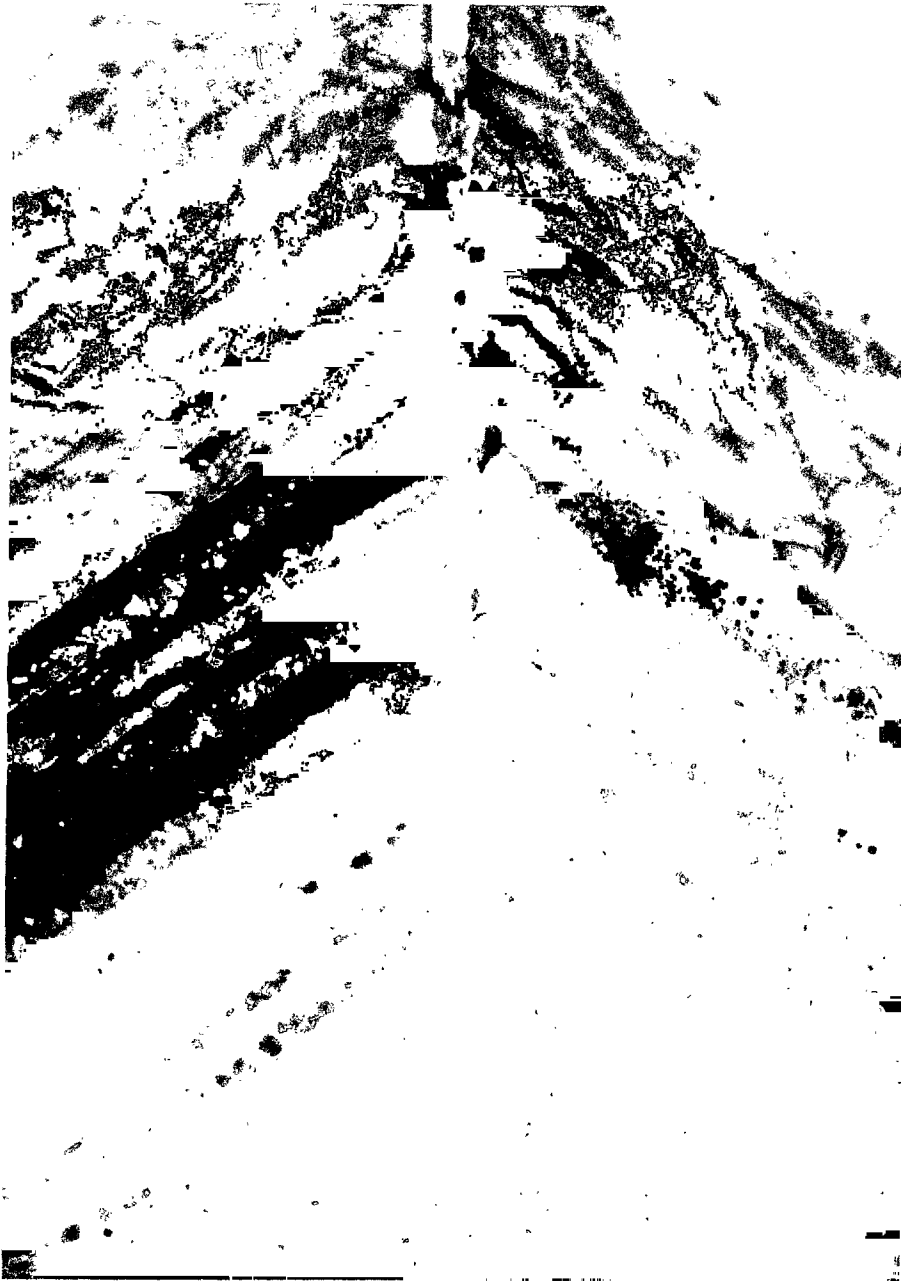


Figura 3 (e): Pozo revestido con palos de manglar (Kenia)

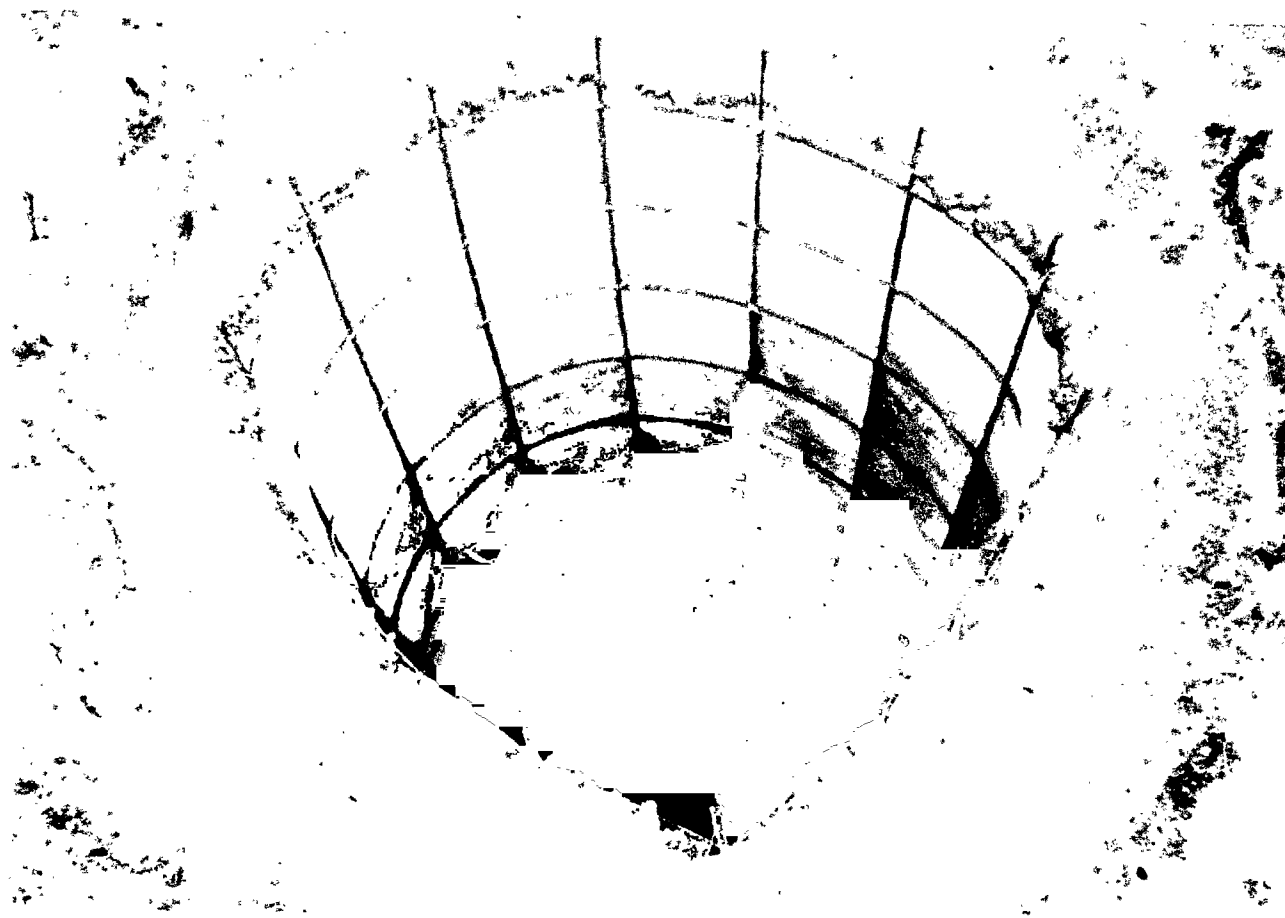


Figura 3 (f): Pozo revestido con telas revestidas con malla de alambre (Botswana)

19. Es difícil excavar y revestir pozos en áreas que tienen una napa freática permanentemente alta. Si se dispone de bombas portátiles con motores gasolineros o diesel, se puede remover las aguas subterráneas, procediéndose a la colocación de cortes longitudinales de tubería de concreto a medida que se excava; este método **mini-caisson** es el más satisfactorio, siempre y cuando la tubería de concreto tenga los suficientes agujeros para permitir la infiltración. Los tambores de petróleo perforados, pintados con pintura bitumástica resultan ser una alternativa, pero a la larga, la corrosión es un problema. <sup>11/</sup>

### **Losa cobertora y cimiento**

20. La losa cobertora y su cimiento sirven para aislar el pozo de la atmósfera (para evitar que escapen las moscas y los olores) y para soportar la superestructura y el tubo de respiración. Por lo general, el cimiento es una simple viga circular de concreto armado o, más común y menos costoso, ladrillos colocados con mortero de cemento. Es suficiente una sola capa de ladrillos puestos sobre la superficie del suelo, con su borde interno hacia la pared del pozo (las vigas circulares de concreto son de similares dimensiones). El colocar la base del cemento sobre la superficie del suelo permite que se forme una suave pendiente con hierba o un suelo estabilizado con cemento para detener las aguas de lluvia que podrían, de otra manera, erosionar la parte superior de la pared del pozo, amenazando así la estabilidad estructural de la letrina.

21. La plataforma cobertora debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el peso de la superestructura, del tubo de respiración y del usuario. Así mismo, debe ser segura y no debe hundirse perceptiblemente cuando se esté usando la letrina. Dicha plataforma, la que debe recibir la descarga de agua así como el borde exterior del cimiento, puede hacerse de concreto armado (Figura 4) o de madera para construcción resistente a la putrefacción (Figura 5), que se cubre con tierra y luego con mortero. La plataforma tiene dos agujeros: el hoyo de asentamiento y uno para el tubo de respiración. La dimensión del hoyo de asentamiento es importante: no debe ser lo suficientemente grande como para que un niño caiga adentro; por lo general se utilizan aberturas en forma de cerradura o de pera (Figura 6) con un ancho máximo de 200 mm. Si la postura para defecar que se prefiere en la región es sentada, en vez de en cuclillas, se puede proveer un simple asiento con pedestal (Figura 7).

22. Donde la postura preferida es en cuclillas, es importante que la superficie de la plataforma cobertora tenga una inclinación hacia el hoyo de asentamiento a fin de que provea drenaje para la orina y el agua utilizada para limpiar dicha plataforma. Se recomienda una pendiente de 5%. Si bien la losa se podría colocar siguiendo la pendiente de la superficie, generalmente es más simple enyesar la plataforma para darle la inclinación requerida, así

---

<sup>11/</sup> En Zambia se han usado tambores de petróleo como tanques para letrinas de pozo y han durado aproximadamente 10 años.

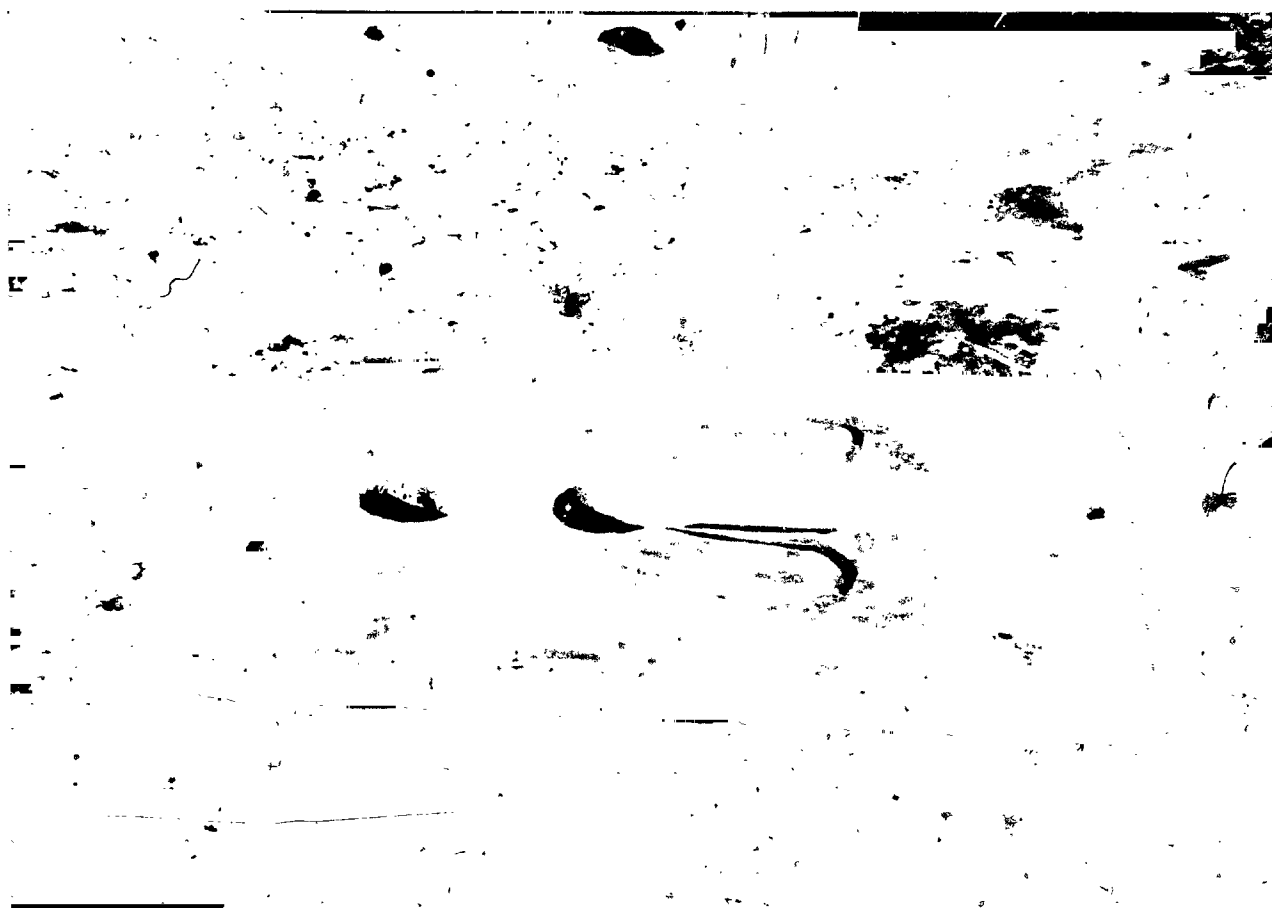


Figura 4: Plataforma cobertora de concreto armado (Tanzania)



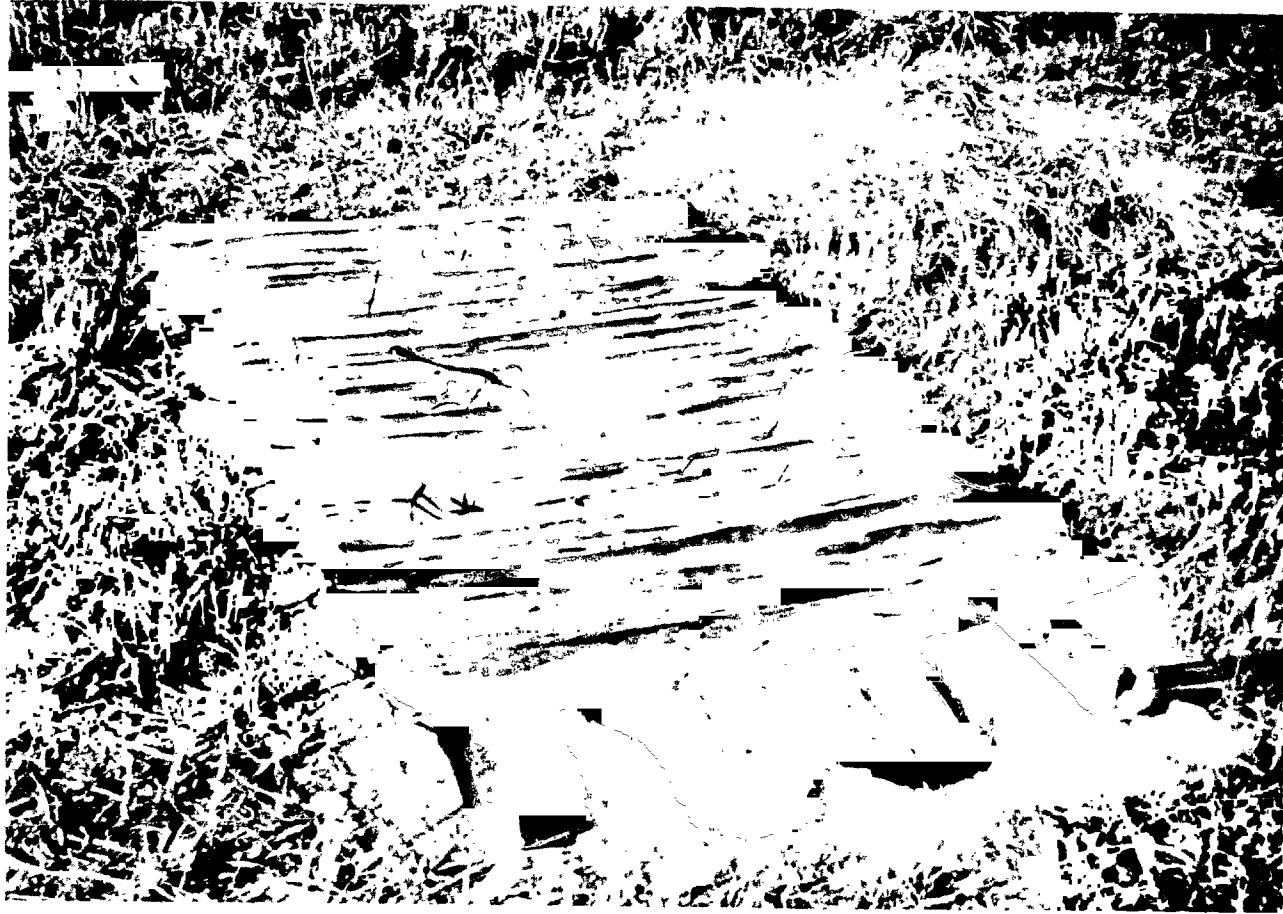


Figura 5: Plataforma cobertora de madera de construcción (Zimbabwe)

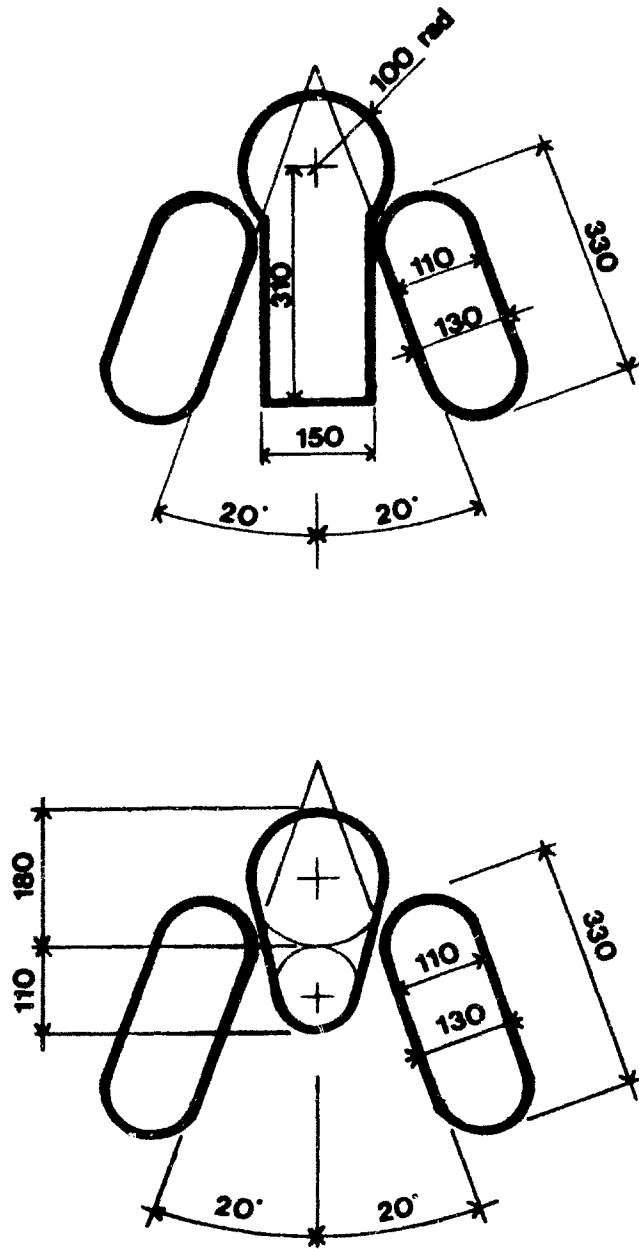


Figura 6: Geometrías del hoyo de asentamiento

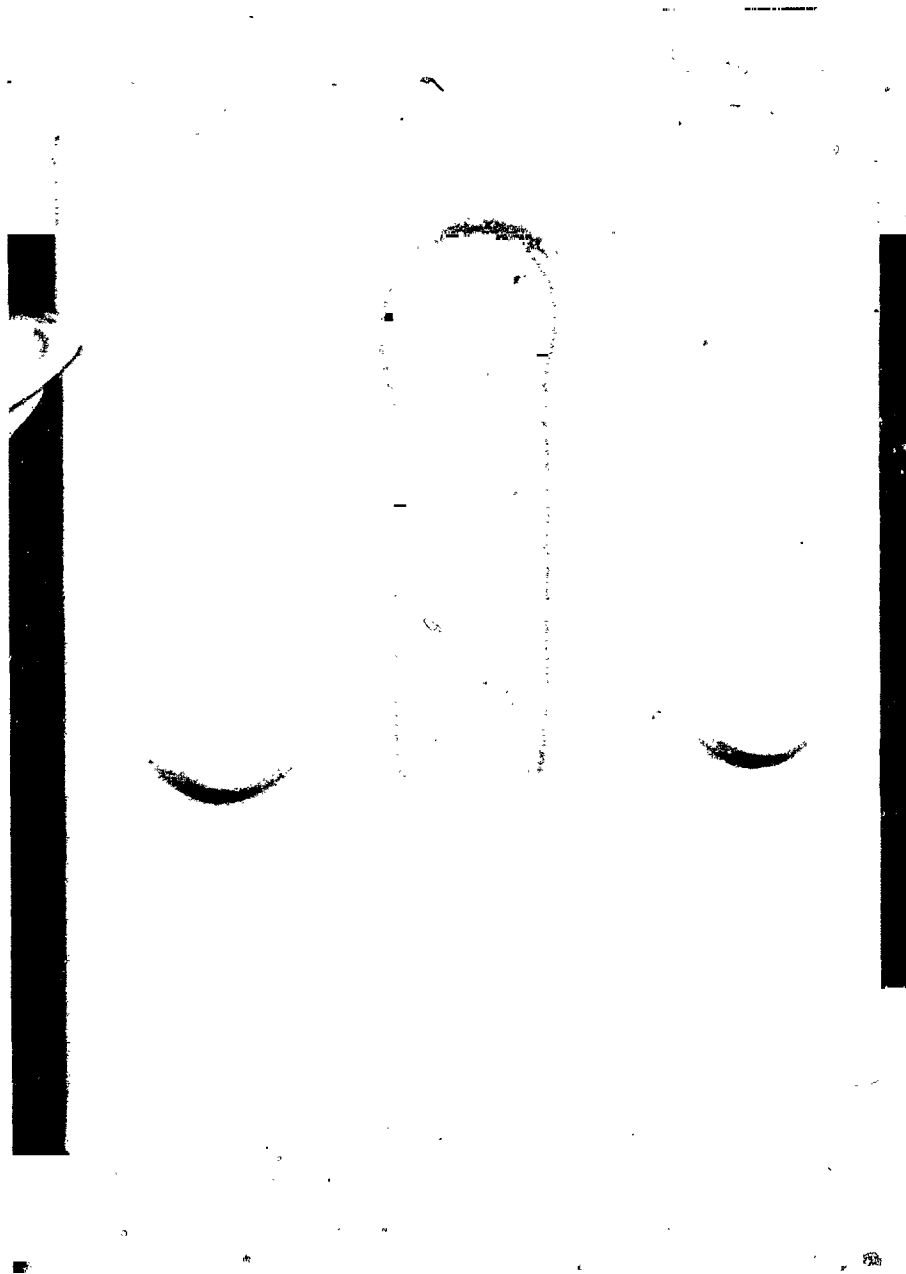


Figura 7: Cubierta de plástico reforzada con fibra de vidrio para plataformas cobertoras de letrinas VIP (Kenia)



Figura 8: Asiento con pedestal de plástico reforzado con fibra de bidrio para letrinas VIP (Brasil)

como proveerla de un acabado uniforme, después de que se ha construido la superestructura. Así mismo, vale la pena considerar si se deben poner descansa pies; si bien no son estrictamente necesarios, pueden ser un requisito social, teniendo la ventaja de que, siempre y cuando estén colocados en la posición correcta (Figura 6), pueden ayudar a ubicar al usuario directamente sobre el hoyo de la plataforma y minimizar así el área de la losa de cubierta que se ensucie con excreta. En la Figura 8 se muestra una cubierta de plástico reforzada con fibra de vidrio, con su hoyo de asentamiento y descansa pies, la cual está colocada con cemento sobre la plataforma cobertora dentro de la superestructura.

23. Es importante que el hoyo de asentamiento **no** se mantenga cubierto cuando no se está usando la letrina. Las cubiertas del hoyo de asentamiento (o asiento de pedestal) interfiere con la circulación de aire esencial que es responsable del control de moscas y olores (párrafos 6 y 7). Las letrinas de pozo tradicionales (no ventilado) a menudo confían en las cubiertas del hoyo de asentamiento para controlar la reproducción de moscas; sin embargo, no sólo son innecesarios en el caso de las letrinas VIP sino que también son de hecho perjudiciales para su operación apropiada. Este es un punto importante a recalcar dentro de los programas de educación para el usuario.<sup>12/</sup>

#### **Diseño de la superestructura**

24. La función de la superestructura de cualquier tipo de letrina es brindarle al usuario privacidad, comodidad y protección de los elementos. En el caso de las letrinas VIP, existen dos funciones adicionales:

(a) Proporcionar la suficiente sombra sobre el hoyo de asentamiento a fin de que las moscas que buscan emerger no se sientan atraídas a abandonar el pozo vía dicho hoyo; y (b) canalizar el aire a través del hoyo de asentamiento y dirigirlo hacia el tubo de respiración, para controlar tanto las moscas como los olores fecales.

25. Siempre que la superestructura pueda desempeñar dichas funciones, sus detalles de diseño no son relativamente importantes desde el punto de vista estrictamente técnico. Se puede construir la superestructura en una gran variedad de formas y utilizando diversos materiales (Figura 9 a a la 9 d). En áreas urbanas con frecuencia se usan materiales tales como ladrillo, bloques de cemento o ferrocemento; el techo se puede tejar o hacerlo de una losa delgada de concreto, láminas de acero acanaladas o de asbesto cemento. En las áreas rurales, es generalmente más apropiado usar materiales locales tales como el barro y zarzos, paja o bloques de tierra secados al sol; a menudo el techo se hace de paja. El diseño que se adopta en cualquier localidad depende sobremanera de la preferencia social y la disponibilidad de materiales; en general, la forma de la superestructura debe ser - a nivel arquitectónico - similar a la de las casas de la región, y este principio

---

<sup>12/</sup> Si por razones socioculturales o estéticas se requieren cubiertas o tapas del asiento, entonces deben estar separadas de la losa o del asiento a fin de que quede un espacio para aire de por lo menos 25 mm cuando la cubierta o tapa está en posición **cerrada**. Las referencias expuestas en el pie de página 2 proporcionan detalles adicionales.



Figura 9 (a): Superestructura de la letrina VIP en espiral, hecha de ferrocemento (Zimbabwe)



Figura 9 (b): Superestructura de la letrina VIP en espiral, hecha de ladrillo, con techo de paja (Zimbabwe)

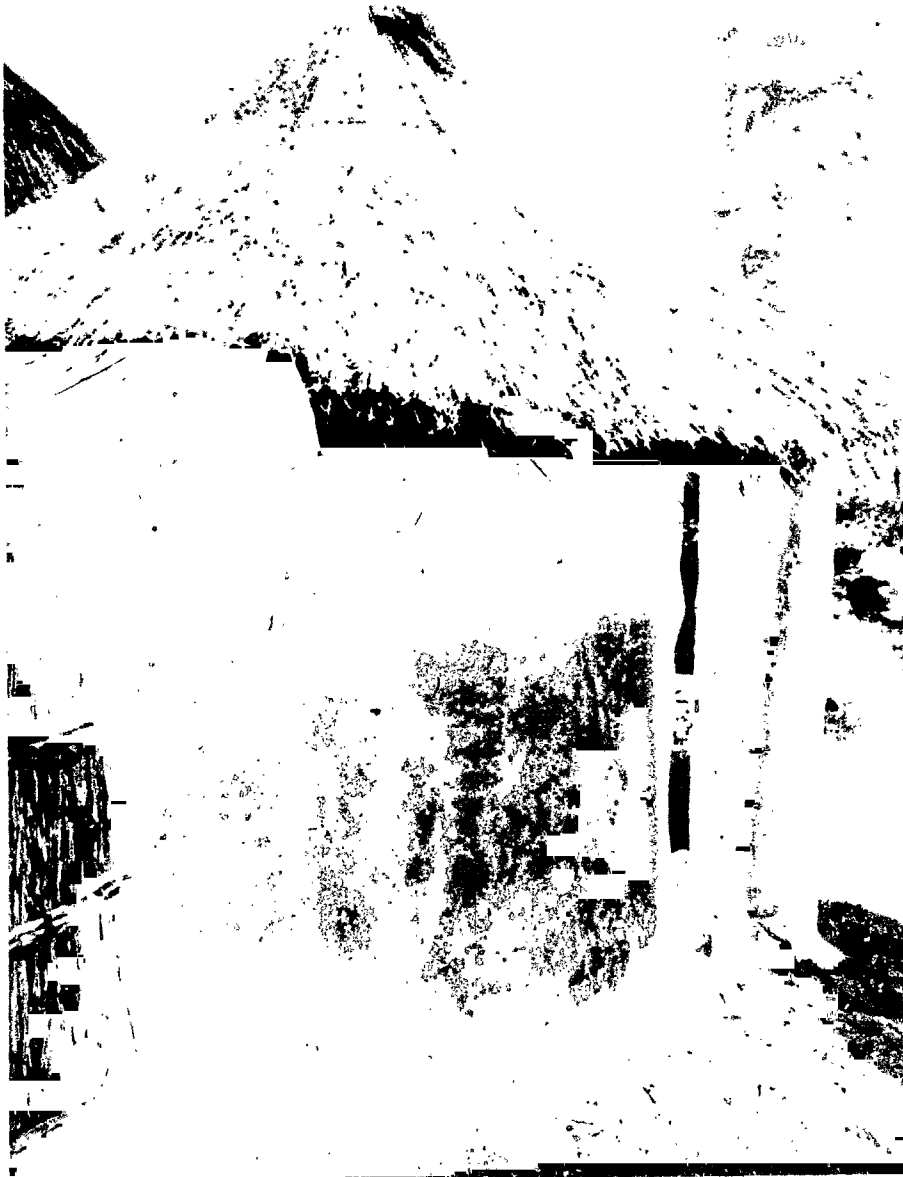


Figura 9 (c): Superestructura de la letrina VIP hecha en barro y zarzo, con techo de paja (Zimbabwe)





Figura 9 (d): Superestructura de la letrina VIP, hecha de ferrocemento premoldeado (Brasil)

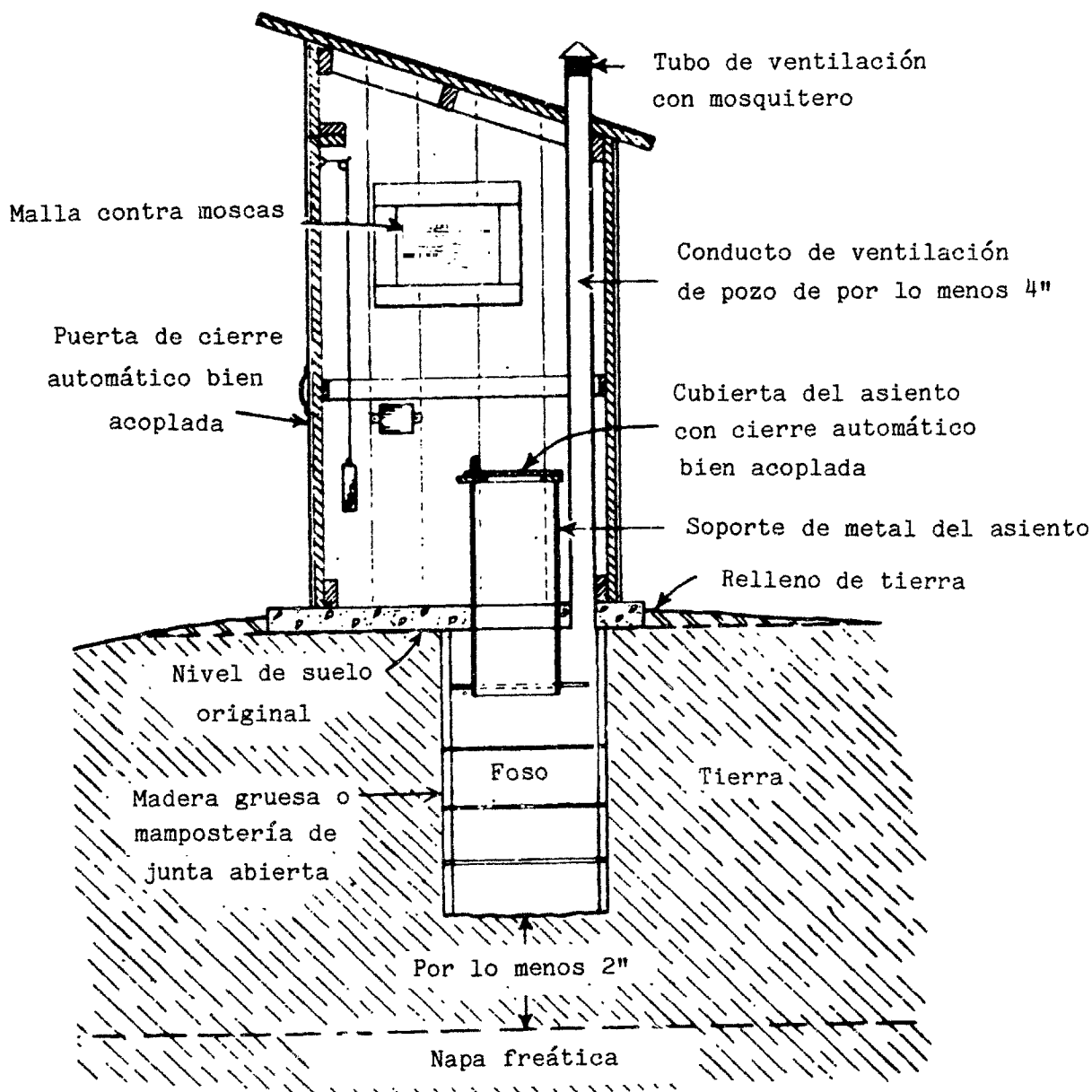


Figura 10: Primer diseño de la letrina de pozo de los Estados Unidos, mostrando la puerta de cierre automático. (Reproducido por cortesía de John Wiley Inc., de F.B. Wright, **Rural Water Supply and Sanitation** (Abastecimiento de agua y saneamiento rural ), 1939)

normalmente determina qué materiales se van a emplear. De esta manera, no sólo se toma en cuenta la sensibilidad, a fin de no ofenderla, sino que (especialmente en las zonas rurales) se pueden emplear habilidades de construcción tradicionales, por lo que el dueño de casa sabrá cómo reparar la superestructura, por ejemplo, después de haber sido dañada durante la época de lluvias.

26. **Entrada de la letrina.** Tradicionalmente se ingresa a la letrina a través de un umbral, habiendo una puerta que brinda privacidad al usuario. Es muy importante que la puerta permanezca cerrada mientras **no** se utilice la letrina; de dejarse abierta, aparecerán moscas que buscan emerger por la fuente alternativa de luz brillante y, por lo tanto, no tratarán de escapar a través del tubo de respiración sino vía el hoyo-plataforma y la superestructura. En consecuencia, el control de las moscas, que es una de las ventajas principales de las letrinas VIP, se vuelve ineficaz. Se pueden usar puertas de cierre automático (un contrapeso unido a la parte superior de la puerta a través de una cuerda y polea es suficiente para este propósito, tal como se muestra en el primer ejemplo de letrina de EE.UU. en la Figura 10). Por otro lado, la letrina se puede cerrar con llave desde afuera; los usuarios hacen esto con frecuencia a fin de impedir el uso fortuito de la letrina por personas no autorizadas, tales como los transeúntes o vecinos que no tienen letrinas. Si se utilizan puertas entonces deberá haber espacio suficiente para aire suficiente (equivalente por lo menos al triple del área transversal del tubo de respiración) en la parte superior <sup>13/</sup> de la puerta para mantener la ventilación. En Zimbabwe <sup>14/</sup> se encontró que no deseaban las puertas, no sólo porque se dejaban abiertas, resultando un mal control de moscas, sino también porque la madera es costosa, las bisagras se oxidan y a veces se sacaban las puertas y se cortaban para utilizarlas como leña. Entonces se volvió a diseñar la superestructura con una forma espiral, para evitar necesitar las puertas (Figura 9: ver página 23; ver también el Anexo II).

#### **Diseño del tubo de ventilación**

27. Se han usado con mucho éxito los tubos de ventilación de una amplia gama de materiales diferentes: por ejemplo, asbesto-cemento (AC), cloruro de polivinilo (PVC), PVC no plastificados (uPVC), ladrillos, bloques huecos, caños revestidos con cemento, tubos de hessian en cemento apoyado sobre una malla de acero, e incluso suelo de hormigueros; así mismo se puede emplear bambú de gran diámetro sin las divisiones de celdas. De los párrafos 30 al 32 se describen los métodos para la construcción de tubos de caña revestidos de cemento y tubos de arpillera, así como otros tubos de ventilación

---

<sup>13/</sup> El espacio para aire puede ser provisto (al menos parcialmente) en la parte inferior de la puerta, pero esto podría ser socialmente si los pies del usuario de la letrina pudiesen ser vistos desde el exterior.

<sup>14/</sup> R. Morgan y D.D. Mara (1982). **Ventilated Improved Pit Latrines: Recent Development in Zimbabwe** (Letrinas mejoradas de pozo ventilado: Recientes desarrollos en Zimbabwe). Documento de Trabajo de TAG No. 2. Banco Mundial.

esencialmente rurales. Cualquiera sea el material que se utilice, su durabilidad (incluyendo la resistencia a la corrosión), disponibilidad, costo y facilidad de construcción son factores importantes. Así, no se recomiendan los tubos de respiración hechos, por ejemplo, de láminas delgadas de acero galvanizado, ya que son propensos a la corrosión, especialmente en áreas húmedas. Los tubos de PVC se hacen quebradizos cuando se exponen a elevadas intensidades de luz solar, por lo que es mejor utilizar tubos de PVC hechos con un estabilizador especial para impedir que se malogren debido a la radiación de luz ultravioleta: sin embargo, generalmente no se puede disponer de este grado de PVC.<sup>15/</sup> El costo es particularmente importante en letrinas VIP para zonas rurales; por ejemplo, el uso de un tubo de PVC, en vez de uno de caña revestido con cemento, no hace más que doblar el costo de una letrina de barro y zarzo en la zona rural de Zimbabwe.<sup>16/</sup>

28. **Longitud.** 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 500 mm más alto que el techo, y con respecto a techos inclinados, el tubo de respiración también debe estar a 500 mm por encima del punto más alto del techo. Cuando el techo está hecho de paja y tiene forma cónica, dicho tubo debe ser por lo menos tan alto como el ápice del techo.

29. **Diámetro.** El diámetro interno de un tubo de ventilación depende de la velocidad necesaria para lograr la tasa de ventilación recomendada de 20 m<sup>3</sup>/h <sup>17/</sup> y ésta, a su vez, depende de factores como la aspereza de la superficie interna del tubo y de su longitud (los que determinan las pérdidas por fricción), la pérdida de carga a través del mosquitero y de la trampa para mosquitos en el hoyo-plataforma (si la hubiese) y de la dirección del

---

<sup>15/</sup> En Zimbabwe se ha encontrado que la tubería de PVC fabricada para el Central African Standard K21, **tubo de presión de cloruro de polivinilo no plastificado** (Standards Association of Central Africa, Harare, 1971) se desempeña más satisfactoriamente que la fabricada para los requerimientos menos rigurosos del Estándar Británico BS 3505 o del Estándar ISO 3127. Ver también R.W. Doughty, **UPVC pipes and fittings for hot climates** (Tubos y acoplamientos de UPVC para climas cálidos), en Institution of Public Health Engineers 1982 Handbook, London.

<sup>16/</sup> Op. cit. en 14.

<sup>17/</sup> B.A. Ryan y D.D. Mara, **Pit Latrine Ventilation: Field Investigation Methodology** (Ventilación de Letrinas de Pozo: Metodología de la Investigación de Campo), Nota Técnica de TAG No. 4; y **Ventilated Improved Pit Latrines: Vent Pipe Design Guidelines** (Letrinas Mejoradas de Pozo Ventilado: Pautas para el Diseño de Tubos de Ventilación), Nota Técnica del TAG No. 6.

viento. Así, los tubos de respiración de cañas con cemento, por ejemplo, necesitan tener un diámetro mucho más largo que los tubos de PVC o AC, ya que su aspereza interna es considerablemente mayor; los tubos de respiración de ladrillo, los cuales tienen un corte transversal cuadrado, también necesitan ser más grandes, no sólo porque su aspereza sea mayor sino también porque un corte transversal cuadrado es intrínsecamente menos eficaz que un corte circular para inducir una corriente ascendente. <sup>18/</sup> A continuación se dan las recomendaciones actuales para el tamaño interno mínimo de los tubos de ventilación:

AC o PVC	150 mm de diámetro
Ladrillo	230 mm cuadrados
Caña o arpillera revestidas con cemento (y otros tipos rurales)	230 mm de diámetro

En lugares descubiertos, donde la velocidad del viento es mayor a 3 m/s, se puede reducir el diámetro mínimo de las tuberías de AC y PVC a 100 mm, y a 200 mm en el caso de tubos de respiración **rurales**.

### **Fabricación de tubos rurales de ventilación**

30. **Tubos de ventilación de caña revestidos con cemento.** Las cañas del lugar de aproximadamente un centímetro de diámetro, se unen con un alambre o cuerda para formar una estera que mide 2.5 m x 1 m. Luego se enrolla alrededor de cuatro o cinco anillos de ramas verdes para formar un tubo de aproximadamente 30 cm de diámetro externo. Después se coloca un mosquitero en uno de los extremos. Se pone mortero de cemento (1 parte de cemento, 3 partes de arena) a todo lo largo del tubo pero sólo alrededor de la mitad de su circunferencia; cuando se endurece, el tubo de respiración se coloca - con la mitad que tiene el mortero - junto a la superestructura de la letrina y luego la otra mitad (el lado exterior) se enyesa con cemento de mortero. Se pueden emplear palos delgados o varas de bambú en vez de cañas. Así mismo, se pueden utilizar varas de bambú más grandes, divididas longitudinalmente en franjas de 1 a 2 cm de ancho.

31. **Tubos de ventilación con arpillera y malla metálica revestidos con cemento.** La malla de acero dulce soldada por puntos (barras de 7 mm con núcleos de 100 mm), de 2.5 m de longitud y 0.8 m de grosor, es enrollada dentro de un tubo para darle un diámetro interno de aproximadamente 25 cm. Luego se cose fuertemente un tejido de arpillera o yute alrededor del exterior del tubo, y se fija el mosquitero a uno de los extremos cosiéndola con cordel o con alambre galvanizado fino. Luego, con una brocha, se aplica mortero de cemento (1 parte de cemento y 2 de arena) en capas finas sobre la superficie de la arpillera, hasta lograr un grosor final de por lo menos 1 cm. Finalmente, se fija el tubo de respiración en su lugar.

---

<sup>18/</sup> D.R. Wills, E.W.G. Dance y G.T. Blench (1959). **The Design and Performance of Natural Flue Terminations** (Diseño y Desempeño de Términos Naturales de Flujo). Gas Council Research Communication No. GC61. Londres: Institute of Gas Engineers.

32. **Tubos de ventilación de tierra de hormiguero** (Tierra de hormiguero de termitas). La tierra de hormiguero bien amasada se enrolla en forma de **embutido**, con aproximadamente 10 cm de diámetro y 90 cm de longitud, que se forma en círculos de aproximadamente 28 cm de diámetro interno. El tubo de ventilación se construye con estos círculos en el mismo lugar; el refuerzo vertical con varas cortas de caña de bambú fino (u otro material adaptable) puede colocarse entre los círculos adyacentes según avance el procedimiento de construcción. Cuando la construcción del tubo de respiración haya alcanzado una altura de 2.5 m, se alisa la superficie externa añadiéndole más tierra; se fija el mosquitero al extremo superior y luego se aplica una capa delgada de mortero de cemento (k oarte de cenebti t ó oartes de arena).

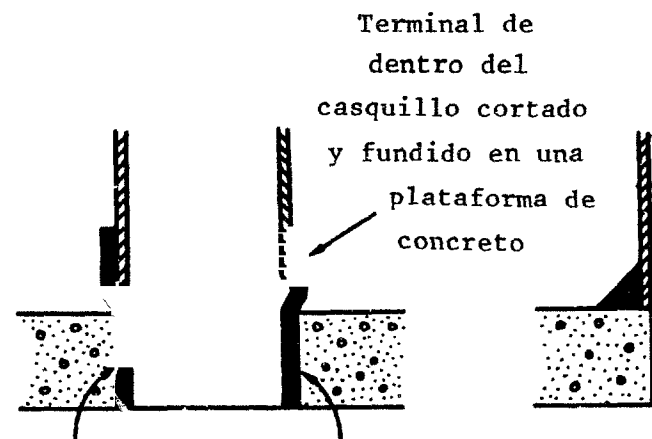
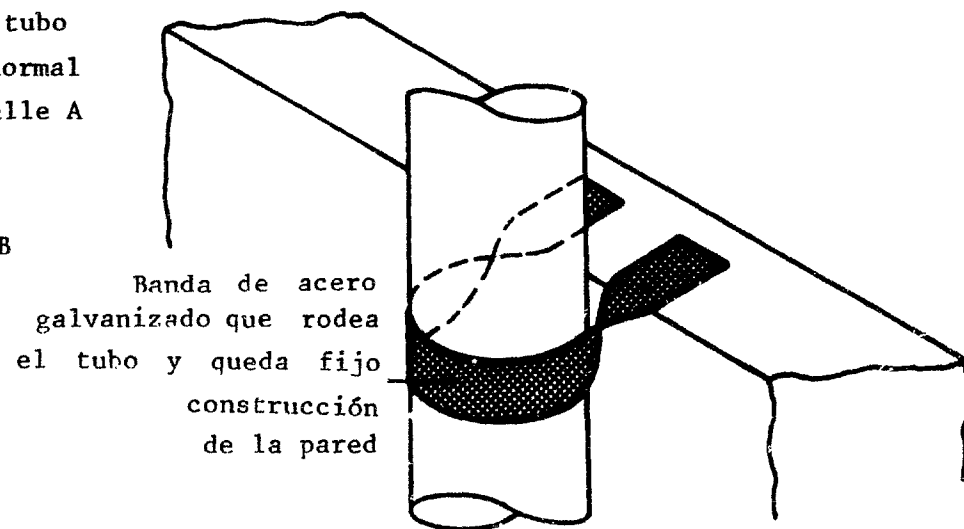
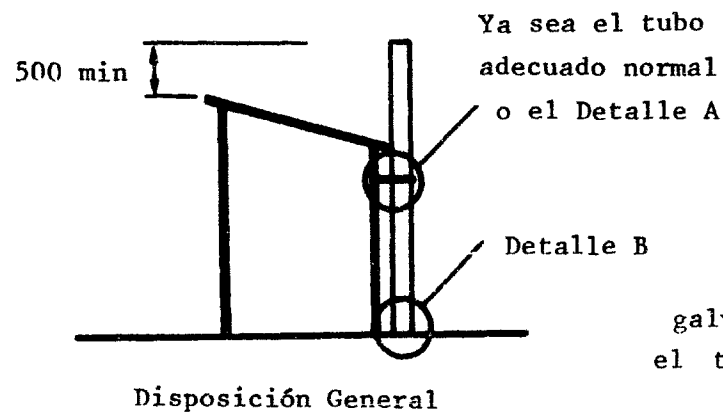
33. **Preparación de la superficie exterior.** En áreas en las que la velocidad media del viento es menor a 0.5 m/s, la superficie exterior del tubo de ventilación debe ser pintada de negro para aumentar la absorción de la radiación solar y, por lo tanto, aumentar la magnitud de la velocidad de la salida de gases térmicamente inducida. En áreas en las que la velocidad media del viento es superior a los 0.5 m/s, el color del tubo de respiración no tiene importancia.

34. **Ubicación.** Las letrinas deben estar ubicadas a por lo menos 2 m de ramas colgantes y de cualquier otra cosa que pudiera impedir la acción del viento sobre el tubo de ventilación. El mismo tubo de respiración debe estar ubicado del lado del barlovento de la superestructura y además debe haber alguna abertura (puertas, ventanas, brechas entre el techo y las paredes). Si de cualquier modo fuera imposible tener ambos, el tubo de ventilación y a cualquier abertura, del lado del barlovento, por lo menos unos de ellos debe estarlo (y de preferencia deben ser las aberturas). Es de suma importancia evitar las aberturas en los lados opuestos, ya que estos reduciría significativamente las diferencias de presión, ocasionando una corriente ascendente en los tubos de ventilación. En letrinas diseñadas con puertas de dimensión mínima las aberturas deben ser por lo menos tres veces el área de la sección transversal del tubo de ventilación (para permitir pérdidas de carga en la superestructura).

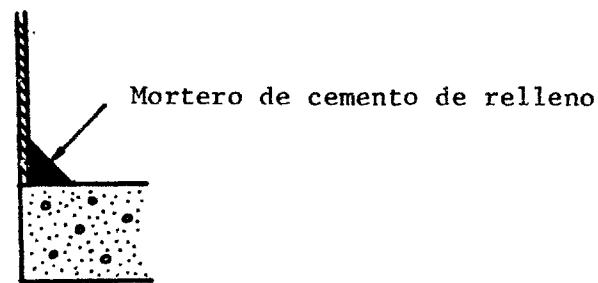
35. En general, los tubos de ventilación deben estar ubicados en el exterior de la superestructura, ya que es más difícil y costoso asegurar que el sellado entre el tubo de respiración y el techo sea a prueba de lluvia y viento si es que éste lo atraviesa. Más aún, en áreas muy abrigadas, la ventilación térmicamente inducida puede ser más importante que aquella producida por el viento, y por lo tanto, el tubo de respiración debe estar ubicado fuera de la superestructura, del lado soleado y pintado de negro. No obstante, en áreas urbanas especialmente, los tubos de ventilación externos pueden ser objeto de destrucción por vándalos, sin embargo, aún no se ha tenido informes de tales hechos.

36. Se debe fijar firmemente el tubo de ventilación a la superestructura y a la plataforma cobertora; la Figura 11 muestra recomendaciones para el diseño.

37. **Especificaciones sobre el mosquitero.** El propósito del mosquitero es prevenir el paso de moscas y mosquitos; por lo tanto el calado de la malla no debe ser mayor a 1.2 mm x 1.5 mm (orificios más pequeños no son recomendables ya que disminuyen el nivel de ventilación debido al aumento de la pérdida por fricción). El mosquitero debe ser de un material resistente a la corrosión,



Detalle A  
Método de Fijación del Tubo de Ventilación a la Superestructura



Tubo PVC endurecido con cemento disolvente y arena

Detalle B  
Métodos alternativos de fijación del tubo de respiración a la plataforma

Figura 11: Recomendaciones para la fijación del tubo de respiración a la plataforma cobertora y a la superestructura

solares. Los protectores de fibra de vidrio recubiertos con PVC se han usado extensivamente en Zimbabwe por su bajo costo (alrededor de los EUA\$0.50 por letrina), pero, después de más o menos cinco años se vuelven quebradizos y susceptibles a ser dañados por aves y lagartijas. Es preferible usar protectores de acero inoxidable<sup>19/</sup> cuya duración es indefinida; aunque son más caros (EUA\$25.00 por m<sup>2</sup> franco en fábrica), el costo es pequeño (menos del 5%) en comparación con el costo total de la letrina.

38. Es importante asegurarse de que el mosquitero esté firmamente unido a la parte superior del tubo de ventilación para prevenir el acceso de los insectos. Las figuras 12(a) y (b) muestran los detalles del diseño. Cuando el mosquitero está bien colocado no debe haber obstrucción a la corriente del viento en la parte superior del tubo de respiración.

#### **Reubicación y vaciamiento del pozo**

39. Cuando las letrinas de un solo pozo se llenan, los propietarios disponen de dos opciones: la construcción de una nueva letrina en un lugar adyacente o el vaciamiento de la letrina existente (que está llena). En áreas rurales, la construcción de una nueva letrina, empleando lo más posible de la antigua letrina (por ejemplo, la plataforma cobertora y el tubo de ventilación), es la solución que generalmente se prefiere, ya que normalmente se dispone de espacio para la nueva letrina. La remoción manual presenta riesgos para la salud debido a los patógenos excretados que pueden existir en el material fecal fresco en la parte superior del pozo, y en cualquier caso, a menudo ésta no es una tarea socialmente aceptada; y el vaciamiento mecánico normalmente no es factible en áreas rurales. El vaciamiento manual para áreas urbanas tiene las mismas desventajas, pero el vaciamiento mecánico puede ser factible, especialmente si el pozo estuviera húmedo, ya que el procedimiento es esencialmente similar al de la succión de cieno en tanques sépticos (a pesar de que los sólidos en el fondo de pozos profundos puedan estar sumamente compactos y por ello sean difíciles de remover para un equipo normal de vaciamiento usado para succionar el cieno de tanques sépticos. Los pozos secos son mucho más difíciles de succionar mecánicamente que los pozos húmedos (véase el párrafo 52). Una mejor solución para las áreas urbanas es usar letrinas VIP de un solo pozo con sumideros ciegos (véase el párrafo 42) o letrinas VIP con doble pozo alternante (véase el párrafo 45).

#### **Diseños dobles y con multicompartimentos<sup>20/</sup>**

40. Un reciente desarrollo al sur de Zimbabwe, en donde existe una fuerte preferencia sociocultural por las letrinas separadas para los miembros

---

<sup>19/</sup> Por ejemplo, mallas metálicas 16, rejilla de 28 s.w.g.

<sup>20/</sup> P.R. Morgan y D.D. Mara. **VIP Latrines: Zimbabwean Brick Designs** (Letrinas VIP: Diseños en Ladrillo en Zimbabwe), TAG. Discussion Paper TAG/DP/01.



Protector de fibra de vidrio con aberturas de 1.5 x 1.5 mm

Terminal del tubo arenado para eliminar bordes filudos

Protector de fibra de vidrio con aberturas de 1.5 x 1.5 mm

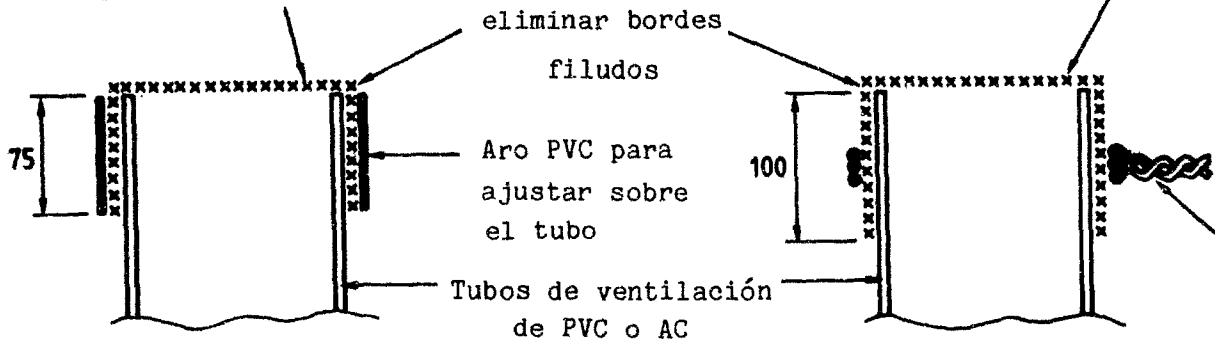
75

100

Aro PVC para ajustar sobre el tubo

Tubos de ventilación de PVC o AC

Alambre galvanizado arrollado, o grapa Jubilee o ligadura de nylon



Métodos alternativos para fijar el mosquitero a los tubos de ventilación

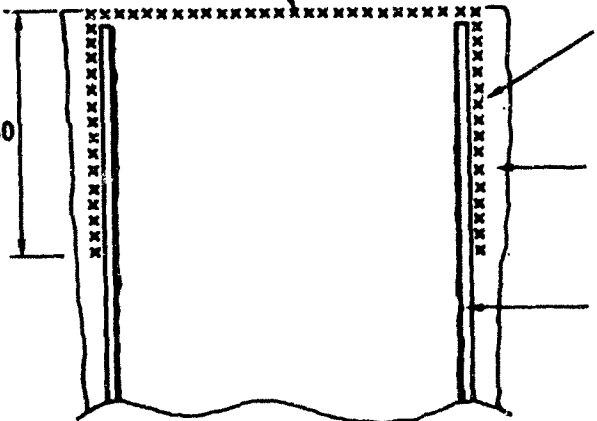
Rejilla de fibra de vidrio con aberturas de 1.5 x 1.5 mm

Mosquitero fijado con alambre galvanizado

Mortero de cemento

Armazón de caña o bambú partido longitudinalmente

150



Métodos para fijar el mosquitero a un tubo de ventilación rural

Figura 12(a): Recomendaciones para la fijación del mosquitero al tubo de ventilación

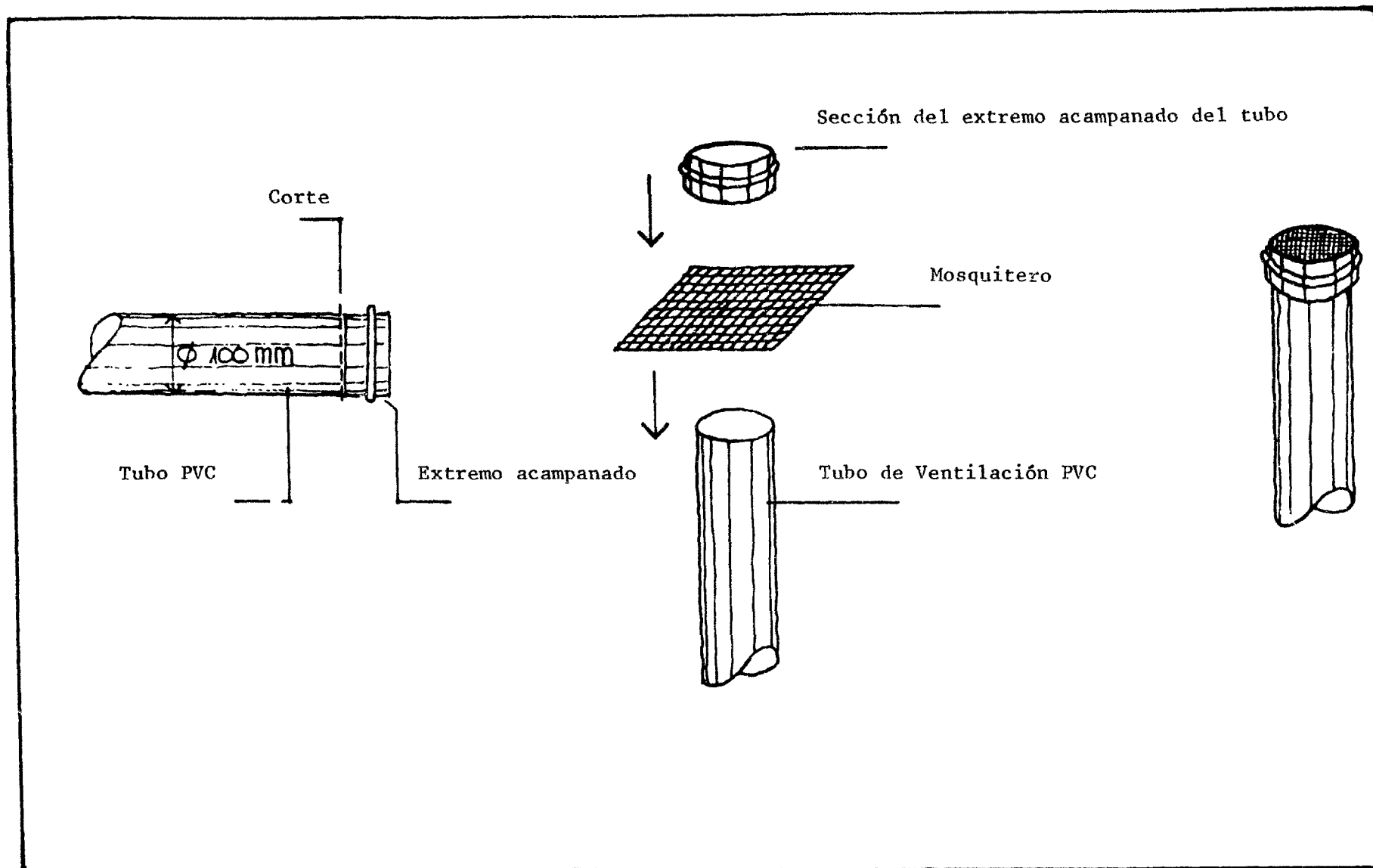


Figura 12(b): Detalles de la fijación del mosquitero al tubo de ventilación (Brasil). (El extremo acampanado de 100 mm del tubo PVC es cortado y se usa como aro para mantener el mosquitero en su lugar)



Figura 13: Letrina VIP de doble compartimento (Zimbabwe)

femeninos y masculinos de las viviendas, es el uso de letrinas VIP con doble compartimento del tipo que se muestra en la Figura 13. En suelos consistentes cada compartimento puede tener su propio pozo, pero en tierras inestables se usa un pozo común con una pared divisoria de ladrillo cementado. En áreas rurales especialmente, este tipo de letrina es generalmente demasiado costoso para una familia, pero, a fin de reducir los costos a un nivel aceptable, las familias vecinas han decidido compartir una sola letrina de este tipo; los hombres de ambas viviendas usan uno de los compartimentos y las mujeres el otro.

41. Las letrinas VIP con multicompartimentos han sido desarrolladas para las escuelas y otras instituciones. Estas son esencialmente las mismas que la unidad de doble compartimento pero, por supuesto, con más compartimentos. El número de éstos depende del número de los usuarios, con un diseño guía de 10 personas por unidad (20 personas por unidad en instituciones no residenciales, tal como escuelas). El número de usuarios por unidad puede elevarse a 30 si se les provee de sumideros ciegos tal como se muestra en el próximo párrafo.

#### Diseños con sumideros ciegos 21/

42. Otro reciente proyecto en Zimbabwe ha sido el de las letrinas VIP con sumideros ciegos adyacentes (Figura 14). Estas han sido diseñadas para prolongar la duración de los pozos en áreas urbanas periféricas, en donde el número de personas que usan una sola letrina puede alcanzar hasta 20, y aún excepcionalmente, 30. El pozo de la letrina, incluida su base, está completamente sellado con mortero de cemento en suelos consistentes o con ladrillo cementado en suelos no consistentes. A una altura de 2.25 m a partir de la base del pozo, se instala un tubo PVC de 75 mm de diámetro con una T sanitaria que conduce a un sumidero ciego adyacente el cual se encuentra por lo menos a un metro del pozo. El sumidero ciego tiene un diámetro de 1.5 m y una profundidad de 2 m; está recubierto con ladrillos no cementados hasta una profundidad de 1.4 m. A esta profundidad se coloca sobre los ladrillos una plataforma cobertora de concreto armado y se rellena el espacio encima de ella.

43. Este tipo de letrina de pozo (que esencialmente se parece a las letrinas o pozo anegado con un tubo de ventilación en lugar del tubo de caída) sólo ha sido usado en Zimbabwe durante los últimos siete años; por lo tanto, no ha sido posible hasta ahora calcular su duración total en servicio. Las últimas indicaciones muestran que se están desempeñando muy bien en áreas urbanas periféricas. Con una limpieza regular del pozo (es decir, cada cinco años), se puede esperar que duren por lo menos 30 años.

---

21/ P.R. Morgan y D.D. Mara, **VIP Latrines: Zimbabwean Brick Designs** (Letrinas VIP: Diseños en Ladrillo en Zimbabwe). Discussion Paper TAG/DP/01, Banco Mundial. (Las publicaciones de la TAG Discussion Paper no se distribuyen normalmente a los destinatarios de los TAG Working Papers y las Technical Notes, pero están a disposición a solicitud del director del proyecto).

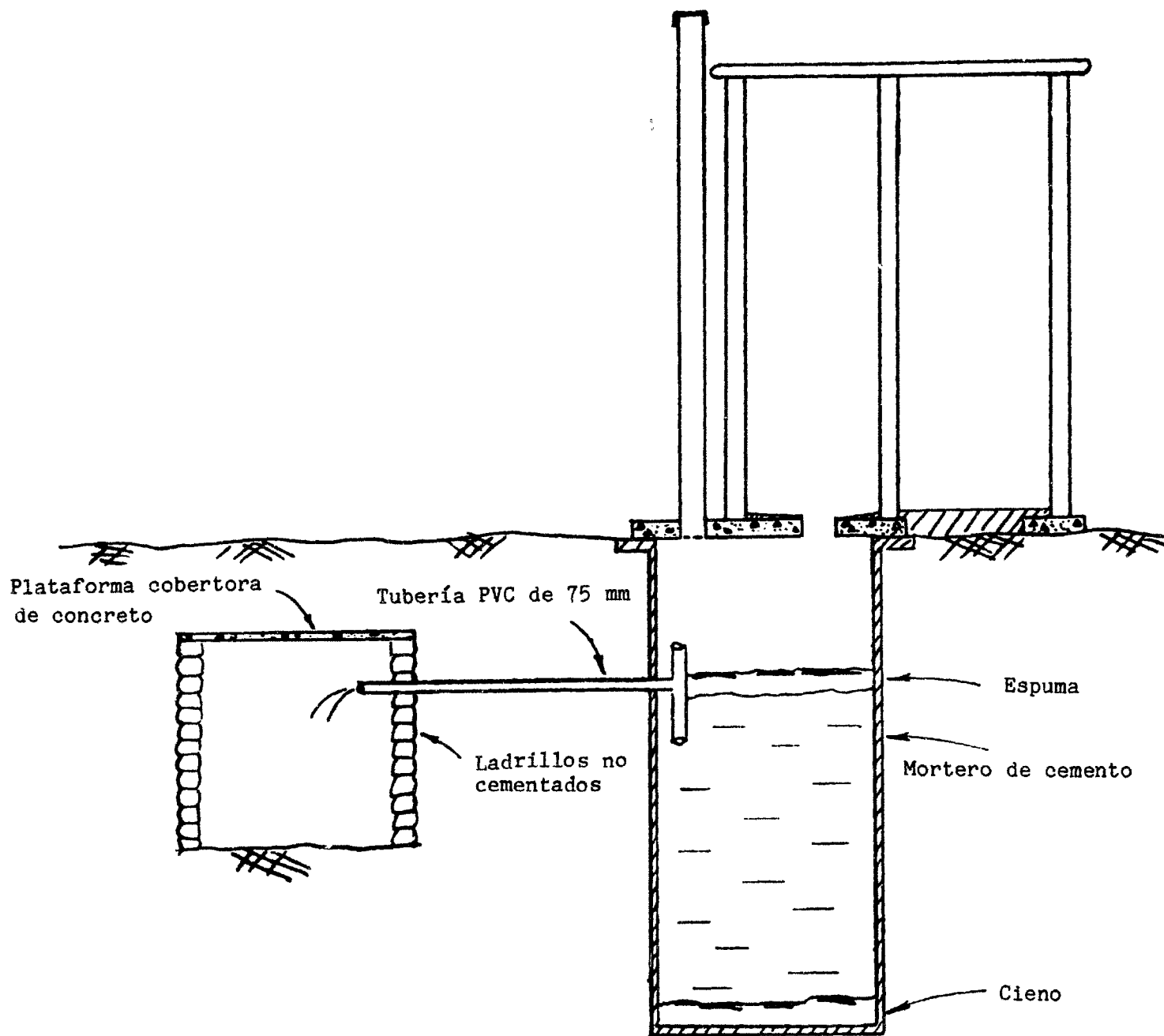


Figura 14: Diagrama esquemático de una letrina VIP con sumidero ciego

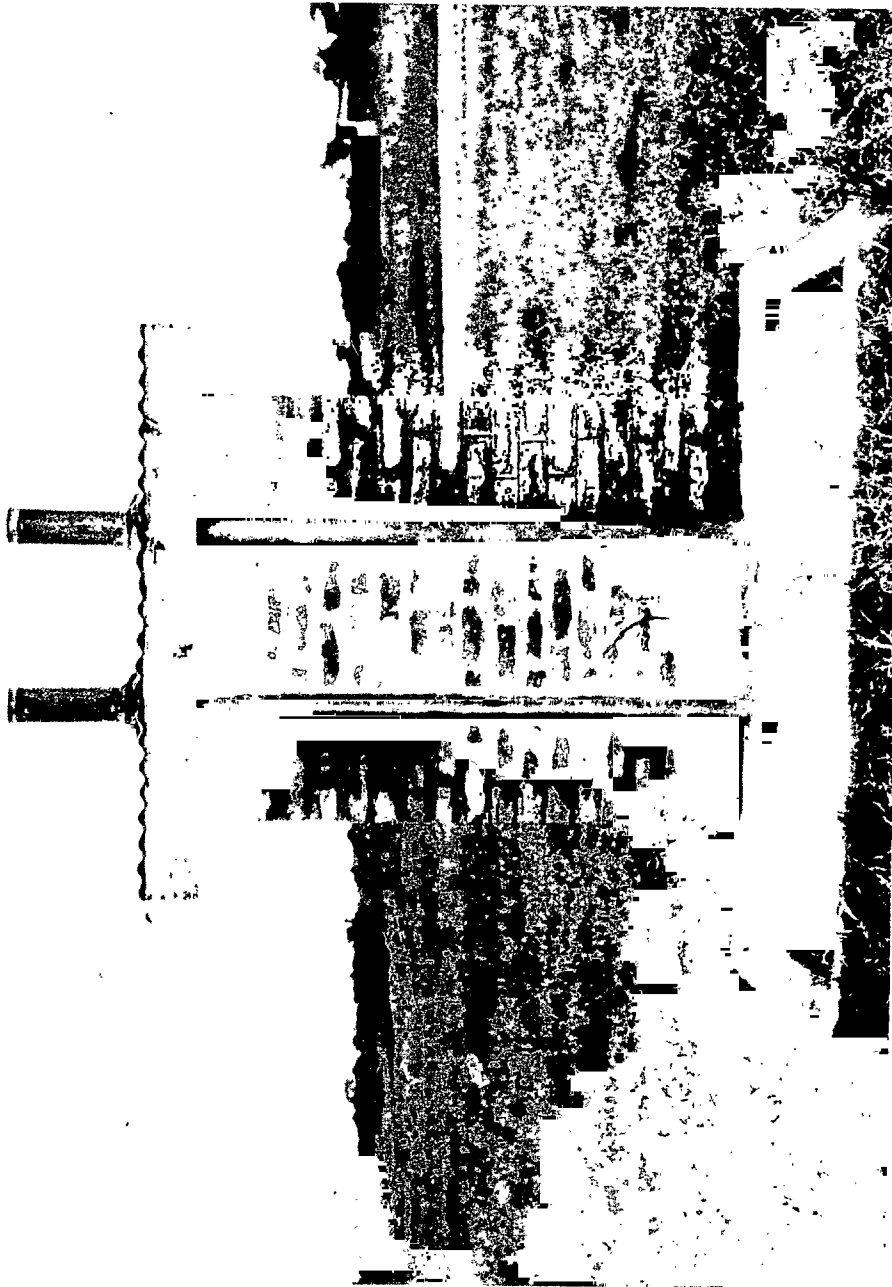


Figura 15: Letrina VIP con pozo doble alternante (Tanzania)

44. Un proyecto aún más reciente ha sido el de descargar el efluente de una línea de letrinas VIP hacia una alcantarilla de pequeño diámetro (de 75 mm de diámetro, colocada en una pendiente de 1 en 200) que conduce a un sumidero ciego comunal. Esta es una opción muy útil en áreas en donde el espacio para un sumidero ciego en cada parcela es insuficiente. Más aún, es posible convertir este tipo de letrina en un inodoro con descarga de agua equipado con una cisterna de poco volumen para más comodidad de los usuarios.

#### IV. LETRINAS DE POZO DOBLE ALTERNANTE

45. Las letrinas VIP de pozo doble alternantes (Figura 15) tienen dos pozos separados, cada uno con su propio tubo de ventilación, pero con una sola superestructura. La plataforma cobertora dentro de la superestructura tiene dos hoyos de asentamiento, uno sobre cada pozo. Sólo se usan un hoyo de asentamiento y un pozo por vez. Cuando este pozo está lleno, generalmente después de uno a tres años, su hoyo de asentamiento es cubierto y el segundo pozo se pone en servicio; después de otro período de uno a dos años, cuando este pozo está lleno, se retira el contenido del primero para que se vuelve a usar. Este ciclo alternante se repite indefinidamente. Tal tipo de letrina VIP es, por lo tanto, una instalación sanitaria permanente adecuada para el uso en áreas urbanas en donde no hay espacio suficiente en cada parcela de terreno para dos o más letrinas VIP de un sólo pozo. Las letrinas de doble pozo alternante han sido **adecuadas** para reemplazar las existentes letrinas con balde de los hogares y para ofrecer una instalación sanitaria interior (Anexo II). Muchos de los detalles del diseño para letrinas VIP de doble pozo alternante son los mismos que para las del tipo de pozo simple; describiremos las diferencias específicas en la página 37.

#### Función y diseño del pozo

46. La función del pozo es la de acumular los excrementos hasta que puedan ser retirados con las medidas de seguridad adecuadas. Con la única excepción de unos pocos huevos de lombrices intestinales, **Ascaris lumbricoides**, todos los patógenos excretados mueren alrededor de los 12 meses a temperaturas superiores a los 20°C. <sup>22/</sup> En los climas de muchos países en vías de desarrollo, el requisito mínimo de almacenamiento para cada pozo es de un año. Normalmente, para dar cierto grado de flexibilidad en el establecimiento de los cronogramas de vaciado de las letrinas (especialmente para permitir un descanso a cualquier equipo mecánico y por problemas de acceso debido a la estación), se especifica un período mínimo de dos años. El cálculo del volumen necesario del pozo (párrafo 13) muestra que en muchos casos los pozos son más bien pequeños: por ejemplo, para una familia de 10 personas cada pozo debería tener un volumen real de sólo 1.2 m<sup>3</sup>, considerando

---

<sup>22/</sup> R.G. Feachem, D.J. Bradley, H. Garelick y D.D. Mara (1983). **Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management.** (Saneamiento y Enfermedad: Aspectos de la Higiene del Tratamiento de Excretas y Aguas Residuales). Chichester: John Wiley.

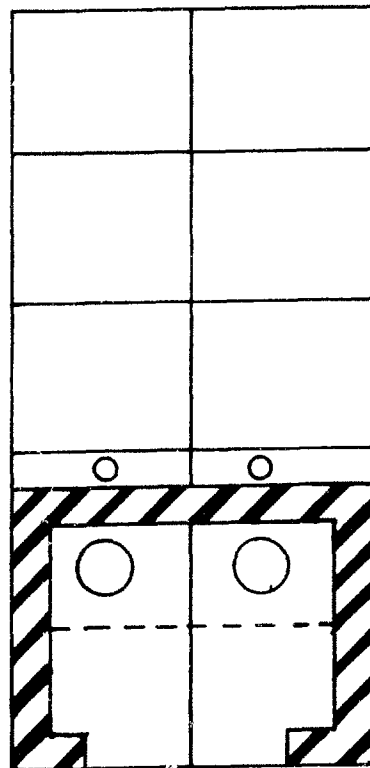
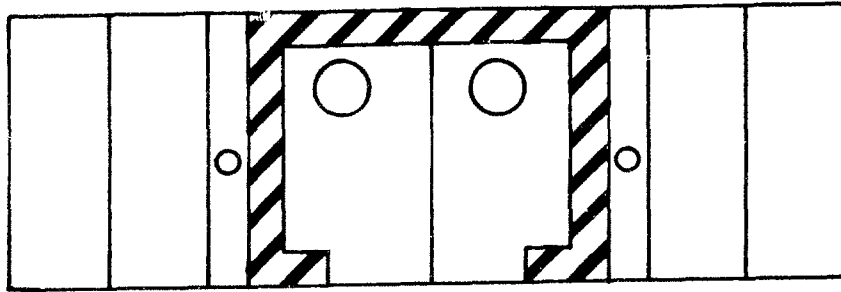


Figura 16: Disposición geométrica alternativa de los pozos para letrinas VIP de pozo doble alternante



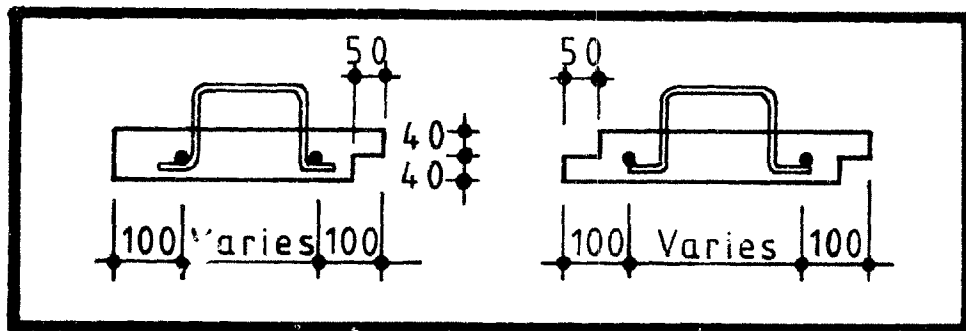
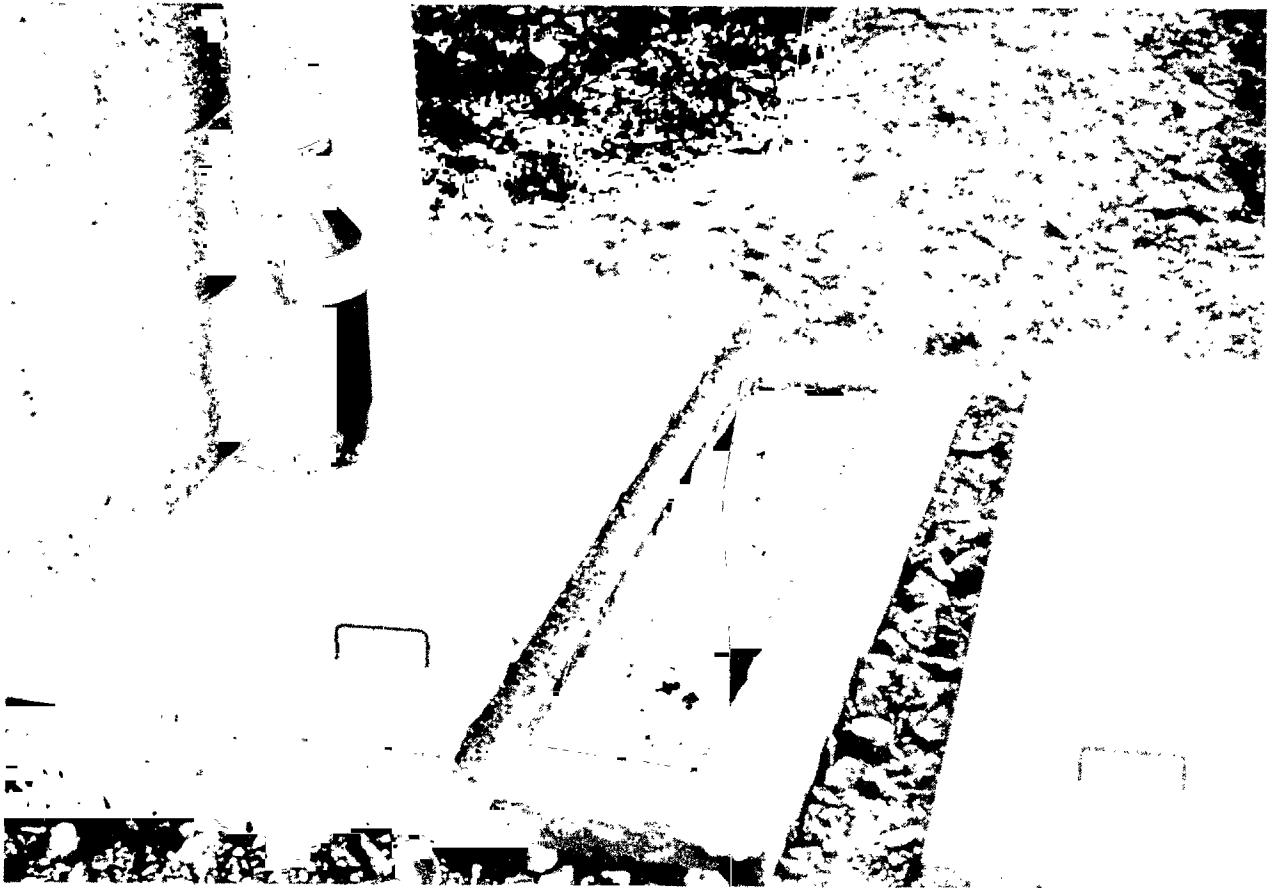


Figura 17: Detalles de la plataforma cobertora para letrinas VIP de pozo doble alternante

una tasa de acumulación de sólidos de sólo 0.06 m<sup>3</sup> por persona al año y un período de almacenamiento de dos años. En consecuencia los pozos pueden ser menos profundos (frecuentemente con menos de un total de 1 m de profundidad) que en el caso de las letrinas VIP de un solo pozo, y esto puede ser una ventaja significativa si se debe evitar la contaminación de las aguas subterráneas (párrafo 58) o si el terreno presenta condiciones difíciles (por ejemplo, si presenta una capa de roca durísima a poca profundidad).

47. Normalmente la forma del pozo es rectangular y se pueden prolongar ya sea a cada lado de la superestructura o hacia su parte posterior (Figura 16). Los pozos se recubren como fuera necesario (párrafo 16), con cualquier material disponible del lugar (tal como ladrillo, concreto o adoquines de barro estabilizado con cemento) que se usa para construir la pared divisoria entre los dos pozos. Esta pared divisoria debe tener una buena base, debe de estar bien cementada para prevenir cualquier flujo transversal de aire entre los pozos lo que podría interferir con la ventilación y podría provocar la penetración de olor en la superestructura. Por la misma razón, la plataforma cobertora debe estar firmemente empotrada con cemento en la pared divisoria, y en el ladrillo o en el aro de la construcción con bloques.

#### **Diseño de la plataforma cobertora**

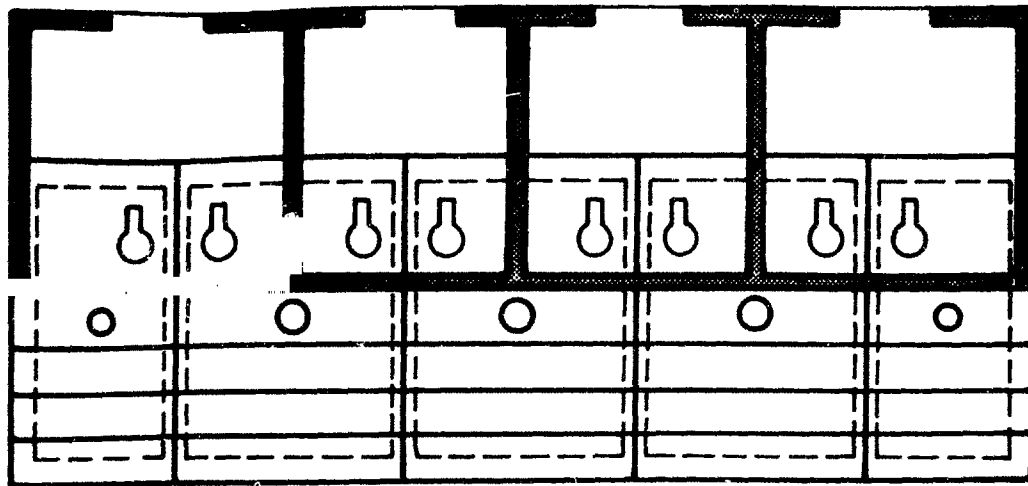
48. Usualmente, la plataforma cobertora está hecha de concreto armado en tres o más secciones (Figura 17): una sección central con dos o más hoyos de asentamiento y agujeros para los dos tubos de ventilación, y por lo menos dos cubiertas movibles (una para cada pozo) para permitir el acceso para su vaciamiento. Los detalles de los bordes de las secciones de la plataforma cobertora que se aprecian en la Figura 17 son importantes ya que no deben haber rendijas entre las secciones centrales y exteriores que permitan el escape de moscas u olores. Se debe usar un mortero de cal, o un mortero de cemento débil si no se dispone de cal, para unir las secciones de la losa movable a la sección central y al aro. En las letrinas VIP de un sólo pozo, la plataforma cobertora debe estar inclinada hacia cada hoyo de asentamiento (párrafo 22).

#### **Diseño de la superestructura de los tubos de ventilación**

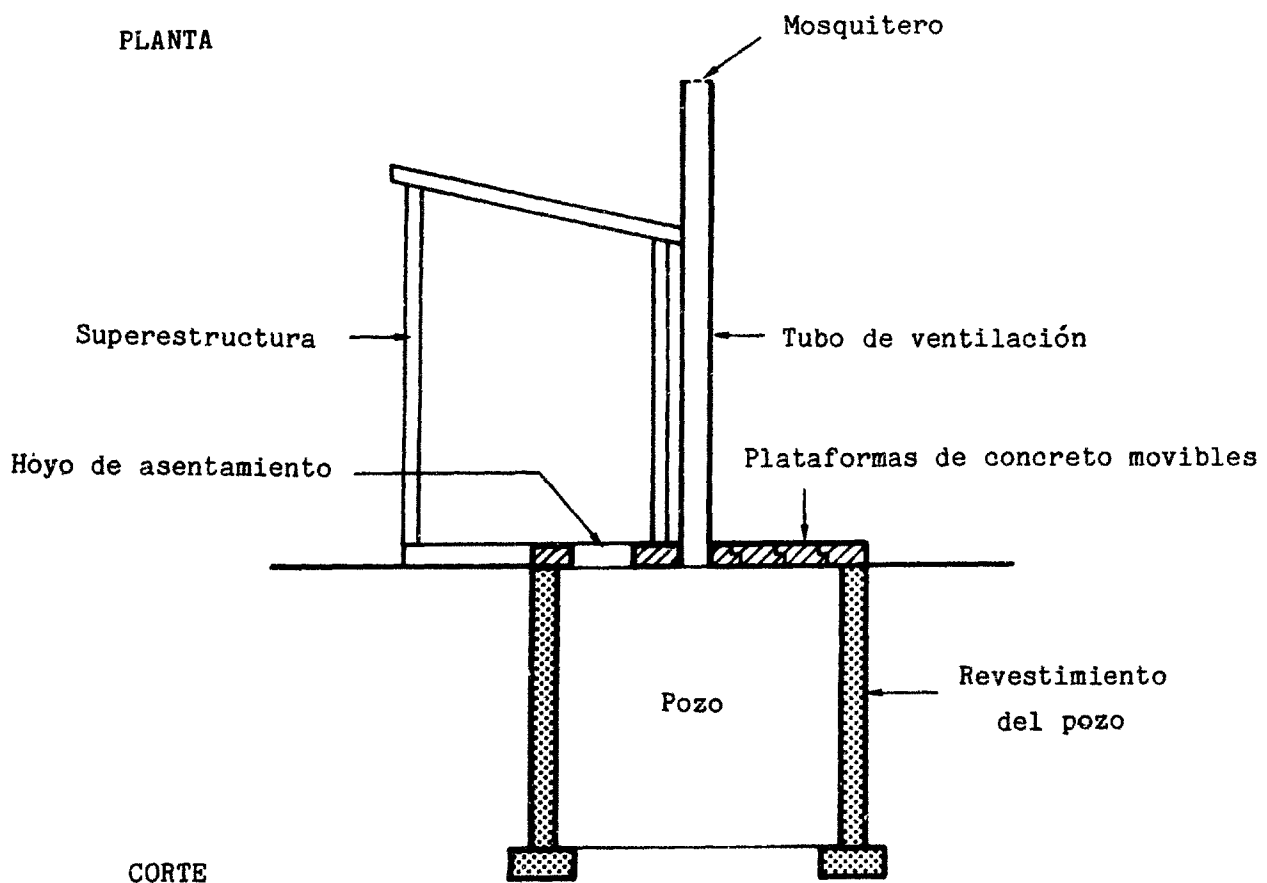
49. Los detalles de diseño de la superestructura y de los tubos de ventilación son esencialmente similares a los de las letrinas VIP de un solo pozo (párrafos 24-38). Se han instalado letrinas VIP de pozo doble alternante en el interior de algunas casas, con pozos accesibles desde el exterior (Anexo II); para algunas culturas dicha disposición puede ser socialmente preferible que las superestructuras externas.

#### **Unidades de multicompartimentos**

50. En Ghana se han desarrollado letrinas VIP de pozo doble alternante de multicompartimentos para el uso en instituciones rurales, tales como colegios, y como instalaciones sanitarias comunales del pueblo (Figura 18). Todos los pozos excepto los dos finales, tienen dos hoyos de asentamiento en compartimentos adyacentes; para un buen control del olor ha sido necesario



PLANTA



CORTE

Figura 18: Letrinas VIP de pozo doble alternante con multicompartimento (Ghana)

ventilar estos pozos con un tubo de ventilación de 150 mm de diámetro. Los dos últimos pozos son ventilados con tubos de 100 mm de diámetro, ya que son de la mitad del tamaño de los otros y usan un sólo hoyo de asentamiento. En todos los otros aspectos, las unidades de multicompartimentos han sido diseñadas de la misma forma que las unidades simples.

### **Vaciamiento de los pozos**

51. La eliminación manual del material de tipo húmico de los pozos, el cual tiene por lo menos dos años, no presenta riesgos de salud ya que todos los patógenos excretados no son viables, con la excepción de algunos huevos de **Ascaris**. En discusiones con los futuros beneficiarios (o sus líderes) antes de la instalación de letrinas VIP de pozo doble alternante, se puede apreciar que ellos consideran el manejo del contenido del pozo como una tarea socialmente aborrecible. Sin embargo, una vez que la transformación del excremento en humus inocuo en dos años ha sido presenciada por los usuarios, estos pueden cambiar de actitud. Si esto no sucediera, entonces se deja la tarea de vaciamiento de los pozos a la municipalidad (u otra dependencia gubernamental competente del lugar) para la evacuación ya sea manual o mecánica que realizarán los empleados. Los contenidos que se extraen pueden ser dispuestos en rellenos sanitarios, o preferiblemente, pueden ser reusados para abonar tierras agrícolas.

52. La evacuación mecánica de pozos húmedos se realiza más fácilmente con equipo de succión de tanques sépticos normales, pero la eliminación de materiales secos presenta dificultades mayores. Dado que la mayoría de las letrinas VIP de pozo doble alternante tienen pozos poco profundos (párrafo 46) los pozos secos serán comunes. Una investigación patrocinada por TAG y el **International Reference Centre for Wastes Disposal** (Centro Internacional de Referencia sobre Evacuación de Desechos) <sup>23/</sup> indica que el sistema de succión con aire es la única opción actualmente disponible para evacuar pozos secos; en Botswana unas recientes pruebas de campo han mostrado que ahora se puede disponer del equipo adecuado para este propósito. <sup>24/</sup>

---

<sup>23/</sup> P.M. Hawkins (1982). **Emptying on-site excreta disposal systems in developing countries: An evaluation of the problems** (Sistemas de evacuación de excrementos por eliminación en el lugar: Evaluación de los problemas). **IRCWD News No. 17**. Dúbendorf, Suiza: Centro Internacional de Consulta sobre Evacuación de Desechos.

<sup>24/</sup> Prontamente TAG y el Centro Internacional de Referencia sobre Evacuación de Desechos, Dúbendorf, Suiza, publicarán un informe sobre estas pruebas, llevadas a cabo en Gaborone de octubre de 1983 a febrero de 1984. Además, consulte el BRE Information Paper No. 84: **BREVAC: A Mechanised Method of Emptying Sanitation Chambers** (BREVAC: Un Método Mecanizado de Vaciamiento de Cámaras de Saneamiento). (Building Research Establishment, Watford, Inglaterra, 1984) que ofrece una breve descripción de uno de los tanques evacuadores que se probaron.

## V. APLICABILIDAD Y LIMITACIONES

### Densidad poblacional

53. Las letrinas VIP de un solo pozo son adecuadas para el uso en áreas urbanas de hasta 300 personas por hectárea. En términos generales, es difícil ser más preciso, ya que los factores locales, tales como el tamaño promedio de la vivienda, el diseño de ella, la demarcación y el área de las parcelas de terreno, tienen gran influencia. En densidades mayores, las letrinas VIP de pozo doble alternante pueden ser factibles; sin embargo otras opciones, tal como pequeñas alcantarillas subterráneas, serían una solución más apropiada.

### Nivel del servicio de abastecimiento de agua

54. En áreas en donde el consumo de agua es bajo (es decir, inferior a los 30 lcd) y en donde se tiene que transportar el agua manualmente desde fuentes públicas o pozos comunales, las letrinas VIP (de cualquier tipo) son una opción de saneamiento técnicamente factible dado que no requieren más que cantidades mínimas de agua para su limpieza.

### Condiciones del terreno

55. **Permeabilidad del suelo.** Los terrenos con una permeabilidad inferior a los 2.5 mm por hora (por ejemplo, las arcillas expansivas) no son adecuados para letrinas dado que la fracción líquida del excremento es incapaz de infiltrarse en la tierra (párrafo 15).

56. **Roca y tierra duras.** La presencia de roca o tierra duras a 2 m de la superficie de la tierra es una desventaja para el uso de letrinas VIP de un solo pozo. En estas circunstancias son preferibles las letrinas de pozo doble alternante poco profundo y con la plataforma cobertora sobresaliendo del nivel del suelo si fuera necesario.

57. **Nivel de agua subterránea.** Los pozos húmedos tienen ventaja sobre los secos por su menor acumulación de sólidos, pero pueden presentar problemas de reproducción de mosquitos y contaminación de aguas subterráneas. La experiencia en Zimbabwe ha demostrado que si el nivel de agua subterránea está aproximadamente a 300 mm de la superficie de la tierra, el funcionamiento de la ventilación de las letrinas VIP será satisfactoria siempre que la plataforma cobertora se coloque a 300 mm del nivel del suelo.

### Contaminación de aguas subterráneas

58. Recientemente se ha revisado desde un punto de vista crítico la gran cantidad de literatura existente sobre la contaminación de las aguas

subterráneas por parte de los sistemas de saneamiento del lugar <sup>25/</sup>. Esta revisión destaca la necesidad de un conocimiento a fondo del terreno local y de las condiciones hidrogeológicas antes de que pueda hacerse cualquier predicción sobre el riesgo (si lo hubiera) de contaminación de las aguas subterráneas por sistemas locales de saneamiento. Las bacterias y los virus son los únicos organismos de importancia excretados para la contaminación de las aguas subterráneas y la profundidad de la tierra sobre el nivel de las aguas subterráneas (**la zona no saturada**) es la línea de defensa más importante para defenderse de ellos. Bajo muchas condiciones, una profundidad de 2 m de material no consolidado (cal, arena) es suficiente para evitar la contaminación de aguas subterráneas (pero, por supuesto, por la propia excavación de letrinas VIP de un solo pozo se extrae de 2 - 3 m de la zona no saturada, y en letrinas de pozo doble alternante, de 1 - 2 m). Si, en cualquier localidad dada, las condiciones del suelo e hidrogeológicas son tales que podría producirse la contaminación de las aguas subterráneas debido a las letrinas VIP se deben plantear y responder tres preguntas:

- (a) ¿Importa si las aguas subterráneas están contaminadas? Si las aguas subterráneas no se usan como fuente de abastecimiento (por ejemplo, por vía de pozos poco profundos) entonces su contaminación carece de importancia; es preferible que la contaminación fecal vaya a las aguas subterráneas a que se contamine la tierra adyacente a viviendas como consecuencia de la ausencia de instalaciones de saneamiento, lo que causaría una transmisión extensiva de las enfermedades relacionadas con las heces.
- (b) En caso de que las aguas subterráneas se usen como fuente de abastecimiento es posible modificar el diseño de las letrinas para que las aguas subterráneas no se contaminen o para que el grado de

---

<sup>25/</sup> W.J. Lewis, S.S.D. Foster y B.S. Drasar (1982). **The risk of groundwater pollution by on-site sanitation in developing countries: A literature review** (El riesgo de la contaminación de las aguas subterráneas por el saneamiento local en los países en vías de desarrollo: Una revisión de la bibliografía). Informe No. 01/82. Dübendorf, Suiza: Centro Internacional de Referencia sobre Evacuación de Desechos. (Un sumario ejecutivo sobre este informe aparece en **IRCWD News** No. 16, de enero de 1982.)

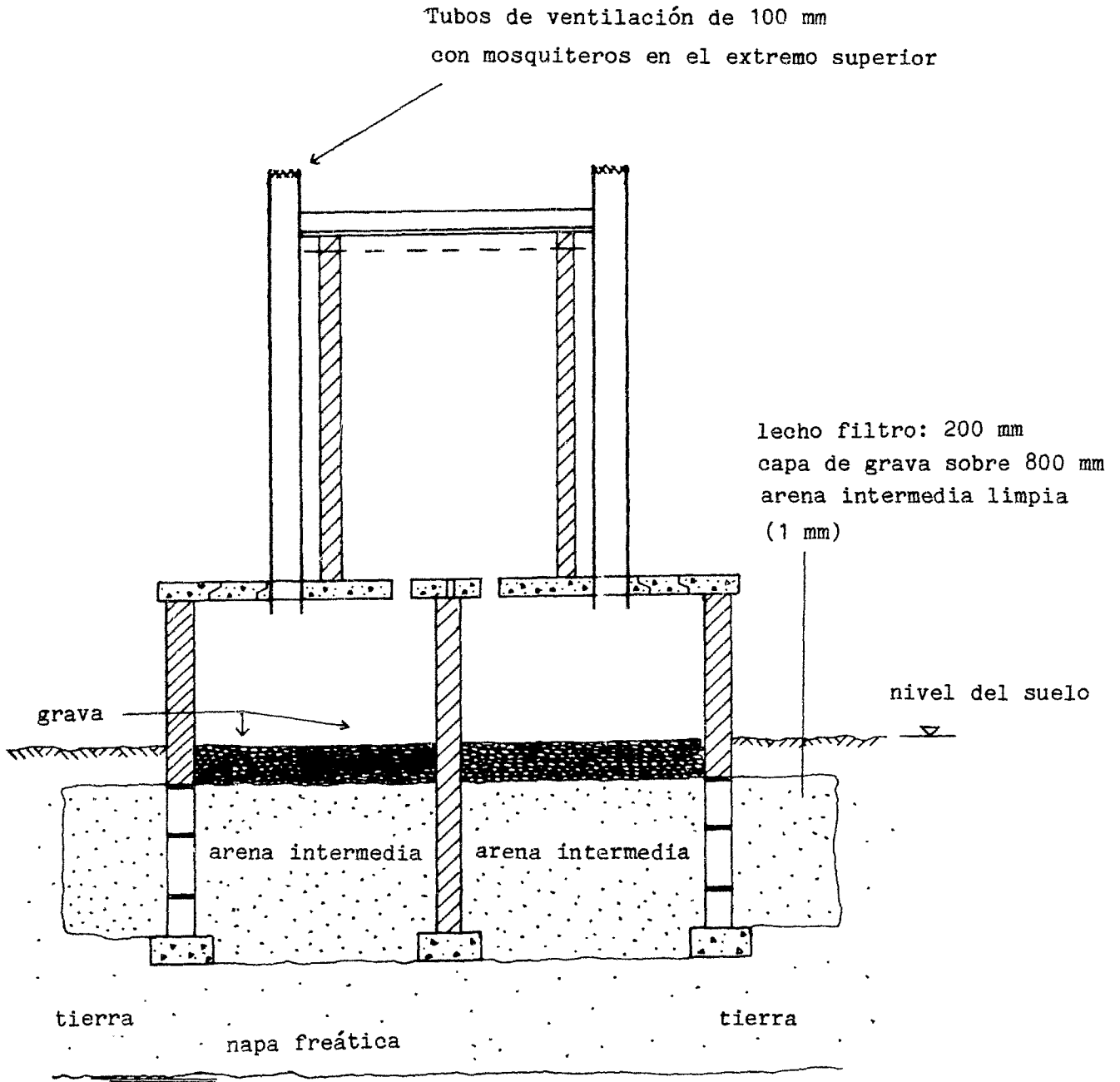


Figura 19: Letrina VIP sobresaliente con pozo doble alternante con un lecho de filtro para reducir la contaminación de las aguas subterráneas <sup>21/</sup>

contaminación sea aceptablemente bajo. <sup>26/</sup> El uso de una letrina VIP poco profunda de pozo doble, en lugar de una con un solo pozo profundo, puede dejar una profundidad suficiente en la zona no saturada. Como alternativa, tenemos la letrina VIP sobresaliente, la cual está provista de una zona no saturada **artificial** de arena fina (menor a 1 mm) a una profundidad de por lo menos 800 mm, la que podría mitigar la contaminación a un nivel aceptable (Figura 19).

(c) Si se usan las aguas subterráneas como fuente de abastecimiento, pero no es posible adoptar las soluciones que se indican más arriba en (b), es más barato usar letrinas VIP (o cualquier otra forma de saneamiento in-situ) y abastecerse de agua de otro lugar. Para muchos casos, la respuesta será que una combinación de saneamiento in situ y agua proveniente de otra parte es mucho menos costosa que la de saneamiento fuera del sitio y agua in situ. Podría ser posible abastecer el agua del mismo acuífero pero mediante un pequeño sistema de reticulación y con fuentes de agua públicas, basado en un pozo equipado por bomba, perforado lo suficientemente lejos aguas arriba de las letrinas como para que no exista contaminación de la fuente o para que ésta sea aceptablemente baja.

### **Factores socioculturales**

59. Las letrinas VIP son especialmente adecuadas cuando se usan materiales de limpieza anal voluminosos; otras tecnologías de saneamiento tienen dificultad para trabajar con dichos materiales. Sin embargo, en áreas en las que se usa el agua para este propósito, normalmente una opción de saneamiento preferible es el inodoro con descarga de agua.<sup>27/</sup>

60. Se pueden diseñar las letrinas VIP ya sea para la defecación sentado o en cuclillas (párrafo 21). Se debe determinar cuál es el modelo preferido y diseñar la letrina de acuerdo a él.

61. En sociedades en donde se prefiere un inodoro en el interior de la vivienda, aún se pueden usar las letrinas VIP. Las letrinas VIP de interiores, con acceso al foso desde fuera de la casa fueron construidas en Brasil (el modelo de un sólo pozo) y en Ghana (el de pozo doble alternante); se pueden encontrar detalles en el Anexo II.

62. Si existe una preferencia local o se requieren servicios por separado para los miembros varones y damas de la vivienda, entonces se debe adoptar un diseño similar al descrito en el párrafo 40; se debe discutir, a nivel de comunidad, la posibilidad de compartir este servicio entre viviendas vecinas, para reducir los costos.

---

<sup>26/</sup> **Aceptablemente bajo** es difícil de definir precisamente. En general, se puede considerar razonable un coliforme fecal por debajo de 10 por 100 ml.

<sup>27/</sup> D.D. Mara. **The Design of Pour-flush Toilets** (El Diseño de Inodoros con Descarga de Agua). "TAG Technical Note" (Nota Técnica TAG No. 15) en preparación.



## VI. CRITERIOS DE SELECCION DEL DISEÑO

63. Dado que una letrina VIP de cualquier tipo es la tecnología de saneamiento más apropiada para la comunidad en consideración, el diseñador se enfrenta a la pregunta qué tipo de letrina es la más adecuada? En esta sección se discute el criterio de selección con el cual el diseñador puede responder a esta pregunta. La discusión asume que se han tomado en cuenta todos los requisitos socioculturales de importancia.

64. Para mayor conveniencia, hemos dividido esta sección en dos partes: condiciones de terreno favorables y desfavorables. Las condiciones favorables de terreno se refieren a:

- (a) que el suelo sea lo suficientemente permeable como para permitir la infiltración de la fracción líquida de los excrementos;
- (b) la ausencia de roca dura a la profundidad hasta la cual se excavará el pozo; y
- (c) que la napa freática esté lo suficientemente profunda como para que la excavación y el revestimiento del pozo no resulten demasiado difíciles y costosos.

Si no se cumplen todos estos requisitos, entonces las condiciones del terreno se describen como adversas.

### Condiciones favorables del terreno

65. Ya que las letrinas VIP de un solo pozo del mismo tipo que se muestra en la Figura 1 (ver página 2) usualmente cuesta menos que cualquier otro tipo de letrina, normalmente el diseñador comenzará por calcular si un diseño de este tipo es factible.<sup>28/</sup> Considerando que un horizonte de planeamiento

---

<sup>28/</sup> Si se necesitan servicios separados para cada sexo, entonces se debe proveer de ellos. La discusión subsiguiente asume que no se requiere de éstos para facilitar el argumento.

razonable es de 20 años <sup>29/</sup> y que se puede esperar que una letrina VIP de un solo pozo dure 10 años, <sup>30/</sup> el diseñador debe determinar si hay espacio disponible suficiente en cada parcela para dos pozos. Si lo hubiera, entonces el sistema de una letrina VIP con un solo pozo es normalmente la opción de saneamiento a escogerse. Inicialmente se construirá una y se usará esta letrina durante los primeros 10 años, después de los cuales se construye una segunda letrina (usando todo el material que sea posible de la primera) para que sirva por los siguientes 10 años.

66. Sin embargo, si el número de usuarios de una letrina de un solo pozo es alto (digamos más de 10), entonces el volumen requerido del pozo podría ser excesivo, especialmente si la tasa de acumulación de sólidos es alta. En estas circunstancias el diseñador debe calcular las factibilidades comparativas - técnicas, sociales y económicas - de las siguientes opciones:

- (a) un sistema de letrina VIP **de un solo pozo alternante**; éste asume que hay lugar para ubicar dos pozos simples con una vida útil de, digamos, cinco años; una letrina VIP de un solo pozo se construye inicialmente para que sirva durante los primeros cinco años, después de los cuales se construye una segunda letrina de un solo pozo para los próximos cinco años; cuando este último se llena al cabo del décimo año, el primer pozo se excava y se pone nuevamente en servicio; se realiza una operación similar al cabo del décimo quinto año con el segundo pozo;<sup>31/</sup>
- (b) una letrina VIP que debe ser deslodada mecánicamente cada 3 a 10 años (se deben investigar las diversas combinaciones del volumen del pozo y la frecuencia de su evacuación para así descubrir la solución de más bajo costo);
- (c) una letrina VIP de un solo pozo con sumideros individuales o comunales (párrafos 42 y 44); y
- (d) una letrina VIP de pozo doble alternante la cual debe ser evacuada, manual o mecánicamente, cada dos a tres años.

---

29/ Después de 20 años (posiblemente menos) pueden mejorar los niveles de servicio de los abastecimientos de agua, de tal manera que otras tecnologías de saneamiento se vuelvan más apropiadas.

30/ Esto no siempre es posible debido a condiciones adversas del terreno o por un elevado número de usuarios. Por otro lado, las letrinas VIP de un solo pozo pueden durar 20 años, como en Zimbabwe (Anexo II).

31/ Es probable que esta solución tenga un valor actual más bajo que las otras opciones enumeradas más abajo, pero se debe discutir cuidadosamente con la comunidad en la etapa del diseño para determinar su aceptabilidad y para clarificar la responsabilidades (v.g., son los mismos usuarios quienes harán todo el trabajo que implica la reubicación de una letrina).

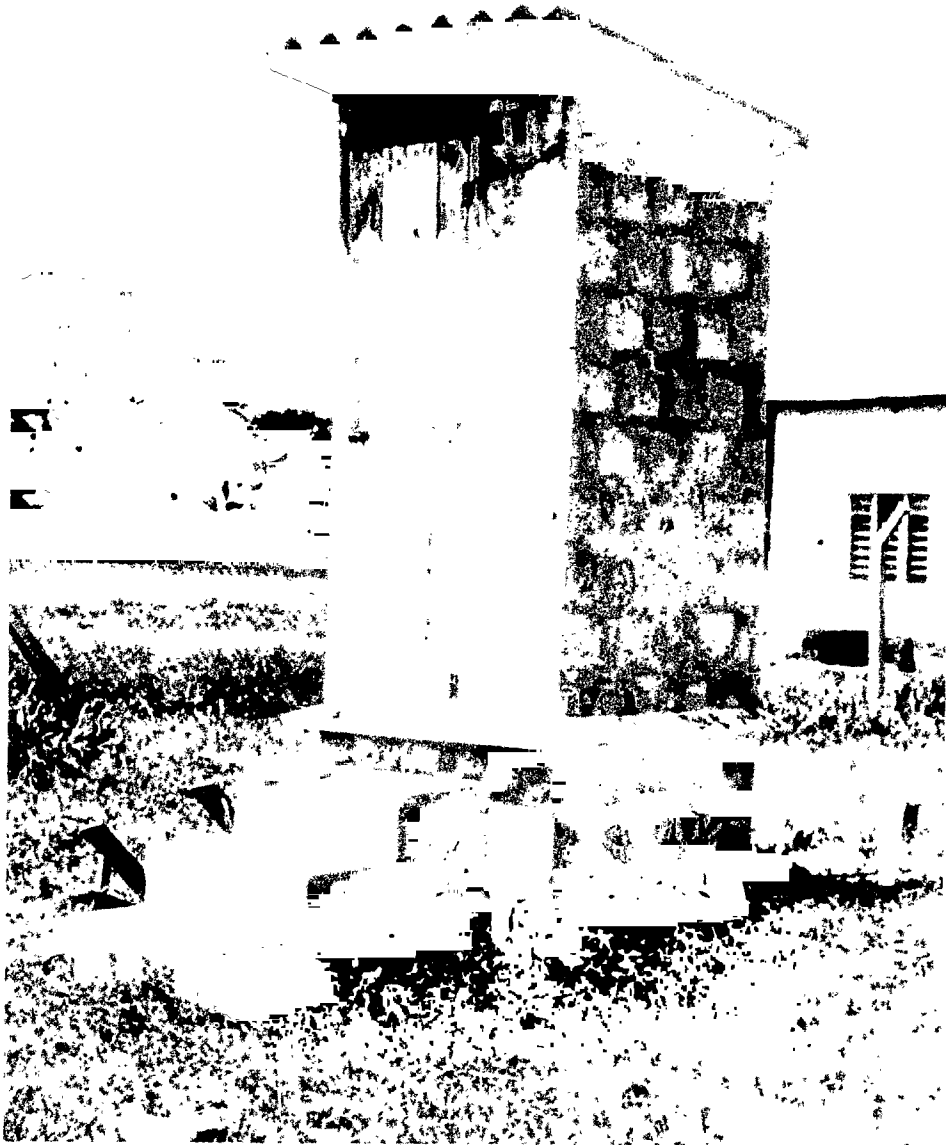


Figura 20: Letrina VIP sobresaliente en un área con aguas subterráneas en un nivel alto (Tanzania)

### Condiciones adversas de terreno

67. **Baja permeabilidad del terreno.** Si el terreno es insuficientemente permeable para las letrinas VIP, entonces ningún tipo de disposición de excretas in situ es factible<sup>32/</sup> y deben considerarse las tecnologías de disposición fuera del lugar, tal como los alcantarillados de pequeño diámetro.<sup>33/</sup>
68. **Roca dura a poca profundidad.** Se deben evaluar las opciones de (a) a (d) en el párrafo 66. En muchas situaciones se escogerá la opción (d), las letrinas VIP de pozo doble alternante.
69. **Una alta napa freática.** En áreas con una alta napa freática sólo en ciertas estaciones, generalmente es posible excavar y revestir el pozo durante la estación seca; en estas circunstancias las condiciones del terreno pueden ser consideradas como favorables y el diseñador debe seguir las recomendaciones que se ofrecen del párrafo 63 al 66. El único rasgo adicional de diseño, el cual es necesario en áreas en donde las napas freáticas llegan hasta unos 300 cm de la superficie del suelo, es elevar la plataforma cobertora unos 300 cm sobre el nivel del suelo (Figura 20).
70. En áreas con niveles permanentemente altos de napas freáticas, la excavación de pozos en suelos consistentes puede ser relativamente fácil; se puede usar una bomba portátil para extraer el agua del pozo durante su excavación. En suelos no consistentes la excavación profunda puede ser totalmente imposible; el uso de letrinas VIP con pozo doble alternante de poca profundidad, con una plataforma cobertora sobresaliente, a menudo puede ser la única solución factible de saneamiento en el sitio.

### Ejemplos del diseño

71. **Ejemplo de diseño No. 1.** Se está diseñando un nuevo poblado con 200 viviendas. Cada vivienda comprende ocho personas y recibe una parcela de 30 m x 40 m. Las condiciones del suelo son favorables (la tierra es arena fangosa) y la napa freática está a 10 m por debajo de la superficie. El abastecimiento de agua es por pozos comunales, e investigaciones hidrogeológicas han demostrado que el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es bajo. Se dispone fácilmente de cemento, acero reforzado y ladrillos cocidos en el mismo lugar a un costo razonable. La experiencia local indica que los sólidos se acumulan en las letrinas de pozo a una tasa de 0.03 m<sup>3</sup> por persona al año.

---

<sup>32/</sup> Los inodoros de compostado son teóricamente factibles, pero, especialmente en áreas urbanas, es improbable que se desempeñen correctamente ya que requieren de un gran cuidado en su operación y mantenimiento por parte de los usuarios.

<sup>33/</sup> R.J. Otis y D.D. Mara. **The Design of Small Bore Sewers** (El Diseño de Alcantarillas de Pequeño Diámetro). Nota Técnica TAG No. 14.

72. **Solución.** Las letrinas VIP son claramente la opción de saneamiento a escogerse. El diseñador tiene que diseñar la subestructura y, después de consultarlo con los pobladores, la superestructura.

(a) **Diseño de la subestructura.** Primero, se debe calcular el volumen efectivo del pozo que se requiere ( $V, m^3$ ) mediante la fórmula:

$$V = PSN$$

en donde:  $P$  = número de usuarios (en este caso 8)

$S$  = tasa de acumulación de sólidos (en este caso  $0.03 m^3/persona/año$ )

$N$  = vida proyectada del pozo, años.

Para  $N = 10$  años,  $V = 2.4 m^3$ . Por lo tanto, para un pozo de 1.2 m de diámetro, la profundidad efectiva es de  $(4V/d^2) = 2.1$  m; así, si se permite 0.4 m para el espacio libre, la profundidad total de la excavación es de 2.5 m. Esto es perfectamente aceptable, por lo tanto se adopta el diseño: las dimensiones del pozo son de 1.2 m de diámetro x 2.5 m de profundidad. La tierra no es consistente y por eso el pozo debe estar revestido con ladrillos de juntas abiertas.

(b) **Diseño de la superestructura.** Un diseño en ladrillo, incluyendo un tubo de ventilación de ladrillo, es claramente la solución más obvia. El diseñador necesita determinar si es más adecuado un diseño espiral o **cuadrado**; si requiere de una puerta; si se prefiere un asiento con pedestal o no; si la superestructura tiene que ser lo suficientemente grande para que en su interior se pueda instalar una regadera; y si fuera factible un simple techo de paja (en el Anexo II puede encontrar diversos ejemplos de diseños de superestructura). Se deben tomar medidas para el abastecimiento necesario de mosquiteros, preferiblemente de acero inoxidable.

73. **Ejemplo del diseño No. 2.** Se está desarrollando un esquema de **emplazamientos y servicios** de bajo costo para 1,000 viviendas en un área periférica urbana. Cada vivienda comprende seis personas y el tamaño de la parcela es de 10 x 15 m. Las condiciones del terreno son adversas ya que la napa freática está permanentemente a 1.5 m por debajo de la superficie, a pesar de que no hay roca dura y que la tierra es suficientemente permeable. Para el abastecimiento de agua hay fuentes de agua públicas concertadas al sistemas de reticulación de la ciudad. No hay escasez de buenos materiales de construcción. Se sabe que la tasa de acumulación de sólidos es de  $0.06 m^3$  por persona al año.

74. **Solución.** Es probable que las letrinas VIP de pozo doble alternante sean la opción de saneamiento más apropiada, cuando la extensión de la parcela es pequeña. El principal problema de diseño es calcular el tamaño de cada

pozo; el procedimiento del diseño de la superestructura sigue esencialmente lo descrito más arriba en el ejemplo de diseño No. 1.

75. El volumen neto de cada pozo ( $V$ ,  $m^3$ ) está dado por:

$$\begin{aligned} V &= PSN \\ &= 6 \times 0.06 \times N = 0.36 N \end{aligned}$$

Por lo tanto, para  $N = 3$  años,  $V = 1.08 m^3$ . Para una profundidad efectiva de 0.75 m, el área transversal del pozo es de  $1.44 m^2$ . Así, el pozo sería de 1.2 m cuadrados o, 1 m x 1.5 m; la última opción parece estar dirigida hacia la estructuración de un diseño total con un acceso más fácil para la evacuación del pozo. Permitiendo 0.5 m de espacio libre, las dimensiones interiores de cada pozo son de 1 m x 1.5 m x 1.25 m. La profundidad del pozo (1.25 m) es menor a 1.5 m - la posición de la napa freática - para que así el pozo esté seco y su construcción sea más sencilla.

76. El intervalo de tres años de evacuación del pozo nos lleva a la necesidad de un camión-tanque evacuador por solo seis meses cada tres años (asumiendo que se puedan evacuar 10 pozos al día y que existen 200 tanques/días de trabajo por año). Por lo tanto, un camión tanque sería capaz de dar servicio a 6,000 letrinas de pozo doble alternante del tamaño indicado más arriba. Ya que un tanque evacuador con capacidad de 5,000 litros cuesta alrededor de EUA\$60,000 (c.i.f.), su costo de capital por vivienda servida es sólo de unos EUA\$10.00. Aunque tomemos en consideración que la vida total de un tanque es de sólo tres años y que los costos por concepto de operación y mantenimiento son tan altos que alcanzan los EUA\$30,000 por tanque al año, el costo total para cada vivienda por el servicio de limpieza de su letrina sería de sólo EUA\$8.00 al año.

## VII. COSTOS

77. Se usan dos tipos de costos en la evaluación de letrinas VIP y otros sistemas de saneamiento. Estos son los costos económicos y los costos financieros. El costo económico es el costo asumido por un país o una comunidad en su conjunto. Mide el valor de todos los recursos gastados por un proyecto de saneamiento, tal como la tierra, trabajo y capital, incluya o no una inversión en efectivo. Se usa para hacer una comparación de menor costo entre las tecnologías alternativas. Se considera que la tecnología económicamente favorecida es aquella que rinde los mayores beneficios al más bajo costo económico.

78. Los costos económicos tienen dos componentes: el costo de inversión y los costos recurrentes. Cada componente debería estar expresado en una forma que refleje su costo de oportunidad real en la economía; esto normalmente implica la aplicación de precios sombra en la apreciación de insumos tales como mano de obra y divisas. Por lo tanto, se deberían convertir la corriente de inversiones y costos recurrentes, empleando una tasa de descuento que refleje el costo de oportunidad del capital en un costo anual

total por vivienda (CATV). Las técnicas para esta forma de análisis quedan fuera del campo de este ensayo, pero son analizadas en cualquier texto normal dentro del análisis económico de los proyectos.<sup>34/</sup>

79. Los costos financieros son la suma de los costos de inversión y los recurrentes, sin ningún ajuste para que reflejen las consideraciones económicas. Son muy relevantes al seleccionar una tecnología que el consumidor pueda afrontar. La carga financiera del consumidor individual estará fuertemente influenciada por las condiciones locales para cada proyecto: por ejemplo, la combinación préstamo/subvención usada para poner la inversión inicial más al alcance de los usuarios (incluyendo los subsidios ocultos en las tasas de interés por debajo de las del mercado sobre los préstamos), el grado de la participación de la comunidad, y el uso de los materiales locales producidos por los mismos consumidores. El diseño del financiamiento del proyecto y de los sistemas de recuperación de costo debería estar dirigido hacia buscar la solución económicamente óptima que pueda ser afrontada por los consumidores, tanto en términos del porcentaje de sus ingresos líquidos que razonablemente pueda esperarse que se dirijan a gastos de saneamiento y de la autoayuda u otros elementos que pudieran involucrarse en el diseño del proyecto.

80. Un componente importante de los costos de un proyecto de saneamiento, el cual, por lo general se omite en el análisis del costo es el costo institucional y de entrega del proyecto. Este incluye el costo de actividades como la movilización de la comunidad y su desarrollo, diseminación de la información, entrenamiento y entrega financiera; además incluye actividades de vigilancia, evaluación y tecnología tales como el mantenimiento logístico y la supervisión de ingeniería. El costo institucional y de la entrega del proyecto puede ser de un 15 a 50% del costo total de un proyecto de saneamiento. Por lo tanto, constituye un importante componente del costo, y no debe ser ignorado. En ausencia de la información adecuada, los costos institucionales y de entrega se pueden considerar en un 30% del costo total del proyecto, o alrededor del 45% de la suma de los costos de material y trabajo.

81. El Cuadro 1 muestra los costos de inversión de letrinas VIP para cinco usuarios de dos países. Excluyendo los costos institucionales, la variación de los costos va desde EUA\$115 a EUA\$167. Cuando se estiman y se incluyen los costos institucionales, la variación del costo va desde EUA\$164 a EUA\$240. El Anexo III presenta una desagregación en los costos de materiales y mano de obra de las letrinas VIP rurales y urbanas en Zimbabwe. Se puede apreciar que los costos varían de EUA\$70 a EUA\$245, dependiendo de la naturaleza del asentamiento (rural o urbano), la consistencia del suelo y la

---

<sup>34/</sup> Consulte también John M. Kalbermatten et al. **Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation: Technical and Economic Options** (La Tecnología Apropiaada para el Abastecimiento del Agua y Saneamiento: Opciones Técnicas y Económicas). Banco Mundial. Diciembre de 1980.

elección de los materiales de construcción. El costo de letrinas VIP en relación al costo del alcantarillado convencional varía de un país a otro. En un reciente estudio realizado por el Banco Mundial, se halló que el valor promedio del costo total anual por vivienda (CATV) por alcantarillado es 13 veces más alto del de la letrina VIP, tal como lo muestra el Cuadro 2. Sin embargo, en Botswana se descubrió que el CATV del alcantarillado convencional sólo era dos veces y media el CATV de la letrina VIP. Se puede apreciar que el CATV por el alcantarillado en Botswana es el más bajo entre ocho sistemas de alcantarillado que fueron estudiados por el proyecto de investigación del Banco Mundial; el valor más alto de CATV, de EUA\$641.30, se encontró en Kyoto, Japón, en comparación al de EUA\$142.20 que se encontró en Gaborone, Botswana.



CUADRO I

COSTOS DE LETRINAS VIP PARA CINCO USUARIOS

(en dólares NA; las proporciones relativas están en paréntesis)

	Materiales (M)	Trabajo (T)	Total M+T	Institucional <sup>35/</sup> (I)	Total M+T+I
Tanzania (1983) (Pozo doble)	58 (35)	57 (35)	115 (70)	49 164 (30)	(100)
Zimbabwe (1983) (Pozo simple)	86 (36)	81 (34)	167 (70)	73 240 (30)	(100)

Nota:

<sup>35/</sup> Se estima que es el 30% de los costos totales.

CUADRO 2

INVERSION PROMEDIO ANUAL Y COSTOS RECURRENTE POR VIVIENDA PARA  
LETRINAS VIP Y ALCANTARILLADO CONVENCIONAL <sup>36/</sup>

(1978 Dólares NA)

Tecnología	Observaciones (número)	Promedio CATV	Costo de Inversión	Costo Recurrente
Letrinas VIP	7	35.0	31.3	3.7
Alcantarillado	8	400.3	269.9	130.4

<sup>36/</sup> Basado en: John M. Kalbermatten, et al. **Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation: Technical and Economic Options** (La Tecnología Apropiada para el Abastecimiento del agua y Saneamiento: Opciones Técnicas y Económicas). Banco Mundial. Diciembre de 1980.

## I. CRITERIOS DE CONSISTENCIA DEL TERRENO

1. Este Anexo describe tres alternativas de pruebas de campo bastante sencillas sobre la consistencia del suelo, de cuyos resultados el diseñador de las letrinas VIP puede decidir si un pozo debe ser completamente revestido o no, tal como se describe en el párrafo 18 más arriba.

### Prueba A

2. Esta es la prueba más simple. Las muestras de tierra se toman al azar; se debe tomar una muestra cada 50 cm hasta una profundidad de 3 m. Luego se amasa manualmente cada muestra hasta formar un cilindro de aproximadamente 2 cm de diámetro y 5 cm de largo. Después de secarlos al sol durante dos días, o preferiblemente, secarlos en horno por dos horas a una temperatura de 100 C, se aplasta suavemente la muestra entre el pulgar y los otros dedos. La tierra consistente (sin cohesión) se deshace fácilmente, mientras que la tierra no consistente (cohesiva), no. Esta prueba requiere de cierta experiencia, por lo tanto es una buena idea practicar la prueba en suelos de una distribución de tamaños de partículas y de una resistencia al corte sin drenado conocidas.

### Prueba B

3. Esta es la medición normal de la mecánica de suelos para la distribución de tamaños de partículas.<sup>1/</sup> Un suelo se considera consistente si contiene más de 30 por ciento de arcilla (< 0.002 mm). Es más simple medir la fracción de arena y azolve combinados (> 0.002 mm) la cual por consiguiente no debe exceder el 70%.

### Prueba C

4. Esta prueba es para medir la resistencia al corte sin drenado de las muestras de suelo y por lo tanto sólo es aplicable a suelos cohesivos. Se realiza en el campo por medio del procedimiento normalizado de prueba con paleta de la mecánica de suelos.<sup>1/</sup> Es improbable que los suelos con una resistencia al corte sin drenado, inferior a 15 kN/m<sup>2</sup>, puedan soportar el peso de una superestructura normal y la plataforma cobertora (que podrían exceder los 20 kN). Como una precaución razonable los pozos excavados en suelos con una resistencia al corte sin drenado inferior a 20 kN/m<sup>2</sup> deben estar completamente revestidos.

---

<sup>1/</sup> Esta es descrita, por ejemplo, en el **British Standard** (Norma Inglesa) BS 2004:1972.

## II. ESTUDIOS DE CASOS

1. Este Anexo describe brevemente algunos tipos de letrinas VIP que se construyeron en Zimbabwe, Botswana, Tanzania, Ghana y Brasil. <sup>1/</sup> Puede encontrar todos los detalles del diseño en las referencias aquí anotadas.

### A. ZIMBABWE

#### Diseño Pole y dagga <sup>2/</sup>

2. Estas letrinas VIP de un solo pozo están hechas casi totalmente con materiales del lugar y son especialmente adecuadas para áreas rurales (Figura II.1). Las dimensiones del pozo son 1.5 m x 0.6 m x 3 m. Una vez que el pozo ha sido excavado, se forma la plataforma cobertora. Esto se realiza colocando dos troncos, que miden de 2.1 a 2.3 m de largo y aproximadamente 100 mm de diámetro, a 300 mm a un lado del pozo, para poder igualar su superficie superior a la del nivel del suelo. Luego se colocan troncos de 1.2 m de largo y más o menos 100 mm de diámetro cruzando los troncos longitudinales, sin dejar brechas y van clavados o amarrados a ellos; se dejan aberturas para el tubo de respiración y el hoyo de asentamiento usando parejas de troncos más cortos que van al extremo interior de los troncos longitudinales. Los troncos de madera que se empleen deben ser resistentes a las termitas y al ataque de ciertos hongos; en Zimbabwe comúnmente se usan mopane (*Colophospermum mopane*) y mususu (*Terminalia sericea*).

3. Una vez que los troncos están en su lugar, se construye la superestructura. Unos 30 ó 40 postes de madera, de 1.8 m de largo y de 50 a 80 mm de diámetro, se edifican en forma de espiral, clavados a la plataforma cobertora y amarrados entre sí con alambre. Los extremos inferiores de algunos de los postes deben estar cortados a un mismo nivel aproximadamente para que puedan ser acunados y clavados a los troncos de la losa cobertora. El extremo superior de los postes se mantienen en su lugar asegurándolos con anillos de ramas tiernas verdes alrededor de ellos. Luego se hace el techo con varas de goma, de unos 30 mm de diámetro, las cuales son flexibles y fácilmente se les puede dar la forma circular deseada. El diámetro de la base del techo es de 2 m y su apex de 0.5 m sobre el plano de la base. Se hace

---

<sup>1/</sup> TAG siempre se interesa por los novedosos diseños de letrinas. Se solicita a los lectores que posean información sobre los adelantos de las letrinas VIP que escriban a TAG, Dirección del Proyecto, a la dirección que podrá encontrar en la página (iii).

<sup>2/</sup> **Pole y dagga** es el término local para referirse a lodo y zarzo; dagga es la tierra de los nidos de las termitas.

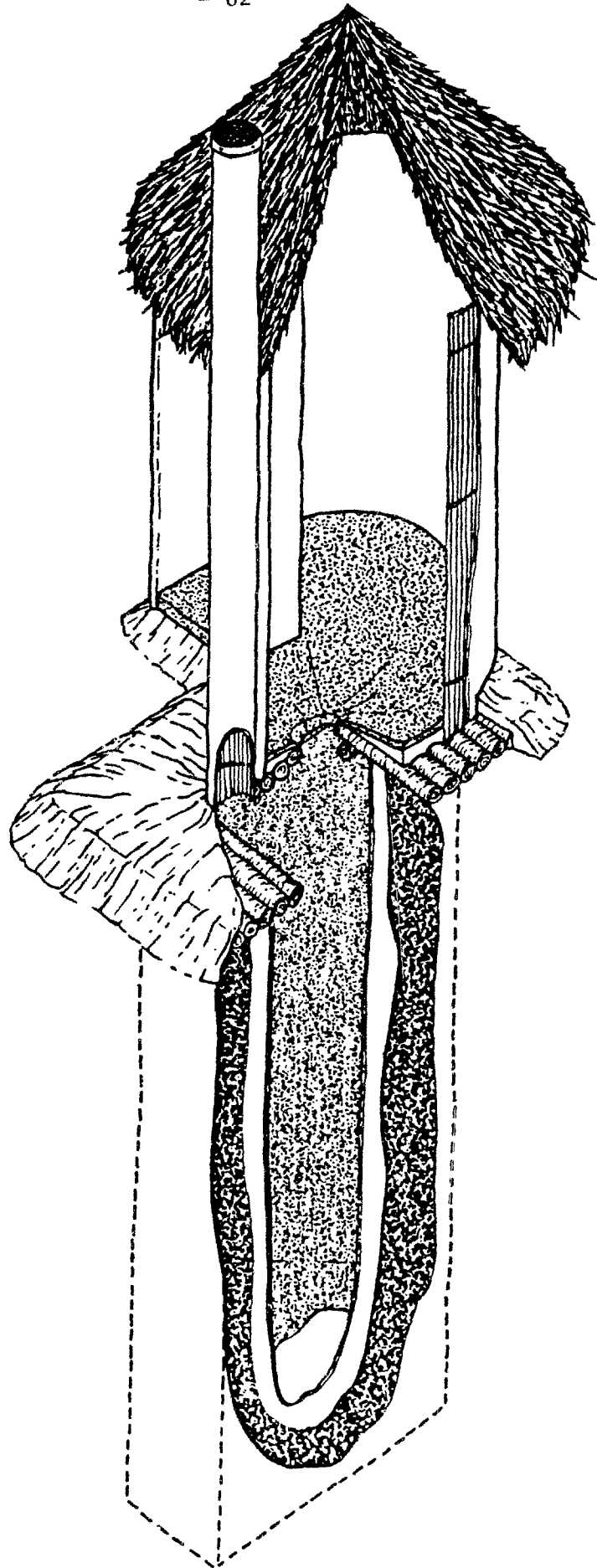


Figura II:1: Letrinas VIP rurales de espiral (Zimbabwe)

el techo entrelazando y atando varas de goma de 1.2 m de longitud entre cinco aros de ramas verdes con 225 m de separación. Luego el techo se cubre con paja o con cizaña y se ata a la superestructura. Se adoptó este procedimiento ya que es el método tradicional para construir techos en las zonas rurales de Zimbabwe. La paja del techo debe ser bastante densa para mantener la superestructura en una oscuridad suficiente como para lograr un buen control de las moscas.

4. Una vez que la superestructura y el techo están completos, comienza la aplicación de lodo; la práctica tradicional en las áreas rurales de Zimbabwe no es la de usar la tierra del suelo sino la de los nidos de las termitas, ya que se descubrió que tiene propiedades especiales adhesivas y mayor duración. Primero se enlucen la superestructura con lodo, tanto su interior como el exterior. Luego la plataforma cobertora se reviste también con lodo para que el piso esté inclinado hacia el hoyo de asentamiento. Mientras el lodo seca, aparecen rajaduras que van a ser rellenadas enluciendo nuevamente todas las superficies con lodo, lo cual le dará mayor resistencia. Se deja que seque el lodo y luego se enlucen todas las superficies con una capa fina de mortero de cemento (1 parte de cemento, 6 partes de arena). Luego se pinta la losa cobertora con pintura bitumástica negra.

5. El tubo de ventilación se construye con una estera del junco del lugar de 2.4 m x 0.9 m, tejida con cuerda o cable. La estera se enrolla alrededor de cuatro o cinco aros de 280 mm de diámetro de ramas verdes para formar un tubo de ventilación de aproximadamente 280 mm de diámetro interno, y se instala el mosquitero en uno de los extremos. Luego se enlucen la mitad de la circunferencia del tubo de ventilación con mortero de cemento; una vez seco, se coloca en posición y se ata a la superestructura, por último se enlucen el resto del tubo de ventilación.

6. Finalmente, las partes expuestas de la plataforma cobertora se cubren con tierra, la que se coloca para inclinarla gradualmente lejos de la letrina al nivel del terreno circundante. Luego se siembra pasto para protegerla contra la lluvia.

Consulta: P.R. Morgan y D.D. Mara, **Ventilated Improved Pit Latrines: Recent Developments in Zimbabwe** (Letrinas con Pozo Ventiladas y Mejoradas: Ultimos Adelantos en Zimbabwe). TAG Working Paper No. 2. Banco Mundial, 1982.

#### **Diseño en ladrillo**

7. Estas también son letrinas VIP de un solo pozo, pero construidas con materiales más permanentes (Figura II.2). Las dimensiones del pozo son: 1.2 m de diámetro por 3 m de profundidad; en suelos estables el pozo se reviste con mortero de cemento (1 parte de cemento, 8 partes de arena), o con ladrillo de juntas abiertas en suelos no consistentes. Se construye un collar circular

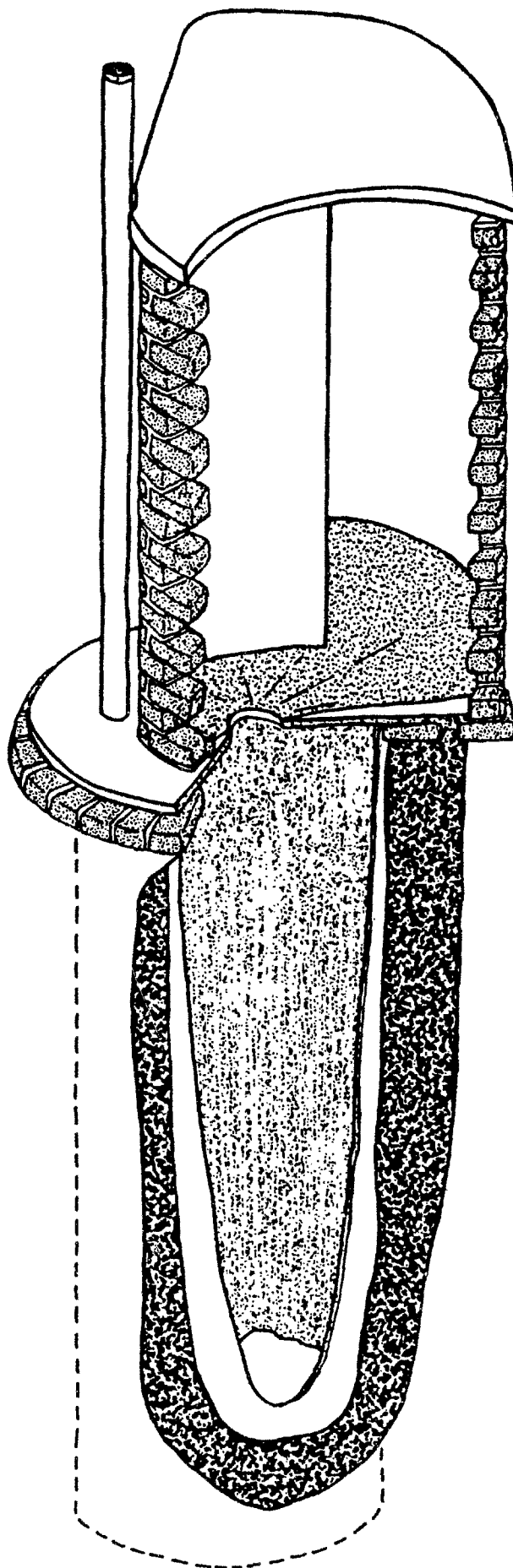


Figura II:2: Letrina VIP de ladrillo en espiral (Zimbabwe)

de ladrillos con mortero de cemento alrededor de la circunferencia del pozo a nivel del suelo. Luego se cementa la plataforma cobertora de concreto armado hasta el collar de ladrillo.

8. Se construye la superestructura en una forma espiral "cuadrada" o en círculo hasta una altura de 1.8 m. Sólo parte de la superestructura está sobre el pozo; se hace esto para que haya espacio suficiente en el interior que posibilite adecuar una ducha. La parte de la superestructura construida en la tierra circundante tiene su apoyo en una base de una fila de ladrillos con mortero de cemento en los ángulos rectos de la superestructura. El interior de la superestructura es enlucido con mortero de cemento para darle un acabado más fino.

9. Se puede hacer el techo con paja o con cemento y fierro. Una vez que ya está en su lugar y ya se hizo un escalón de ladrillo en la entrada de la letrina (para no dejar pasar el agua de lluvia), se usa tierra para elevar el nivel del suelo expuesto dentro de la superestructura hasta el nivel de la plataforma cobertora. Cuando éste ha sido bien compactado por apisonamiento se coloca mortero de cemento (1 parte de cemento, 3 partes de arena) sobre la tierra compacta y la plataforma cobertora a una profundidad suficiente como para que el suelo de la letrina tenga la inclinación necesaria por cada lado hacia el hoyo de asentamiento. El tubo de ventilación se construye de ladrillo usando la superestructura como uno de sus lados y se construyen seis hileras más alto; y sus dimensiones internas son 230 mm cuadrados. Como alternativa, se pueden usar tubos de ventilación comercialmente disponibles (de 110 mm de diámetro). El mosquitero es una malla metálica de acero inoxidable.

Consulta: P.R. Morgan y D.D. Mara. **Ventilated Improved Pit Latrines: Zimbabwean Brick Designs** (Letrinas Mejoradas de Pozo Ventilado: Diseños en Ladrillo de Zimbabwe). TAG Discussion Paper, TAG/DP/01.

## **B. BOTSWANA**

### **Diseño de doble pozo alternante**

10. Las letrinas VIP de doble pozo alternante (Figura II.3) son muy usadas en las zonas urbanas de Botswana, en donde son conocidas generalmente como **Letrinas con depósito en tierra del tipo II revisadas (REC I)**. cada pozo (dimensiones internas: 1.25 m x 3.7 m x 1.25 m) está revestido con bloques de concreto reforzado con juntas abiertas, apoyados sobre bases de concreto reforzado; se construye una pared divisoria de bloques cementados a medio largo y su base es similar. La plataforma cobertora de concreto reforzado (de 80 mm de grosor) se fabrica en ocho secciones: dos secciones centrales permanentes, cada una con aberturas para el tubo de ventilación y el pedestal del asiento, las cuales sostienen la superestructura; y seis secciones



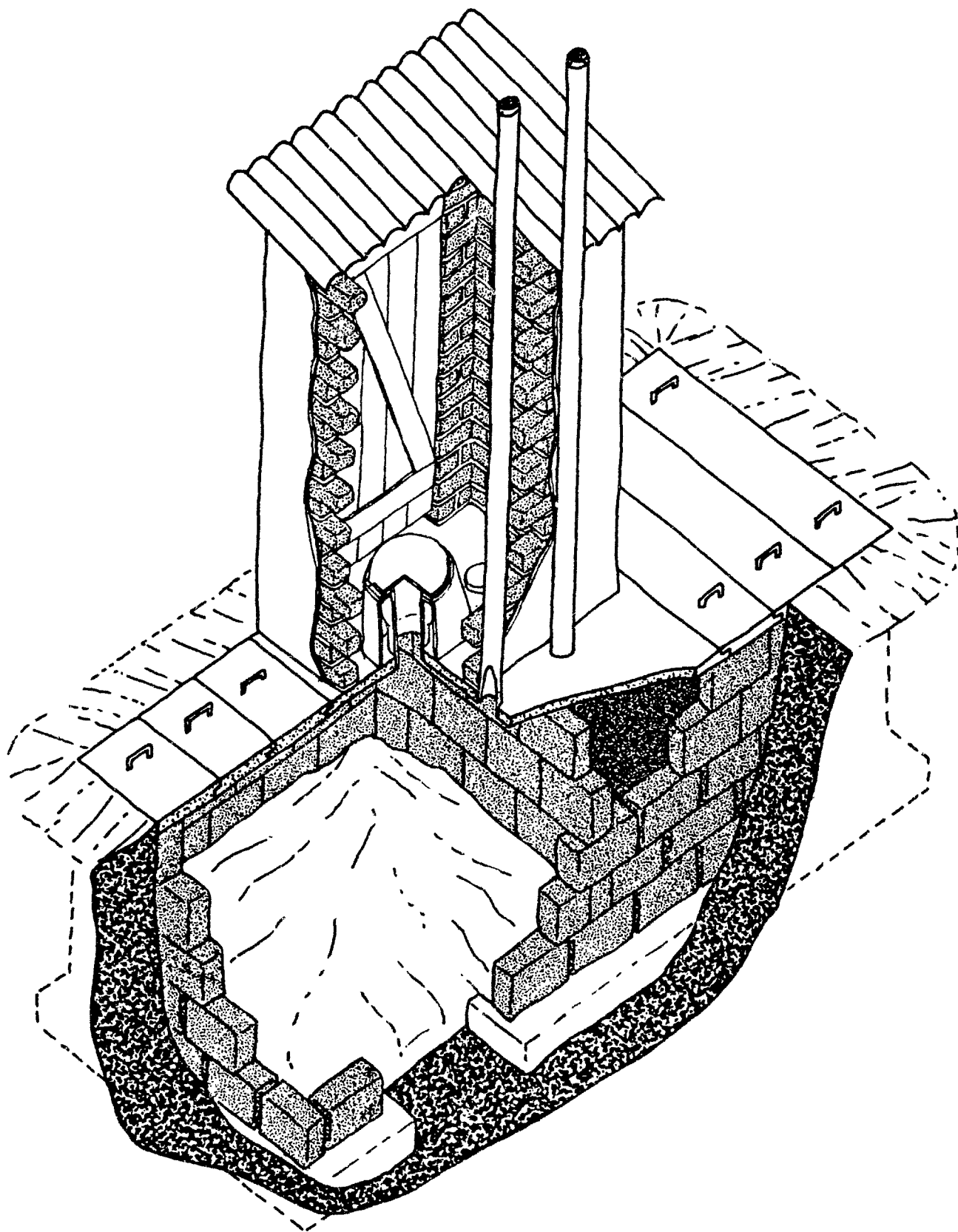


Figura II:3: Letrina VIP urbana de doble pozo alternante (Botswana)

movibles, tres a cada lado, para hacer posible la remoción del lodo de los pozos.

11. La superestructura se construye de bloques con el techo inclinado de cemento de asbesto corrugado sostenido por una estructura de madera. Se coloca una puerta que se abra hacia afuera. Los tubos de ventilación son de 2.5 m de longitud, tubos PVC de 110 mm de diámetro. Se instala un asiento de pedestal plástico de fibra de vidrio reforzado, y se pone una tapa cobertora de concreto sobre la abertura del pozo que no está en uso. A menudo, el dueño de casa le añade una "pared de privacidad", en forma de L, a la superestructura.

Consulta: J. Van Nostrand y J.G. Wilson. **The Ventilated Improved Double Pit Latrine: A Construction Manual for Botswana** (La Letrina Mejorada de Pozo Doble Ventilado: Manual de Construcción para Botswana). Nota Técnica TAG No. 3.

#### **Diseño de un solo pozo**

12. En las zonas rurales de Botswana se usan diversos diseños de letrina VIP de un solo pozo. En muchas formas son similares a los diseños de Zimbabwe de la Sección A. Aquí se describe un diseño adecuado para suelos estables (Figura II.4).

13. Antes de excavar el pozo se moldea un armazón de concreto rectangular (1.8 m x 1.25 m como promedio) en una zanja que mida 125 mm de ancho y 75 mm de profundidad; la parte superior del armazón está a 50 mm sobre el nivel del suelo, y está reforzado con una barra central de 8 mm de diámetro de acero dulce. Después que el armazón ha sido curado por lo menos por tres días se excava el pozo a 125 mm dentro de él, a una profundidad de 2 m o más; las paredes del pozo se estrechan con una pendiente de 1:20. La plataforma cobertora está hecha en tres secciones de concreto reforzado: una sección final tiene un hoyo para el pedestal del asiento; la sección central tiene el hoyo del tubo de ventilación; y la otra sección final es movable para permitir el acceso para su evacuación.

14. La superestructura se construye con bloques en una forma cuadrada en espiral, la cual está parcialmente descentrada de la plataforma cobertora; se coloca una base de dos hileras de adoquinado al nivel de la plataforma cobertora. El techo se construye con láminas de fierro corrugado o cemento de asbesto. Se usa un tubo de ventilación PVC con un mosquitero de fibra de vidrio (o, preferiblemente, de acero inoxidable).

Consulta: J. van Nostrand y J.G. Wilson. **Rural Ventilated Improved Pit Latrines: A Field Manual for Botswana** (Letrinas VIP Rurales Mejoradas Ventiladas: Manual de Campo para Botswana). Nota Técnica TAG No. 8.

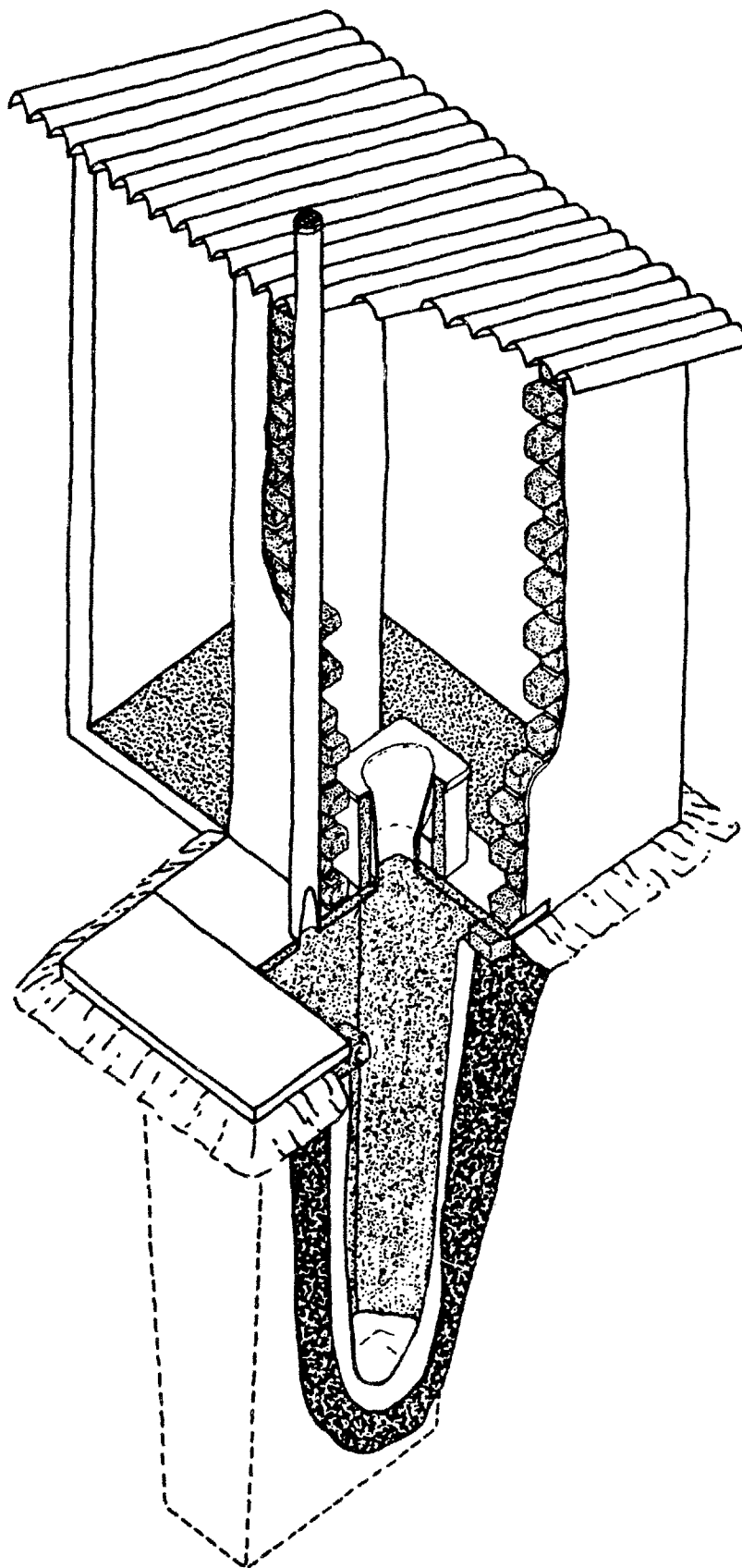


Figura II:4: Letrina VIP rural de un solo pozo (Botswana)

### **C. TANZANIA**

15. El diseño de la letrina VIP de un solo pozo que se muestra en la Figura II.5 se ha construido en varias áreas de bajo ingreso de Dar es Salaam. Presenta varios aspectos novedosos. El pozo (aproximadamente de 1.3 m x 1.3 m x 2.5 m) está revestido con un adoquinado especial: cada bloque tiene dos aberturas rectangulares para la infiltración, y por lo tanto el adoquinado está totalmente cementado en las juntas. La superestructura de adoquán no está descentrada del pozo pero, para hacer posible el acceso para su evacuación, la parte central de la losa cobertora de concreto reforzado, la cual presenta el hoyo de asentamiento, es movable. El tubo de ventilación se construye internamente: una esquina de la superestructura con 400 mm cuadrados de adoquines con una cavidad central de 150 mm de diámetro. El techo se construye con láminas de cemento de fibra reforzada y el tubo de ventilación lo atraviesa y se proyecta 400 mm sobre él. Se usan mosquiteros PVC revestidos de fibra de vidrio (o, preferiblemente, de acero inoxidable).

### **D. GHANA**

#### **Diseño de doble pozo alternante de interior**

16. Un programa piloto a escala en Ghana ha demostrado que es posible convertir las letrinas interiores con balde en letrinas interiores VIP de doble pozo alternante, proporcionando así modernas instalaciones de saneamiento permanente (Figura II.6).

17. El procedimiento de conversión es el siguiente. Primero, se excavan las partes externas del pozo doble y se revisten con ladrillo de juntas abiertas, y se construye la pared divisoria. Luego se prolongan los pozos unos 45 a 60 cm dentro de la casa, pasando por debajo del cimiento de la pared de la casa; se emplean vigas de construcción para sostener el cimiento durante la excavación. Luego se completan el revestimiento del pozo y la pared divisoria y se cierra con ladrillos la puerta de acceso de la antigua letrina de balde. Se colocan en su lugar las secciones de la plataforma cobertora reforzada: cada pozo tiene una sección con aberturas para el hoyo de asentamiento y el tubo de ventilación y, dependiendo del tamaño del pozo, dos o más secciones movibles para permitir el acceso para su evacuación. El tamaño del pozo depende del número de usuarios y está determinado según se describe en el párrafo 13. Ya que la habitación interna es normalmente pequeña, los ejes longitudinales de los hoyos de asentamiento (o en áreas urbanas los asientos de pedestal) están ubicados a lo largo de las diagonales del cuarto para proporcionar mayor comodidad. Los tubos de ventilación son de 3 m de longitud de tubo PVC de 15 mm de diámetro, y se les fijan mosquiteros PVC revestidos con fibra de vidrio.

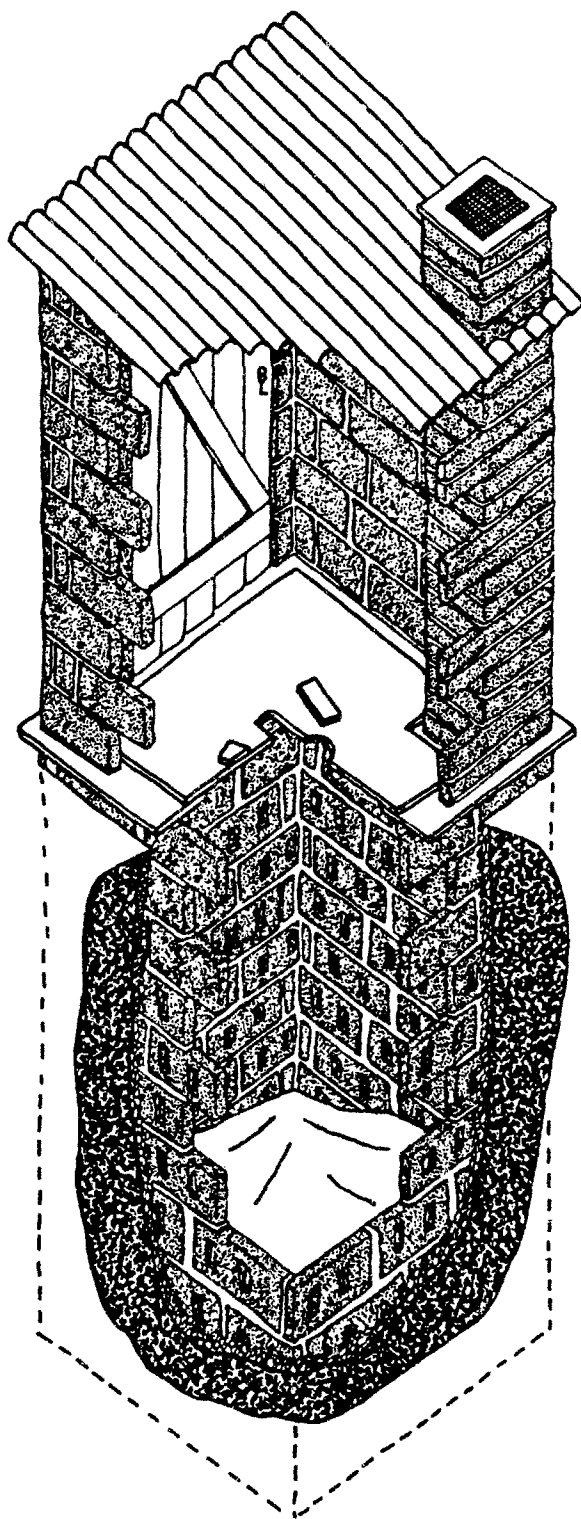


Figura II:5: Letrina VIP urbana (Tanzania)

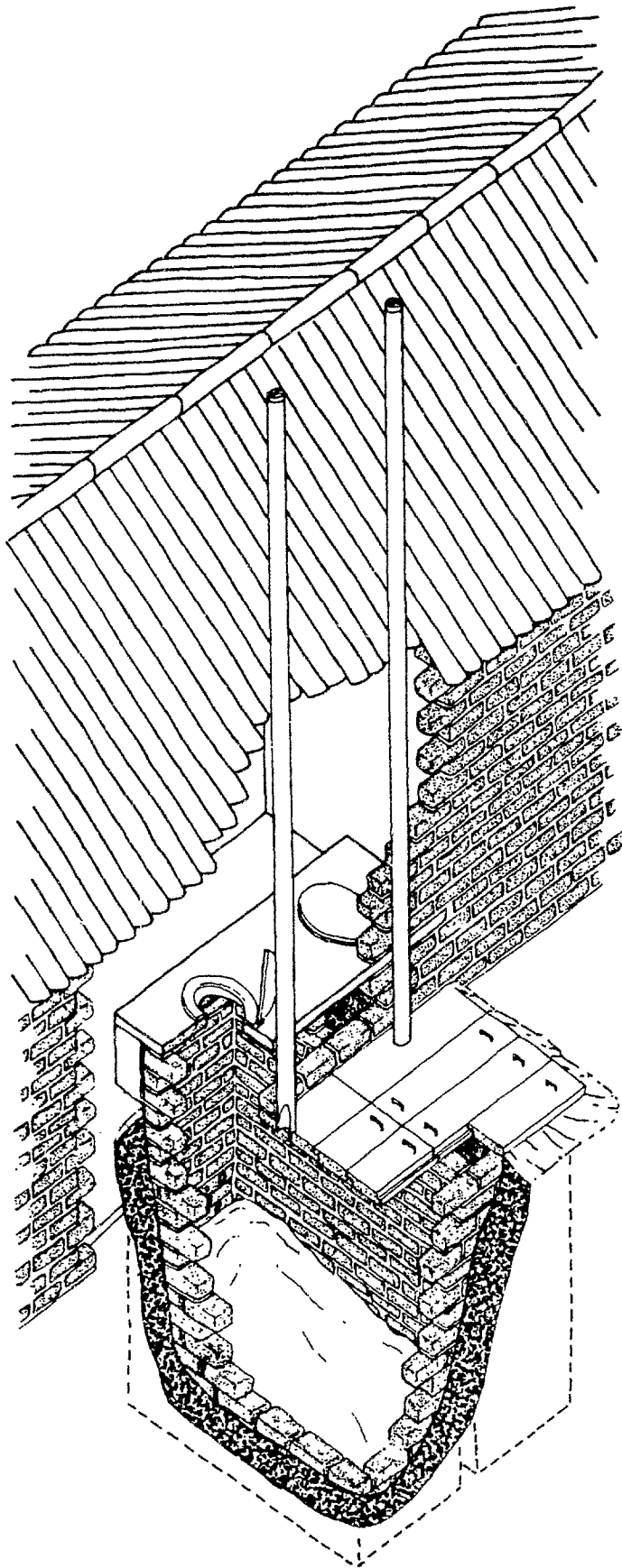


Figura II:6: Letrina VIP de doble pozo alternante de interior (Ghana)

## E. BRASIL

### Diseño de un solo pozo

18. Las letrinas VIP ventiladas y mejoradas son un reciente adelanto en Brasil y normalmente sólo existen a nivel de demostración. En la Figura II.7 se muestra un diseño de un solo pozo, desarrollado por la Compañía de Agua y Saneamiento del Estado de Mato Grosso do Sul junto con TAG-Brasil. Las dimensiones del pozo son 1.5 m x 1.1 m x 2.5 m, y el pozo se reviste con ladrillo de juntas abiertas. La plataforma cobertora de concreto reforzado tiene tres secciones: una con aberturas para el tubo de ventilación y el asiento de pedestal (que se muestra en la página 18), y dos que son movibles para permitir el acceso para su evacuación. La superestructura se construye de ladrillo y tiene un techo de cemento de abesto corrugado. El tubo de ventilación es un tubo PVC de 2.5 m de longitud y 100 mm de diámetro y se le fija un mosquitero de nylon. La superestructura, que está descentrada del pozo, es lo suficientemente grande (1.6 m x 0.8 m en el interior) como para que los usuarios puedan tomar **duchas de balde** (más adelante se puede instalar una ducha); las aguas residuales resultantes son drenadas hacia una alcantarilla adyacente.

### Diseño de un solo pozo de interior

19. En el área de bajo ingreso de Peixinhos en la ciudad de Olinda al Noreste de Brasil, recientemente se han instalado unas cuantas letrinas VIP de un solo pozo de interior (Figura II.8). Esta área tiene altas napas freáticas y en consecuencia sólo se pudo proporcionar pozos de poco volumen. Los pozos, que están revestidos con aros de concreto de 1 m de diámetro a una profundidad de 1.5 m, se construyen justo fuera de la pared de la casa. La losa cobertora de concreto reforzado tiene una sola pieza con aberturas tanto para el asiento de pedestal como para el tubo de ventilación. Se derriba 1.5 m de longitud de la pared de la casa adyacente al pozo y se construye una extensión exterior, con el borde interno de la nueva pared a lo largo del diámetro de la plataforma cobertora. El tubo de ventilación es un tubo PVC de 3 m de longitud y 150 mm de diámetro, con un mosquitero de nylon. Para evacuar el pozo, se retira el tubo de ventilación y se introduce una manguera de succión de 100 mm de diámetro por la abertura del tubo de ventilación en la plataforma cobertora; este método funciona satisfactoriamente, ya que los contenidos del pozo, debido a las altas napas freáticas, son bastante líquidos y por lo tanto, fácil de evacuarlos.

Para mayores detalles: Disponibles con el Consultor Residente de TAG, PNUD/Banco Mundial. Caixa Postal 273, Rio de Janeiro, Brasil 20.000.

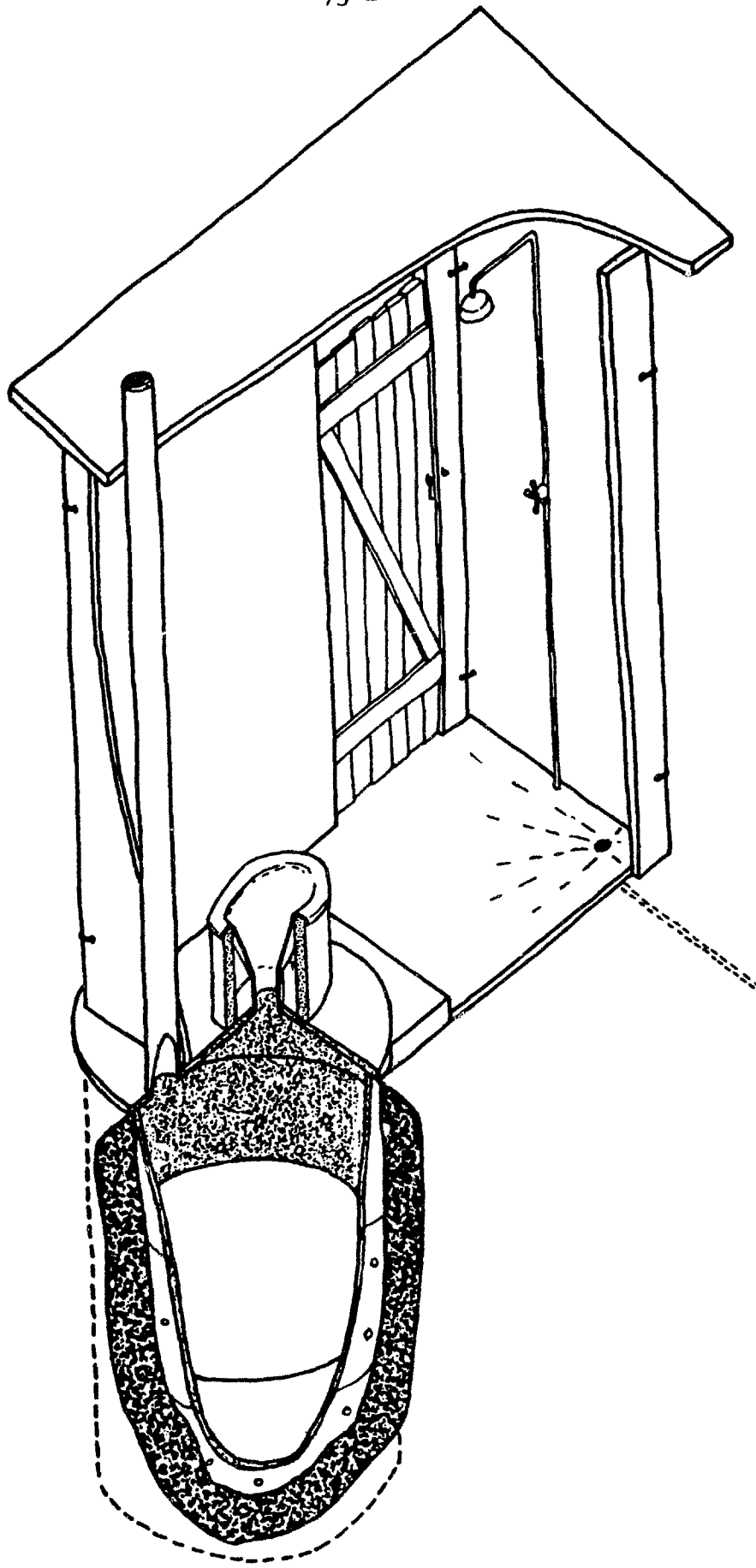


Figura II:7: Letrinas VIP urbanas (Brasil)



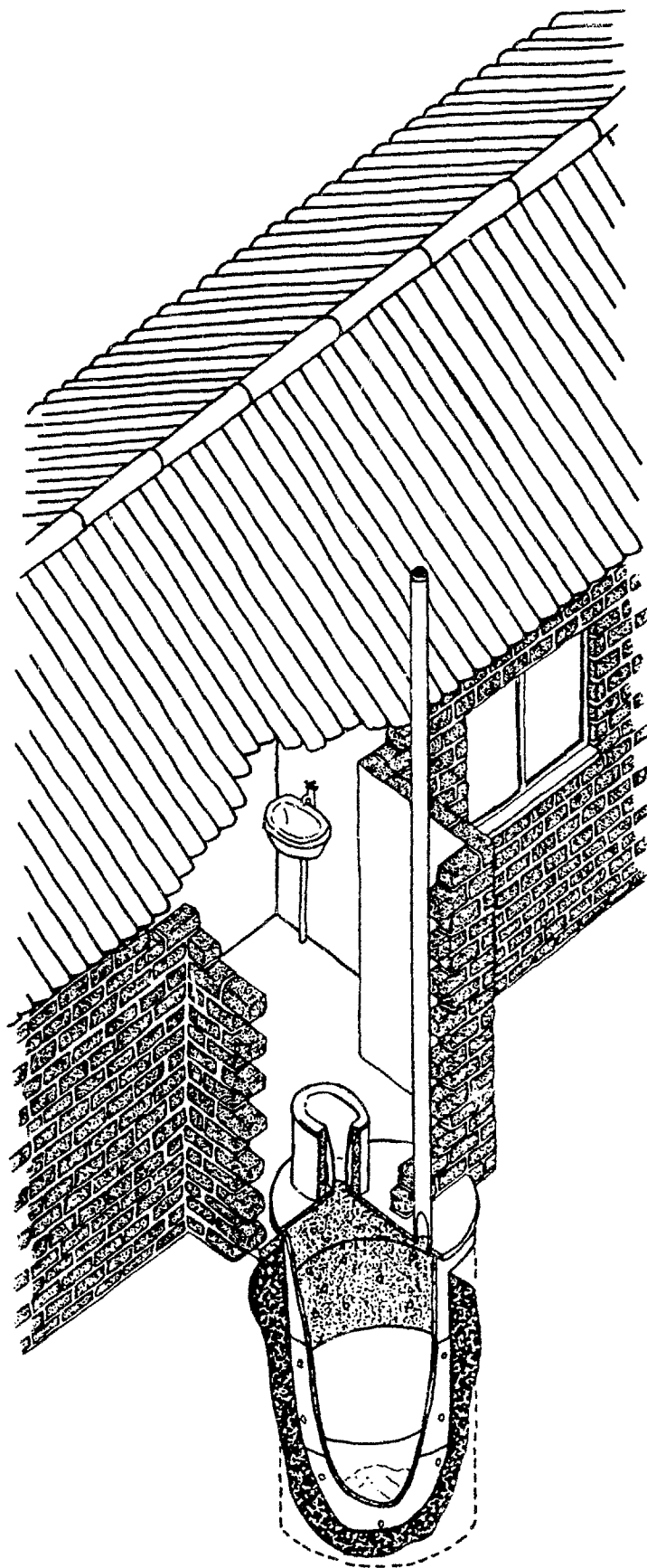


Figura II:8: Letrinas VIP urbanas de interior (Brasil)

## CUADRO I

III. COSTOS DE COMPONENTES ALTERNATIVOS PARA LAS LETRINAS  
RURALES VIP DE LADRILLO EN ZIMBABWE

Item No.	Descripción	Unidad	Tasa (US\$)	Cantidad	Costo <sup>1/</sup> (US\$)	Subtotal (US\$)
A. SUBESTRUCTURA						
(i) Suelos consistentes						
01	Cemento	50 kg	4.75	1	4.75	00.00
02	Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	0.3	-	
03	Ladrillos	1000	19.00	30	0.57	5.32
(ii) Suelos no consistentes						
04	Cemento	50 kg	4.75	1.5	7.13	
05	Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	0.5	-	
06	Ladrillos	1000	19.00	0.55	10.45	17.58
B. PLATAFORMA COBERTORA						
07	Cemento	50 kg	4.75	0.5	2.38	
08	Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	0.125	-	
09	Acero reforzado (3 mm diámetro)	kg	0.48	1.5	0.72	3.10
C. SUPERESTRUCTURA						
(i) Espiral cilíndrico						
10	Cemento	50 kg	4.75	2.5	11.88	
11	Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	0.7	-	
12	Ladrillos	1000	19.00	0.45	8.55	20.43

<sup>1/</sup> La conversión de los costos de dolares de Zimbabwe se realizo usando una tasa de cambio de Z1.00 = EUA\$0.95.

Item No.	Descripción	Unidad	Tasa (US\$)	Cantidad	Costo (US\$)	Subtotal (US\$)
(ii) Espiral cuadrado						
13	Cemento	50 kg	4.75	3	14.25	
14	Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	1	-	
15	Ladrillos	1000	19.00	0.60	11.40	25.65
D. PISO DE LA LETRINA						
16	Cemento	50 kg	4.75	0.5	2.38	
17	Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	0.1	-	
18	Pintura bituminosa	litro	2.28	0.5	1.14	3.52
E. TECHO						
(i) Paja						
19	Pasto para techar			9 kg	)	
20	Palos para armazón (65 mm diám.)			12 m	)En general estos )artículos están )disponibles libre- )mente en áreas )rurales	
21	Cuerda			0.5 m	)	
(ii) Ferrocemento para el espiral cilíndrico						
22	Cemento	50 kg	4.75	0.5	2.35	
23	Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	0.1	-	
24	Malla de gallinero (40 mm; 1.8 m de ancho)	m	1.90	1.5	2.85	5.20
(iii) Ferrocemento para el espiral cuadrado						
25	Cemento	50 kg	4.75	0.67	3.18	
26	Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	0.1	-	
27	Malla de gallinero (igual que arriba)	m	1.90	1.5	2.85	6.03

Item No.	Descripción	Unidad	Tasa (US\$)	Cantidad	Costo (US\$)	Subtotal (US\$)
<b>F. TUBO DE VENTILACION</b>						
	(i) Tubo de ventilación de PVC, 110 mm o.d. (con mosquitero de acero inoxidable)					13.30
	(ii) Tubo de ventilación de PVC, 160 mm o.d. (con mosquitero de acero inoxidable)					25.65
	(iii) Tubo de ventilación de cemento de asbesto, 150 mm o.d. (con mosquitero de acero inoxidable)					24.70
	(iv) Tubo de ventilación de ladrillo (dimensiones internas: 230 x 230 mm)					
	28 Cemento	50 kg	4.75	0.25	1.19	
	29 Arena de río	m <sup>3</sup>	(gratis)	0.1	-	
	30 Ladrillos	1000	19.00	0.120	2.28	
	31 Mosquitero (acero inoxidable)	No.	3.80	1	3.80	7.27
<b>G. MANO DE OBRA</b>						
	32 Excavación del pozo	m profundidad	2.85	3	8.55	
	33 Construcción (trabajo especializado)	hombre día	4.75	3	14.25	
	34 Construcción (trabajo no especial.)	hombre	2.85	3	8.55	31.35

**Notas**

1. La opción de menor costo es un tipo no revestido en suelo consistente, con techo de paja sobre una superestructura de espiral cilíndrico y tubo de ventilación de ladrillo. Su costo es de **EUA\$70.99**.
2. La opción de mayor costo es un suelo no consistente, empleando el espiral cuadrado, con un techo fabricado con una plancha de ferrocemento y un tubo de respiración PVC con un diámetro exterior de 160 mm. Su costo asciende a **EUA\$112.88**.

## CUADRO 2

IV. COSTOS DE LOS COMPONENTES ALTERNATIVOS PARA LETRINAS VIP  
DE LADRILLO EN ZIMBABWE

Item No.	Descripción	Unidad	Tasa (US\$)	Cantidad	Costo <sup>2/</sup> (US\$)	Subtotal (US\$)
<b>A. SUBESTRUCTURA</b>						
(i) Suelos consistentes						
01	Cemento	50 kg	4.28	1	4.28	
02	Arena de río	m <sup>3</sup>	9.55	0.33	2.82	
03	Ladrillos	1000	85.50	30	2.57	9.67
(ii) Suelos no consistentes						
04	Cemento	50 kg	4.28	1.5	6.42	
05	Arena de río	m <sup>3</sup>	8.55	0.5	4.28	
06	Ladrillos	1000	85.50	550	47.03	57.73
<b>B. PLATAFORMA COBERTORA</b>						
07	Cemento	50 kg	4.28	0.5	2.14	
08	Arena de río	m <sup>3</sup>	8.55	0.125	1.07	
09	Acero reforzado (3 mm de diámetro)	kg	0.48	1.5	0.72	3.93
<b>C. SUPERESTRUCTURA</b>						
(i) Espiral cilíndrico						
10	Cemento	50 kg	4.28	2.5	10.70	
11	Arena de río	m <sup>3</sup>	8.55	0.67	5.73	
15	Ladrillos	1000	85.50	0.450	38.48	54.91

<sup>2/</sup> La conversión de los costos de dólares de Zimbabwe se realizó usando una tasa de cambio de Z\$1.00 = EUA\$0.95.

Item No.	Descripción	Unidad	Tasa (US\$)	Cantidad	Costo (US\$)	Subtotal (US\$)
(ii) Espiral cuadrado						
13	Cemento	50 kg	4.28	3	12.84	
14	Arena de río	m <sup>3</sup>	8.55	1	8.55	
15	Ladrillos	1000	85.50	0.600	51.30	72.69
D. PISO DE LETRINA						
16	Cemento	50 kg	4.28	0.5	2.14	
17	Arena de río	m <sup>3</sup>	8.55	0.1	0.86	
18	Pintura bituminosa	litro	2.28	0.5	1.14	4.14
E. TECHO						
(i) Ferrocemento para el espiral cilíndrico						
19	Cemento	50 kg	4.28	0.5	2.14	
20	Arena de río	m <sup>3</sup>	8.55	0.1	0.86	
21	Malla de gallinero (40 mm; 1. m ancho)	m	1.90	1.5	2.85	5.85
(ii) Ferrocemento para el espiral cuadrado						
22	Cemento	50 kg	4.28	0.67	2.87	
23	Arena de río	m <sup>3</sup>	8.55	0.1	0.86	
24	Malla de gallinero (igual que arriba)	m	1.90	1.5	2.85	6.58

Item No.	Descripción	Unidad	Tasa (US\$)	Cantidad	Costo (US\$)	Subtotal (US\$)
<b>F. TUBO DE VENTILACION</b>						
(a)	Tubo de ventilación de PVC, 110 mm o.d. (con mosquitero de acero inoxidable)					13.30
(b)	Tubo de ventilación de PVC, 160 mm o.d. (con mosquitero de acero inoxidable)					25.65
(c)	Tubo de ventilación de cemento de asbesto, 15 mm o.d. (con mosquitero de acero inoxidable)					24.70
(d)	Tubo de ventilación de ladrillo (dimensiones internas: 230 x 230 mm)					
25	Cemento	50 kg	4.28	0.25	1.07	
26	Arena de río	m <sup>3</sup>	8.55	0.1	0.86	
27	Ladrillos	1000	85.50	0.120	10.26	
28	Mosquitero (acero inoxidable)	No.	3.80	1	3.80	15.99
<b>G. MANO DE OBRA</b>						
29	Excavación del pozo	m profundidad	3.80	3	11.40	
30	Construcción de la letrina (trabajo especializado)	hombre/día	9.50	3	28.50	
31	Construcción de la letrina (trabajo no especializado)	hombre/día	4.75	3	14.25	54.15

**Notas:**

1. La opción más barata cuesta EUA\$145.95. Es adecuado para suelos consistentes, tiene una super estructura en espiral cilíndrico con techo de fierro y cemento y un tubo de respiración de PVC, con su mosquitero, de 110 mm de diámetro exterior.
2. La opción de mayor costo asciende a EUA\$244.87. Se aplica en áreas con suelos no consistentes en donde se construyen superestructuras de espiral cuadrado con techos de fierro y cemento provistos de tubos de respiración con mosquitero de 160 mm de diámetro exterior.

- TN/09 **Handbook for District Sanitation Coordinators** (Guía para Coordinadores Distritales de Saneamiento); por Keadire Basaako, Ronald D. Parker, Robert B. Waller y James G. Wilson.
- TN/10 **Manual on the Design, Construction and Maintenance of Low-cost Pour-flush Waterseal Latrines in India** (Manual de Diseño, Construcción y Mantenimiento de Letrinas de Descarga de Agua de Bajo Costo en India); por A.K. Roy.
- TN/11 **Monitoring and Evaluation of Communication Support Activities in Low-cost Sanitation Projects** (Prueba y Evaluación de la Comunicación de Actividades de Mantenimiento en Proyectos de Saneamiento de Bajo Costo); por Heli E. Perrett.
- TN/12 **A Monitoring and Evaluation Manual for Low-cost Sanitation Programs in India** (Manual de Prueba y Evaluación de Programas de Saneamiento de Bajo Costo en India); por Ronald Parlato.
- TN/13 **The Design of Ventilated Improved Pit Latrines** (Diseño de Letrinas Mejoradas de Pozo Ventilado); por D. Duncan Mara.