

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS PILOTO
DE SANEAMIENTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO No. 50
DE LA INSTITUCIÓN CARE, EN ALDEAS UNIDAS,
MALACATANCITO, HUEHUETENANGO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MARIO ALFONSO DIAZ REYES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 1,999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los requisitos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS PILOTO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO No.50 DE LA INSTITUCIÓN CARE, EN ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO.

Tema que fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, el 26 de Febrero de 1,996.

F.


MARIO ALFONSO DÍAZ REYES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



MIEMBROS JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1º	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2º	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3º	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL 4º	Br. Mauricio Grajeda Mariscal
VOCAL 5º	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Guillermo García Ovalle
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Merck Cos
SECRETARIO	Inga. Gilda Marina Castellanos de Illescas



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.061.99

Guatemala, 29 de abril de 1,999

Señor

Ing. Sidney Samuels
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Adjunto, envío a usted, el Informe Final (TESIS) correspondiente al Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) realizado por el estudiante universitario, de la Carrera de Ingeniería Civil, **MARIO ALFONSO DIAZ REYES**, en la Institución CARE DE QUETZALTENANGO.

El estudiante **Díaz Reyes**, desarrolló el Proyecto titulado **DISEÑO Y CONSTRUCCION DE SISTEMAS PILOTO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL** para el Proyecto No. 50 de la Institución CARE, en Aldeas Unidas, Malacatancito, Huehuetenango.

Este trabajo, fue asesorado y supervisado por el suscrito; y considero que, contiene un valioso aporte para los Sistemas de Saneamiento que impulsa CARE; por cuanto se están proponiendo mejoras para que éstas funcionen en forma eficiente.

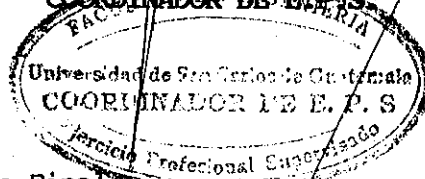
Por lo que, habiendo cumplido con los requisitos de Ley, **APRUEBO SU CONTENIDO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E. P. S.



JMC/lgg.

c.c.: Archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.F.S. Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Mario Alfonso Diaz Reyes, titulado ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE SISTEMAS PILOTO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO No. 50 DE LA INSTITUCION CARE, EN ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



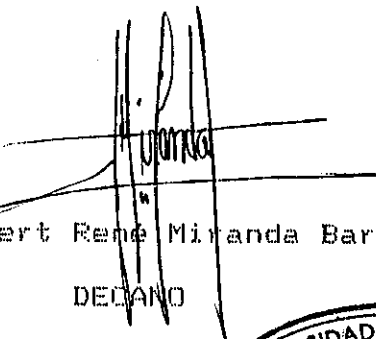
Guatemala, julio de 1,999



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis ESTUDIO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE SISTEMAS PILOTO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO No. 50 DE LA INSTITUCION CARE, EN ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO, del estudiante Mario Alfonso Diaz Reyes, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, julio de 1,999

AGRADEZCO A DIOS

Por estar presente conmigo a cada momento y permitirme
llegar a esta meta deseada.

ACTO QUE DEDICO A:

- MIS PADRES:** Carmen Violeta Reyes de Diaz
Miguel Alfonso Diaz Rodríguez. Q.E.P.D.
- MIS HERMANOS:** Silvia Diaz de Bauer
Carmen Beatríz Diaz de Reynoso
Ana Lucrecia Diaz de González
Miguel Mauricio Diaz Reyes
- MI NOVIA:** Leslie Garrido Peláez
- MIS FAMILIARES:** Con respeto y cariño.
En especial a: María Teresa Reyes de Lima
Juan Carlos Lima Reyes
- MIS AMIGOS:** Justo García Catalán
Byron Maldonado Rosales
Carlos René Álvarez González
German Antonio Bauer Walter
Igor Motta Bonilla
Vicente León Castillo
Manolo Trápaga Sosa
Elvia Corina Pérez de Trápaga
Cesar Adolfo de León
Wieland Escobar Wolf
Jorge Mario De León Rivas

La Universidad de San Carlos de Guatemala

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A mi querida familia LIMA REYES, por compartir su hogar conmigo y su constante apoyo durante los años de estudio de la carrera universitaria.

Al ingeniero JUAN MERCK COS, por su valioso estímulo, apoyo y asesoría profesional.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE TABLAS	III
SIMBOLOGÍA	IV
ABREVIATURAS	V
GLOSARIO	VI
INTRODUCCIÓN	VII
OBJETIVOS	IX
CAPÍTULO 1 - INVESTIGACIÓN	1
1.1.- MONOGRAFÍA DE LOS LUGARES BAJO ESTUDIO	1
1.1.1.- Descripción de la aldea Llano de las Tejas	1
1.1.2.- Descripción de la aldea Piache	2
1.1.3.- Descripción de la aldea Chocal	4
1.1.4.- Diagnóstico de los Sistemas de Saneamiento	6
1.1.4.1.- Llano de las tejas	6
1.1.4.2.- Piache	7
1.1.4.3.- Chocal	8
1.2.- DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA	8
1.2.1.- Clasificación de suelos	8
1.2.1.1.- Inspección del suelo	9
a) Textura	9
b) Estructura	9
c) Color	10
1.2.1.2.- Pruebas de absorción	10
1. Prueba de absorción establecida por el centro de ingeniería sanitaria Robert A. Taft	11
a) Tipo agujero de prueba	11
b) Preparación del agujero de prueba	11
c) Saturación y expansión del suelo	12
d) Medición de la tasa de filtración	13

e) Pueden suceder tres casos	13
f) Área de absorción requerida	14
1.2.2.-Sistemas de Saneamiento Ambiental tradicionales	14
1.2.2.1.- Letrina Sanitaria	14
a) Volumen de la letrina sanitaria	15
b) Usos de la letrina sanitaria	16
c) Localización de la letrina sanitaria	16
d) Limitaciones de la letrina sanitaria	17
e) Construcción de la letrina sanitaria	17
f) Notas importantes de la letrina sanitaria	18
1.2.2.2.- Letrina de cierre hidráulico	19
a)Ventajas de la letrina de cierre hidráulico	19
1.2.2.3.- Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)	20
a) Partes de una letrina abonera	20
b) Construcción y uso correcto de una letrina abonera.	20
1.2.2.4.- Cajas para Trampa de Grasas	22
1.2.2.5.- Pozos de absorción	22
a) Área de pozos de absorción	23
b) Especificaciones para la construcción de pozos de absorción.	23
1.2.2.6.- Zanjas de absorción	24
a) Limitaciones de las zanjas de absorción	24
 CAPÍTULO 2 - SERVICIO PROFESIONAL	 26
 2.1.- EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL	 26
2.1.1.- Llano de las tejas	26
2.1.2.- Piache	27
2.1.3.- Chocal	28
 2.2.- PROPUESTAS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL	 29
2.2.1.- Sistema de Evacuación de Agua Residual, Simple	30

2.2.2.- Sistema de Evacuación de Agua Residual, Compuesto	36
2.2.3.- Caja para trampa de grasas y sólidos	43
2.2.4.- Caja para trampa de grasas y sólidos (fabricado con molde de letrina)	48
2.2.5.- Canal conductor de agua residual sin desechos	51
2.2.6.- Zanja de Absorción	54
2.2.7.- Eliminador de espuma de detergente	58
2.2.8.- Pozo de absorción o sumidero	59
2.2.9.- Letrina abonera Seca Familiar, modelo A	64
2.2.10.- Letrina abonera Seca Familiar, modelo B	68
2.2.11.- Letrina abonera Seca Familiar, modelo C	69
2.2.12.- Letrina abonera Seca Familiar, modelo D	72
2.2.13.- Letrina abonera Seca Familiar, modelo E	74
2.3.- CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS PILOTO	76
2.3.1.- Construcción en Aldeas Unidas, Malacatancito	76
2.3.1.1.- Aldea Llano de las Tejas	76
2.3.1.2.- Aldea Piache	77
2.3.1.3.- Aldea Chocal	79
2.4.- EVALUACIÓN DE SISTEMAS PILOTO CONSTRUIDOS	79
2.4.1.- Sistema de Evacuación de Agua Residual, Simple	79
2.4.2.- Sistema de evacuación de agua residual, comp.	81
2.4.3.- Caja trampa de grasas y sólidos	82
2.4.4.- Eliminador de espuma de detergente	86
2.4.5.- Canal conductor de agua sin desechos	86
2.4.6.- Zanjas de absorción	86
2.4.7.- Pozo de absorción	87
CONCLUSIONES	X
RECOMENDACIONES	XII
BIBLIOGRAFÍA	XIV
ANEXOS	XVI

LISTA DE ILUSTRACIONES

No.	Motivo	Página No.
1	Excavación de agujero	11
2	Preparación del agujero	12
3	Saturación del suelo con agua	12
4	Medición de la tasa de filtración	13
5	Limpieza de caseta de letrina	32
6	Cambio de pozo anegado por saturación	33
7	Limpieza de taza de letrina	34
8	Caja colectora	36
9	Depósito colector de agua	37
10	Eliminador de espuma de detergente	38
11	Canales de riego	38
12	Caseta, letrina lavable y sumidero	39
13	Marco de cedazo	41
14	Caja-trampa de grasas y sólidos propuesta	43
15	Molde interno de metal propuesto	44
16	Fundición de caja-trampa de grasas y sol.	46
17	Residuos de grasas, sólidos y jabón acumulados en caja-trampa de sólidos y grasas	47
18	Caja-trampa de grasas y sólidos, fabricada con un molde de taza de letrina	48
19	Molde interior y exterior de taza de letrina	49
20	Fundición de caja-trampa de grasas y sólidos, usando un molde de taza de letrina	50
21	Canal conductor de agua residual y filtro	52
22	Zanja de absorción	55
23	Colocación del sistema de zanja de absorción	56
24	Diferentes brocales para pozo de absorción	60
25	Ubicación de pozo de absorción	61

27	Cambio de foso	63
28	Tapadera de taza de letrina	66
29	Remoción de abono dentro de cámara	66
30	Evacuación de abono de la cámara	67
31	Mantenimiento de letrina (LASF), modelo C	71
32	Colocación de aserrín o ceniza en LASF	72
33	Colocación de caja-trampa de grasas y sólidos en el sistema de saneamiento ambiental simple.	78
34	Sistema de saneamiento ambiental simple	78
35	Canal que conduce el agua de la pila hacia la caja-trampa de grasas y sólidos	80
36	Riego de plantas de café	81
37	Funcionamiento de la caja-trampa de grasas y sólidos, limpiada cada 7 días	83
38	Funcionamiento de la caja-trampa de grasas y sólidos, limpiada cada 15 días	84
39	Funcionamiento de la caja-trampa de grasas y sólidos, limpiada cada 20 días	85
40	Funcionamiento de la caja-trampa de grasas y sólidos, limpiada después de 30 días	85
41	Brocal construido de piedra	87
42	Tubo de ventilación reforzado	88

LISTA DE TABLAS

Tabla No.	Contenido	Página No.
1	Área de absorción requerida	14
2	Materiales y costo aproximado del sistema de saneamiento ambiental simple	35
3	Materiales y costo aproximado del sistema de saneamiento ambiental compuesto	42
4	Materiales y costo aproximado de la caja trampa de sólidos y grasas propuesta	47
5	Materiales y costo aproximado de la caja trampa de sólidos y grasas, fabricada con un molde de taza de letrina	51
6	Materiales y costo aproximado del canal conductor de agua residual sin desechos sólidos y filtro de impurezas	54
7	Materiales y costo aproximado de la zanja de absorción	57
8	Materiales y costo aproximado del eliminador de espuma de detergente	59
9	Materiales y costo aproximado del pozo de absorción o sumidero	64
10	Materiales y costo aproximado LASF, modelo A	68
11	Materiales y costo aproximado LASF, modelo B	69
12	Materiales y costo aproximado LASF, modelo C	72
13	Materiales y costo aproximado LASF, modelo D	73
14	Materiales y costo aproximado LASF, modelo E	75

SIMBOLOGÍA

A	Área
Q	Caudal
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros cuadrados
D	Diámetro
T	Tiempo
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
lbs	Libras
mts	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
'	Pies
"	Pulgadas
pl	Pulgadas
V	Velocidad
Ø	Diámetro
U	Unidad

ABREVIATURAS

CARE	Cooperativa Americana de Recursos al Exterior
CEMAT	Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropiada
EPS	Estudio Profesional Supervisado
ERIS	Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos
FIS	Fondo de Inversión Social
FONAPAZ	Fondo Nacional para la Paz
LASF	Letrina Abonera Seca Familiar
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales del Instituto de Fomento Municipal
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala

GLOSARIO

- Bacterias anaeróbicas:** Microorganismos que pueden desarrollarse sin necesidad del aire u oxígeno.
- Bacterias coliformes:** Microorganismos existentes en la materia orgánica en proceso de descomposición.
- Bloquetas:** Blocs pequeños.
- Comunidad:** Localidad donde existen asociaciones de campesinos que tienen tierras en común y por ello necesidades afines, derechos semejantes e intereses comunes.
- Comunitario:** Persona que habita en una comunidad.
- Creolina:** Líquido utilizado como desinfectante o insecticida.
- Educación Sanitaria:** Es una acción humana intencionada que implica el aprendizaje y la utilización de conjuntos de medios, métodos, técnicas y recursos materiales con el propósito de preservar y mantener la salud e higiene de los grupos humanos.
- Extensionista:** Persona dedicada a promover aspectos de salud y sociales, dentro de una comunidad.
- Letrina abonera:** Es la que contiene abono compuesto de materia orgánica en descomposición.
- Letrinización:** Sistema de saneamiento del medio rural. Consiste en la instalación de letrinas, para disposición de excretas en el medio rural.
- Línea basal:** Diagnostico de las necesidades de una comunidad.
- Nivel freático:** Nivel de agua subterránea.
- Sostenibilidad:** Grado de éxito de un proyecto de acuerdo al estado del mismo, después de un tiempo determinado.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue realizado en la institución CARE de Quetzaltenango, la cual se dedica a canalizar ayuda del extranjero por medio de proyectos de infraestructura social, con el propósito de evaluar y proponer mejoras a los sistemas de saneamiento ambiental y agua potable, construidos por esta institución en el interior de la República.

El trabajo está orientado a comunidades donde el agua es escasa y no cuentan con sistemas adecuados para evacuar aguas negras.

Para el desarrollo de este trabajo se realizaron investigaciones, diseños y la construcción de sistemas piloto de saneamiento ambiental, en Aldeas Unidas, Malacatancito, Huehuetenango, que consisten en letrinas donde se utiliza el agua proveniente de las pilas y duchas, para evacuar los sólidos depositados en ellas, hacia un sumidero o zanjas de absorción y sistemas de riego de plantas como: maíz, café, árboles frutales, etc., con el fin de aprovechar el agua al máximo.

En el capítulo 1, se desarrolla la fase de investigación, que contiene la monografía de los lugares de trabajo y el diagnóstico de los sistemas de saneamiento ambiental encontrados, siendo éstos: letrinas sanitarias, letrinas lavables o de cierre hidráulico, letrinas aboneras secas familiares (LASF), cajas trampa de grasas, sumideros, etc., también se describe la documentación bibliográfica utilizada, para fundamentar los diseños nuevos e innovadores.

El capítulo 2, comprende el Servicio Técnico Profesional, donde se evalúan los sistemas de saneamiento ambiental encontrados; las propuestas de diseños nuevos y mejoras a los

diseños utilizados por CARE en sus proyectos anteriores. La construcción de siete sistemas propuestos, en distintas comunidades de Malacatancito, Huehuetenango y la evaluación de su funcionamiento durante dos años.

OBJETIVOS

- Evaluar los sistemas de saneamiento ambiental, construidos por la institución CARE en el área centro y occidente del país.
- Proponer mejoras a los sistemas de saneamiento ambiental utilizados por CARE.
- Determinar las causas por las cuales los pozos de absorción o sumideros construidos por la institución CARE, tienen una vida útil corta y proponer soluciones a este problema.
- Diseñar, construir y evaluar sistemas piloto de saneamiento ambiental, en Aldeas Unidas, Malacatancito.
- Capacitar a técnicos de CARE y personas de las comunidades, para que los proyectos de infraestructura se realicen con mayor eficiencia.

CAPÍTULO 1 - INVESTIGACIÓN

1.1.- MONOGRAFÍA DE LOS LUGARES BAJO ESTUDIO

1.1.1.- Descripción de Aldea Llano de las Tejas

a) Geografía

Sus límites son: al norte aldeas San Ramón y Cacum, al sur, Aldeas Cucal y Pucal, al oriente aldea Chocal y Caserío Las Espinas, y al occidente aldeas Mala y Río Hondo.

Se encuentra a un kilómetro de la cabecera del municipio de Malacatancito, departamento de Huehuetenango. Es considerada un parte como área urbana, ya que no ha sido formalmente elevada a caserío, aunque los vecinos la identifican como Llano de las Tejas.

Su clima es templado, con una temperatura que oscila entre 14 y 18 grados centígrados.

b) Aspecto socioeconómico

El 100% de las familias de la comunidad, son personas ladinas, razón por la cual hablan castellano.

El 50% de las casas están construidas con paredes de adobe y techo de teja; el 30% de casas tienen paredes de block de piedra pómez y lámina de Zinc, siendo éstas las de más reciente construcción y el 20% restante, son ranchos de madera y paja.

En la comunidad se encuentran cuatro grupos religiosos, Católicos 70%, Evangélicos 15%, Testigos de Jehová 5% y Mormones 10%.

c) Producción

La actividad productiva principal es la agricultura, el 75% de la población se dedica a ella y el 25% restante realizan otras actividades como: fabricación de teja de barro, adobe, y labores de carpintería y albañilería.

El sector femenino por lo general se dedica a oficios domésticos y eventualmente ayudan en los trabajos agrícolas, donde cultivan: maíz, frijol y arveja.

d) Servicios básicos

El único servicio con que cuentan es el de la energía eléctrica y CARE actualmente inicia un Proyecto de Agua y Saneamiento Ambiental, cuya finalidad es mejorar la salud de los habitantes. Dicho proyecto beneficiará a 9 comunidades, en salud preventiva, infraestructura de saneamiento básico y protección de la fuente de agua, éste será ejecutado económicamente en conjunto con la municipalidad de Malacatancito y el FIS y FONAPAZ.

1.1.2.- Descripción de Aldea Piache

a) Geografía

Sus límites son: al norte, Caserío Llano de las Tejas, aldeas Chocal y Talmiche de Malacatancito; al sur, aldeas Pucal, Mala y la Estancia de Malacatancito; al este, Caserío Tzalpatzan de Malacatancito y al oeste, Caserío La Cal y la aldea El Pacate.

El clima de la comunidad es considerado como templado, con una temperatura media anual que oscila entre 14 y 18 grados centígrados.

b) Aspecto socioeconómico

La máxima autoridad de la comunidad es el grupo de tres alcaldes auxiliares, que año con año son nombrados por los auxiliares salientes. La función de los mismos es buscar solución a los pequeños problemas que se presentan en la comunidad, son el enlace entre las autoridades municipales y la comunidad.

Actualmente cuenta con un comité de mantenimiento y la función del mismo es velar por el buen funcionamiento de los servicios con que cuenta la comunidad.

El 100% de los habitantes de la comunidad son ladinos. El 80% de las viviendas están construidas con adobe, teja de barro o lámina de zinc y el 20% restante está construido con madera y teja de barro.

Se profesan dos religiones, católica y evangélica, y un porcentaje bastante bajo dicen no pertenecer a ninguna religión.

c) Producción

La actividad económica principal es la agricultura, aunque hay otras personas que se dedican a otras actividades, pero que directa o indirectamente se benefician de la agricultura.

Los principales cultivos que se siembran en la comunidad son: maíz y frijol; obteniendo un rendimiento por cosecha de quintal y medio (1.5) de maíz por cuerda de terreno (20m * 20m) y 50 libras de frijol, obteniendo dos cosechas por año.

d) Servicios básicos

La comunidad cuenta con dos escuelas, una de ellas tiene tres aulas y la otra dos, la comunidad goza de los beneficios de la

escuela desde el año de 1,972, y actualmente se atienden a 112 alumnos distribuidos en los 6 grados de educación primaria.

El acceso a la aldea es por medio de una carretera de terracería, que va del centro del municipio de Malacatancito hasta la escuela principal.

Cuentan con el servicio de energía eléctrica en un 90% de las viviendas.

1.1.3.- Descripción de Aldea Chocal

a) Geografía

Está localizada a 7 km. de Malactancito. El centro de Chocal está situado en un valle rodeado de montañas cruzado por un río que abastece de agua a varias familias de esta comunidad.

El clima de la comunidad es considerado como templado, la humedad relativa es aproximadamente del 60%.

La comunidad presenta una vegetación boscosa en la cual hay arboles que sirven para la producción de energía domestica, ocote y carbón, la resina del árbol la utilizan para hacer cohetes y bombas, para ser usados en las festividades propias del lugar.

b) Socioeconómico

EL 100% de la comunidad son ladinos, razón por la cual todos hablan español.

Existen dos religiones, la más predominante es la católica.

La máxima autoridad en el pueblo es el comité pro mejoramiento, que se encarga de velar por que hayan mejoras en la

comunidad, como la introducción de energía eléctrica, agua potable y saneamiento ambiental.

Las viviendas están construidas de adobe y lámina, madera y teja de barro.

c) Producción

La mayoría de los nativos del lugar se dedican a la agricultura, principalmente a la siembra de maíz, el cual les sirve para abastecerse en las diferentes épocas del año y algunos se dedican a comercializarlo.

Las mujeres se dedican a los oficios domésticos y eventualmente ayudan a labrar terrenos y al cultivo.

En la mayoría de los hogares hay animales, como aves de corral, cerdos, vacas, y chivos, todos éstos en pequeñas cantidades y muchas veces son destazados para su consumo.

d) Servicios básicos

La comunidad cuenta con una escuela, cubriendo los seis grados a nivel primario.

Cuenta con un centro de salud, en donde hay un encargado de dar el servicio médico a todos los habitantes del lugar.

No cuenta con ningún servicio de energía eléctrica, ni de agua potable; las personas se abastecen de un río que pasa por la comunidad.

1.1.4.- Diagnóstico de los Sistemas de Saneamiento Ambiental

1.1.4.1.- Llano de Las Tejas

a) Letrinas Lavables

- La mayoría de las letrinas encontradas se mantienen sucias y con mal olor.
- Las casetas son muy pequeñas e incómodas y no poseen puertas, ventanas ni ventilación.
- Las tazas utilizadas en los sistemas son de porcelana, estos artefactos presentan el problema que utilizan demasiada agua para su descarga.

b) Letrinas Sanitarias

- Las casetas son informales y débiles, ya que no poseen techo, piso, puerta, ventilación ni iluminación.
- Algunas letrinas tienen tazas y piso de madera, que se pudren rápidamente.

c) Sumideros:

- No existen sumideros, ni cajas recolectoras de grasas y sólidos.
- La mayoría de las personas sacan el agua sucia por medio de zanjales a flor de tierra, hacia los terrenos donde tienen siembras o árboles frutales.

d) Agua Potable

- No se encontró ningún sistema de agua potable.
- La mayoría de personas tienen en sus casas pozos artesianos, demasiado profundos.
- El agua que proviene de los pozos es turbia, debido a que el manto freático se encuentra cerca de una capa de arena blanca.

- Todos los pozos tienen garruchas para sacar el agua y otras personas con más recursos económicos tienen pequeñas bombas para succionar el agua.
- Otras personas van al río a abastecerse de agua y a lavar ropa y utensilios, ya que el agua es cristalina y no tiene mal olor, sin embargo, el agua no es potable.

1.1.4.2.- Piache

a) Letrinas Sanitarias

- En las casas donde tienen letrinas, éstas muchas veces no son utilizadas por falta de costumbre y educación sanitaria.
- Las casetas de las letrinas se encuentran en mal estado e incompletas, falta de techo, de piso, de puertas y de ventanas.
- Se encontraron algunas letrinas llenas de agua y con mal olor.
- Algunas provocan malos olores debido a la falta de ventilación y existen moscas y otros vectores.

b) Sumideros:

- No se encontraron sistemas construidos.
- El agua sucia la sacan a sus terrenos por medio de zanjias a flor de tierra, lo que provoca mal aspecto y contaminación.

c) Agua Potable:

- No se encontró ningún sistema de agua potable construido.
- Las personas que viven en las partes altas tienen que caminar mucho para poder abastecerse de agua en los riachuelos y pequeños nacimientos.
- La mayoría de las personas se abastecen de un nacimiento de agua que hay en la comunidad, pero el agua es turbia debido a que existe mucha arena blanca en el suelo.

1.1.4.3.- Chocal

a) Letrinas

- La gran mayoría de las personas no cuentan con letrinas.
- Se encontraron letrinas llenas de agua y sin utilizarlas.

b) Sumideros

- No existen en la comunidad, ya que la mayoría riega el agua sucia hacia los campos, donde siembran maíz.
- En las partes altas de la comunidad dejan caer en las quebradas el agua sucia.

c) Agua Potable:

- No cuentan con ningún sistema de abastecimiento de agua potable.
- La mayoría de las personas acuden al río a obtener agua y a lavar ropa.

1.2.- DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los conceptos que a continuación se describen, sirven para fundamentar, técnicamente, los diseños de los sistemas de saneamiento ambiental propuestos para las comunidades que carecen de agua y sistemas de evacuación de aguas negras.

1.2.1.- Clasificación de suelos

Para la selección, construcción y mantenimiento del sistema de saneamiento ambiental se necesitan efectuar pruebas para determinar si el suelo es apropiado para la absorción del afluente proveniente de pilas, lavaderos, letrinas lavables, duchas, etc..

Una **prueba de filtración**, es el único medio para obtener una aproximación cuantitativa de la capacidad de absorción del suelo.

Se llama tasa de filtración "t" o de percolación al tiempo requerido por el agua en minutos para bajar una pulgada o 2.54 cm. y es ésta la prueba de filtración.

La evaluación de las características del suelo proporcionan claves útiles sobre la capacidad relativa de éste para absorber líquido.

1.2.1.1.- Inspección del Suelo

Mucha información acerca de la capacidad de absorción del suelo se puede obtener de una inspección visual cuidadosa. Lo valioso de tal inspección depende del conocimiento de las propiedades del suelo. Las principales propiedades indicativas de la capacidad absorbente son su textura, la estructura, el color, profundidad y espesor de los estratos permeables y características expansivas.

a) Textura

La textura del suelo, la proporción relativa de arena, limo y arcilla, es el indicio más común para su capacidad de absorción. Al ser más grandes las partículas del suelo, son mayores y mayor la tasa de absorción. La textura debe probarse al tacto. Los suelos livianos o arenosos producen una sensación rasposa al frotarlos, los limos producen una sensación "harinosa" y los de tipo arcillosos, más pesados y duros al estar secos, producen una sensación grasosa cuando están húmedos.

b) Estructura

Se caracteriza por el agrupamiento de las partículas

secundarias de mayor tamaño, las cuales tienden a gobernar en el tamaño del poro y su distribución. Hay cuatro tipos fundamentales de estructuras y son: las escamosas, prismática, de bloque y esferoidal.

Un suelo con estructura esferoidal proporciona propiedades de absorción más favorables; la escamosa, las más desfavorables.

c) Color

Es uno de los indicios prácticos más importantes.

La mayoría de los suelos contienen compuestos de hierro que le dan un color café, rojizo o amarillento, dependiendo de la oxidación.

Si el suelo tiene un color caoba uniforme, tendiendo a amarillo óxido, indica movimiento libre de aire y agua a través del suelo y por lo tanto logra características adecuadas de absorción. Por el contrario, suelos de color gris mate o moteados, indican falta de condiciones oxidantes o movimiento restringido de aire y de agua, que tienen características de absorción deficientes.

1.2.1.2.- Pruebas de Absorción

Es necesario hacer exploraciones subterráneas para determinar la idoneidad del suelo, y son las pruebas de filtración las que ayudan a determinar la aceptabilidad del sitio y las dimensiones de diseño del sistema de eliminación.

El tiempo requerido para las pruebas de filtración variará según los diferentes tipos de suelo. El método más seguro es ejecutar pruebas en agujeros que se han mantenido llenos de agua,

cuando menos por cuatro horas, preferiblemente toda la noche.

Las tasas de filtración deben calcularse sobre la base de los resultados obtenidos por las pruebas, después de que el suelo ha tenido oportunidad de mojarse o saturarse durante 24 horas por lo menos.

La prueba de filtración que a continuación se describe reúne estos principios. Su uso se recomienda cuando el conocimiento de los tipos de suelo y su estructura son limitados. Existen otros procedimientos, tales como los creados por Kiker y Ludwing.

1. PRUEBA DE ABSORCIÓN ESTABLECIDA POR EL CENTRO DE INGENIERÍA SANITARIA ROBERT A. TAFT:

Número y localización de las pruebas: Deben realizarse como mínimo seis pruebas, espaciadas uniformemente sobre el sitio propuesto para el campo de absorción.

a) **Tipo de agujero de prueba:** Deberá excavarse hasta la profundidad requerida y luego profundizar el "agujero de prueba", o sea un agujero de 30 cm. de lado horizontal (figura No. 1).

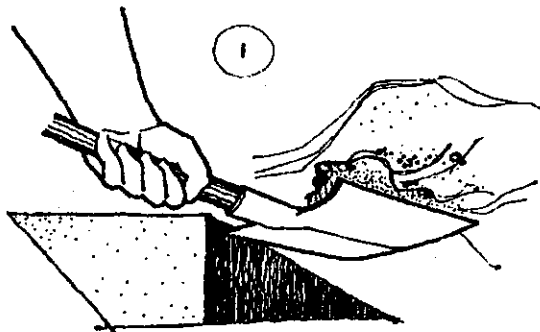


Figura. No. 1

b) **Preparación del agujero de prueba:** Raspar el fondo y paredes con un cuchillo o algún instrumento punzocortante para remover cualquier superficie del suelo remoldeado y proporcionar un lugar adecuado de filtración. Retirar todo el material suelto y

agregar 5 cm. de arena gruesa o grava fina para proteger el fondo del agujero de socavaciones y sedimentos (figura No. 2).

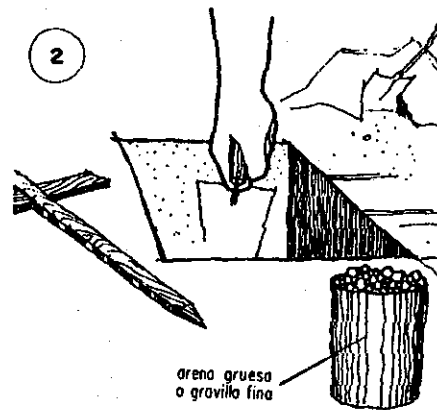


Figura No. 2

c) **Saturación y expansión del suelo:** Es importante distinguir entre la saturación y la expansión del suelo. La saturación significa que los espacios vacíos entre las partículas de suelo están llenos de agua. Puede realizarse rápidamente. La expansión es provocada por la intrusión de agua dentro de las distintas partículas del suelo. Éste es un proceso lento, especialmente en suelos arcillosos, razón por lo que se requiere un periodo largo de remojo. Luego, llenar cuidadosamente el agujero con agua limpia, a una profundidad mínima de 30 cm. sobre la grava. Mantener el agua a ese nivel cuando menos durante cuatro horas, preferiblemente durante toda la noche. Determinar la tasa de filtración 24 horas después que el agua ha sido colocada por primera vez en el agujero (figura No. 3).

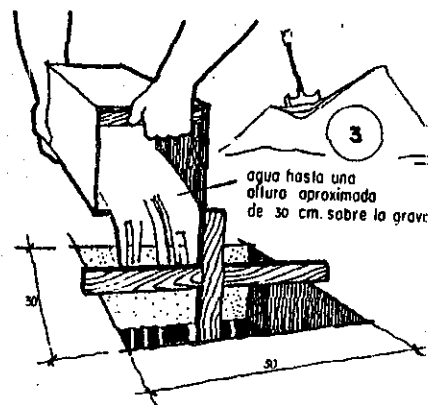


Figura No. 3

d) **Medición de la tasa de filtración:** Con excepción de suelos arenosos, las mediciones de la tasa de filtración deben ejecutarse al día siguiente de aplicado el procedimiento anteriormente descrito (figura. 4).

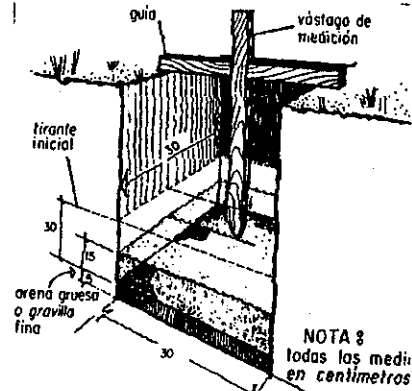


Figura No. 4

e) **Pueden suceder tres casos:**

- Si el agua permanece en el agujero después del período nocturno de expansión debe ajustarse la profundidad del agua aproximadamente a 15 cm. sobre la grava. Desde un punto de referencia fijo medir el descenso del nivel de agua durante un período de 30 minutos. Este descenso se usa para calcular la tasa de filtración.
- Si no permanece en el agujero después del período nocturno de expansión, añadir agua limpia hasta ajustar aproximadamente 15 cm. sobre el nivel de la grava. Desde un punto de referencia fijo, medir el descenso del nivel de agua a intervalos de 30 minutos, aproximadamente, durante cuatro horas, ajustando los 15 cm. de agua cada vez que se inicie una nueva medida. El descenso que ocurre durante el período final de 30 minutos es el que se usa para calcular la tasa de filtración (t). Los descensos intermedios sirven para informar de posibles modificaciones, de acuerdo a circunstancias locales. Los resultados de la prueba de filtración se expresan en min./pl. de descenso de agua.

- En suelos arenosos o algunos otros donde los primeros 15 cm. de agua se filtran en menos de 30 minutos después del período nocturno de expansión, el intervalo de tiempo durante mediciones debe ser de 10 min. y la duración de la prueba, de una hora. El descenso de la última prueba (sexta) se usa para calcular la tasa de filtración. Antes de cada medición debe ajustarse el nivel de agua a 15 cm.

f) **Área de absorción requerida:** como para todos los elementos del sistema, también se debe calcular en forma diferente el área de absorción requerida cuando se trate de una vivienda aislada o individual y un conglomerado de casas. En el primer caso, el de la vivienda aislada, se cuenta con la ayuda de tablas, las cuales dan el área requerida por dormitorio, tomando en cuenta la tasa de filtración, como se muestra en la tabla No. 1:

TASA DE FILTRACIÓN Tiempo en minutos para que el agua baje 2,5 cm. o 1 pl.	ÁREA DE ABSORCIÓN REQUERIDA Área de absorción requerida por dormitorio	
	Pies ²	Metros ²
1 ó menos	70	6,5
2	85	7,9
3	100	9,3
4	115	10,7
5	125	11,6
10	165	15,3
15	190	17,7
30	250	23,2
45	300	27,9
60	330	30,7

Tabla No. 1

1.2.2.- Sistemas de Saneamiento Ambiental Tradicionales

1.2.2.1.- Letrina Sanitaria

La letrina sanitaria en general, consiste en un agujero excavado en el suelo, el cual absorbe parte de los desechos que se depositan allí. Consta de dos partes principales que son:

1. Subestructura La cual la componen el foso, el brocal, la losa, la taza y el asiento.

2. Superestructura o Caseta.

a) Volumen de la Letrina Sanitaria

Para poder determinar el volumen de una letrina sanitaria, o sea el tamaño del agujero, debe contarse con datos obtenidos de observaciones prácticas, rigurosamente verificadas y obtenidas en un lapso considerable, acerca de la cantidad de excrementos (heces y orina) producidos por personas por día, en determinado lugar.

Es sabido que la cantidad de excretas humanas, pueden depender de las condiciones locales, no solo de carácter fisiológico, si no también de orden cultural. Es por eso, que en diferentes lugares, se han estimado cantidades diversas de heces producidas por una persona por día.

Teniendo en cuenta la insuficiencia de datos disponibles, se ha sugerido que para los efectos de contracción de letrinas, se fije en 1 kg. por persona por día (peso húmedo).

En los pozos húmedos (los que perforan la napa freática), suponiendo que la producción diaria de un litro de excrementos contenga 100 gramos de sólidos secos y que durante un año la digestión de los fangos en las condiciones propias de un pozo húmedo reduzca esta masa en un 80%, quedará un total de 20 gramos de materia seca. Admitiendo, por otra parte, que el contenido de la humedad del fango digerido sea del 80%, se llega después de un período de digestión de un año a la cifra de 100 gr. de fango húmedo, lo que representa 36.5 por persona y un año.

Para determinar la capacidad efectiva de las letrinas, conviene prevenir 37 litros por persona por año y de 57 litros

persona por año (aproximadamente 50% más), si se usan materiales sólidos para la limpieza.

Para los efectos de construcción se recomienda usar 0.06 m³ por persona por año (60 lts por persona por año), cifra que aumentará en casos en que el material de limpieza personal lo requiera.

Empíricamente se tiene la formula,

$$\text{No. de personas} \times 0.06 \times \text{No. años} = \text{volumen (M3)}$$

Es recomendable que al construir una letrina sanitaria, al inicio de la operación se vierta estiércol fresco en el fondo del foso para acelerar el proceso de descomposición de heces.

b) Usos de la Letrina Sanitaria

- Para disposición de excretas de manera sencilla y económica.
- Para viviendas y escuelas ubicadas en zonas rurales o semiurbanas sin abastecimiento de agua domiciliaria.
- Son recomendables en cualquier tipo de clima.

c) Localización de la Letrina Sanitaria

- Se deben localizar en terrenos secos y en zonas libres de inundaciones.
- En terrenos con pendiente la letrina se localizará en las partes bajas. La distancia mínima horizontal entre la letrina y cualquier fuente de abastecimiento de agua, dentro del predio vecino, se recomienda mayor 15 mts.
- La distancia mínima vertical entre la letrina y la vivienda será de 5 metros.

d) Limitaciones de la Letrina Sanitaria

- No es adecuada su instalación en suelos arenosos, con el nivel freático alto, en cualquier estación del año.
- Si se construye una letrina deberá desecharse cuando se encuentre lleno el foso, cubriéndolo con un espesor de 50 cm. de tierra.
- No se recomienda instalarlas en zonas donde existan pozos excavados para el abastecimiento de agua, si no se hace un estudio concienzudo de los suelos y de los mantos del agua subterráneos.
- Para un funcionamiento adecuado deberán observarse estrictamente las recomendaciones para su conservación y mantenimiento.

e) Construcción de la Letrina Sanitaria

SUBESTRUCTURA

FOSO: Cuadrado, rectangular o redondo.

Dimensiones: la excavación se efectuará considerando que tanto el largo como el ancho serán 20 cm. menores que las dimensiones de la losa. Los anchos usuales en Guatemala varían de 90 cm. a 1.20 metros de diámetro. La profundidad es variable, pero no menor de 1.80 metros.

Tiempo en servicio: Depende de la frecuencia en uso y conservación de la misma. Cuando el nivel del excremento, llegue a 50 cm. de la superficie del suelo se quitara la losa, llenando con tierra. Se cambiará la letrina a otro lugar, pudiéndose usar las excretas como abono, al cabo 6 meses o 1 año.

BASE: Brocal, se construirá de ladrillo tayuyo, Preferiblemente o algún material de la región, como adobe, block de poma relleno,

etc., La altura debe ser 15 cm. sobre el nivel del suelo. Alrededor de la base se hará una disminución, si fuera necesario se reforzarán las paredes de la fosa con madera, troncos o ladrillo.

LOSA: Dimensiones: de 1 metro a 1.40 metros.

Se funde con mezcla de cemento, arena y piedrín, en proporción de 1:2:3

TAZA: Se funde con mezcla de cemento y arena, por medio de un molde de metal especial.

TAPADERA: Se fabrica de madera.

SUPERESTRUCTURA

Caseta: Se construye de madera, lámina, ladrillo o algún material existente en la región, procurando que sea lo más económico posible.

Las dimensiones para la caseta deben ajustarse de acuerdo a las necesidades de los usuarios, pero nunca deberán ser menores de 2 mts. de alto y como lado menor 1 mts.

f) Notas importantes de las Letrinas Sanitarias

Desde el punto de vista sanitario, la caseta es menos importante que la Subestructura, y es por eso que las casetas se hacen con materiales propios del lugar, siempre que cumplan con requisitos de ser económicos y durables, su tamaño se ajusta a las dimensiones del piso o de la losa y nunca será demasiado grande para evitar defecar en cualquier parte del piso, cuando los

alrededores de la taza hayan sido ensuciados por anteriores usuarios. En el mercado local, principalmente en fabricas de artículos de cemento, se venden las losas y las tazas ya hechas, a estas últimas hay que adaptarles una tapadera de madera.

Ventilación: Conviene dejar la ventana de 10 a 15 cm. en la parte superior de la caseta, con el objeto de una constante ventilación e iluminación.

La letrina deberá estar a un nivel superior del terreno, aproximadamente a unos 15 cm. de altura, preferiblemente localizada en un lugar alto del terreno para evitar que entre la lluvia y prevenir así, inundaciones.

1.2.2.2.- Letrina de Cierre Hidráulico

Llamada también letrina de sifón, consiste en una losa de concreto con taza, provista de un sifón con un sello de agua de 1.25 a 3.75 centímetros. La losa puede instalarse sobre un pozo ordinario, un agujero perforado o una fosa séptica. Para arrastrar el contenido de la tasa al pozo, basta emplear de 1 a 3 litros de agua. Debido al cierre de agua o cierre hidráulico, las moscas no tienen un acceso al contenido del pozo, ni hay transmisión de malos olores hacia afuera.

a) Ventajas de la letrina de cierre Hidráulico

- El tipo de construcción es práctico y fácil de instalar.
- Se puede instalar en el interior o cerca de la vivienda.
- Los niños y los adultos sienten más seguridad para usarla.
- Permite la evacuación inmediata de los excrementos humanos.
- Permite a las personas hacer sus necesidades corporales en un lugar privado, higiénico y adecuado.
- Ayuda a evitar las enfermedades que se transmiten por los excrementos humanos.

- Las moscas y otros insectos, no entran en contacto con los excrementos humanos.
- El agua que queda en la taza evita los malos olores.
- Si se mantiene adecuadamente, cumple con todos los requisitos sanitarios.

1.2.2.3.- Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)

Significación:

Letrina: Por que cumple con la función de eliminar las heces.

Abonera: Por que en un período de tiempo produce abono orgánico.

Seca: Por que con la mezcla de ceniza o cal con tierra seca, las excretas se disecan y alcalinizan.

Familiar: Porque su diseño permite que una familia de 5 a 8 personas la llene en un período de 6 a 8 meses.

a) Partes de una letrina abonera

La letrina abonera está estructurada así:

- 3 a 5 gradas (exteriores)
- 2 cámaras herméticamente cerradas
- 2 compuertas
- 2 planchas de cemento, una para cada base o taza
- 2 asientos con compartimiento, para la separación de las heces y la orina.
- Un urinario que está colocado en la parte exterior de la letrina .
- Un filtro que es el que sirve para la recolección de la orina.

b) Construcción y uso correcto de una letrina abonera

1. Su construcción no necesita un área mayor de tres metros cuadrados.
2. Se obtiene un abono orgánico y un abono líquido.

3. Puede ubicarse cerca de la vivienda y aun dentro de ella.
4. No hay problema de contaminación de las aguas de los pozos.
5. Es de gran utilidad en donde el manto de agua es superficial en terrenos rocosos, arenosos y en lugares donde el agua es escasa.
6. No hay problema de malos olores, proliferación de insectos ni roedores.

• **Uso de la letrina abonera**

1. Se sella una de las cámaras que no se utilizará.
2. Se coloca una capa de estiércol seco de caballo u hojas secas, en la cámara que se utilizará, con el fin de acelerar la descomposición de las heces.
3. Se coloca a la mano, el papel que utilizara para la limpieza anal y se debe de colocar dentro de la cámara.
4. Al momento de usar la taza, se debe tener cuidado de no mezclar la orina con las heces.
5. Para cubrir los excrementos, se debe agregar ceniza o cal adentro de la cámara.
6. Después de usar la taza se debe tapar para evitar que entren insectos y roedores a la cámara.
7. Después de la letrina se recomienda el lavado de las manos.

• **Mantenimiento adecuado.**

8. Una o dos veces a la semana hay que remover o compactar la la masa contenida en la cámara.
9. No se deben de utilizar desinfectantes y detergentes en la limpieza de la letrina.
10. No hay que permitir que el material que está dentro de la letrina se haga líquido o lodoso, si esto ocurre hay que agregar más ceniza o tierra con cal.
11. Hay que mantenerla limpia y no se debe usar para otras cosas como bodega, gallinero, etc.

Qué hacer al llenarse la cámara que se está utilizando.

12. Faltando unos 10 cm. (1-2 cuartas) para que se llene la cámara, se debe completar con ceniza o con tierra seca.
13. Se debe sellar la cámara llena y comenzar a usar la otra.
14. Aproximadamente a los 6 a 8 meses de haberse sellado, se saca el contenido de la cámara para su nuevo uso (ABONO).

1.2.2.4.- Trampa de Grasas

Los residuos líquidos de cocinas, suelen contener cierta cantidad de grasas, que pueden atravesar la fosa séptica y llegar al pozo de absorción o zanjas de absorción, taponando las paredes e impidiendo la filtración del agua en el suelo.

Las trampas de grasa son elementos del sistema de fácil construcción y que deben instalarse antes de la fosa séptica y lo más cerca de la cocina. Deben tener una tapadera removible o registro, que permita limpiarlas con cierta frecuencia. La trampa de grasa consiste en un tanque provisto de entrada sumergida y una salida de tubería que parte cerca del fondo.

Su funcionamiento se basa en el principio de que el líquido residual que entra es más caliente que el que contiene el tanque y se enfría al llegar a éste, lo cual hace que la grasa se solidifique y flote sobre la superficie, de donde se extrae periódicamente.

La forma de la caja es variable, puede hacerse rectangular, circular (usando tubo de concreto), etc. Pero mientras más separados estén la entrada y la salida, funcionan más eficientemente.

1.2.2.5.- Pozos de Absorción

Consiste simplemente en un agujero, generalmente cilíndrico, excavado en el suelo a suficiente profundidad. y con dimensiones requeridas, que permite que el afluente proveniente de fosas

sépticas, trampas de grasas, etc. se infiltre en el suelo.

No debe usarse donde peligre la pureza de las aguas subterráneas, ni donde puedan usarse zonas de filtración adecuadas al sistema, se deben usar cuando el tiempo "t" es menor de 2.5 cm en 30 minutos.

La altura entre el fondo del pozo y la napa freática debe ser mayor de 4 pies (1.20 mts)

Para el calculo de las dimensiones del pozo de absorción deben hacerse pruebas de filtración en cada estrato y la tasa de filtración se calculará con base a un promedio ponderado que toma en cuenta el resultado de la prueba de filtración y el espesor de los estratos.

a) Área de Pozo de Absorción:

Muy importante es notar que el área de absorción calculada deberá ser únicamente la equivalente a las paredes del pozo, sin tomar en cuenta el área del fondo del mismo.

El diámetro de los pozos puede variar según el criterio del diseñador, en Guatemala generalmente los diámetros usados son de 0.90 a 1.25 metros.

b) Especificaciones para la construcción de Pozos de Absorción:

Para las especificaciones, las paredes del pozo y el fondo deben ir llenos de grava, roca o pedrín de 1 a 2 pulgadas según se indica.

Sobre la grava se coloca una hilada de ladrillo, de punta, luego se levanta el resto de las paredes con el mismo ladrillo, pero de soga, con mortero solo en las puntas a base de cal.

El pozo debe contar con una losa o tapadera, la cual debe quedar enterrada y apoyada sobre el terreno, no sobre las paredes del pozo. Esta distancia es de 30 cm. mínimo. Debe tener un tapón de inspección de 10 cm. x 10 cm. como mínimo.

El diámetro del pozo es igual al diámetro del agujero, no la distancia entre las paredes del ladrillo.

La profundidad de diseño no incluye la capa de 30 cm. de grava del fondo. Cuando se requiera más de un pozo para el sistema, la distancia libre entre los mismos, será de tres veces el diámetro mayor, como mínimo o bien de 6 mts de profundidad.

1.2.2.6.- Zanjas de Absorción

Consiste en zanjas donde se conduce el afluente para filtrarse al suelo, dejando para ello, separación entre tubo y tubo, así como eventuales perforaciones en los mismos. Los tubos van colocados sobre un lecho de grava o piedrín y luego cubiertos con tierra y relleno.

El ancho de las zanjas varía entre 30 y 90 cm. Las zanjas van dispuestas en ramales en el campo de absorción.

El área de zanja se basará en los resultados de las pruebas de filtración; como mínimo se usaran dos zanjas, ya que a mayor número de zanjas, el riesgo de que una de ellas no funcione, será menos nocivo para el sistema. La longitud máxima de la zanja es de 30.5 metros o 100 pies. Se ha comprobado experimentalmente que la longitud óptima a usar es aproximadamente 20 metros.

a) Limitaciones de las Zanjas de Absorción:

Ya se ha señalado la importancia que tiene la penetración del aire en los poros del subsuelo, y para permitir que el suelo se

regenera entre las descargas sucesivas del efluente, conviene instalar un tanque dosificador provisto de un sifón automático.

Existen dos criterios que se exponen a continuación. Según Wagner y Lanoix¹, si la fosa séptica es de un tamaño grande (más de 3785 litros de volumen de líquidos), se recomienda poner un tanque dosificador provisto de dos sifones que funcionan alternativamente y cada uno alimenta la mitad del campo de filtración (2 campos de absorción)

Según manual de fosas sépticas², si el área de absorción requiere más de 500 pies lineales (152 mts) de zanjas de absorción, se usará el tanque dosificador con un sifón automático, mientras que si se requieren más de 1,000 pies lineales de zanjas (305 mts) se usará un tanque dosificador con dos sifones automáticos, que descarguen alternativamente a dos campos de absorción.

Los tanques dosificadores suelen instalarse a la salida de la fosa séptica y que reciben en el afluente que se acumula durante el período de tiempo antes de descargarlo al terreno de filtración.

Según Wagner y Lanoix³, la capacidad efectiva del tanque dosificador, es equivalente al volumen de agua necesario para llenar todas la tuberías hasta la mitad o a 3/4 partes de su capacidad. Se recomienda que del 60 al 75% del volumen de la tubería a llenar, de donde la capacidad de descarga del sifón, debe ser inferior a la capacidad de la tubería de evacuación que va, desde el sifón hasta el campo de filtración. Debido a su elevado costo, no se recomienda para pequeñas instalaciones.

¹ E. G. WAGNER - J. N. LANOIX, Evacuación de Excretas en las Zonas Rurales y en las Pequeñas Comunidades. Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No. 39, Ginebra, 1,960. Página 35.

² MANUAL DE FOSAS SÉPTICAS, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), Primera edición en español 1,975, Traducción de publicación No. 526 (MANUAL OF SEPTIC TANK PRACTICE) 1,969, Departamento de Salud USA. Página 69.

³ E. G. WAGNER - J. N. LANOIX, Evacuación de Excretas en las Zonas Rurales y en las Pequeñas Comunidades. Organización Mundial de la Salud, Serie de Monografías No. 39, Ginebra, 1,960. Página 36.

CAPÍTULO 2 - SERVICIO PROFESIONAL.

2.1.- EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL

2.1.1.- Llano de las Tejas

Como resultado de la observación realizada se señala lo siguiente:

a) Letrinas Lavables

- Se mantienen sucias y con mal aspecto, debido a la falta de educación sanitaria y a la escasez de agua. Las personas que tienen pozos artesianos, no les gusta sacar agua para evacuar los excrementos y lo hacen hasta que la taza empieza a llenarse, provocando malos olores; además no poseen lugares específicos para tirar los papeles de limpieza y los tiran dentro de la caseta.
- Las casetas tienen dimensiones pequeñas, debido a la falta de orientación, al momento de construir las letrinas. Es por eso que no les colocan puertas, ni ventanas, carecen de adecuada ventilación.
- La mayoría de las personas que usan tazas de porcelana, no les dan un buen mantenimiento, debido a que éstas utilizan entre 4 y 5 galones de agua para la evacuación de las excretas, por lo tanto las mantienen sucias debido a la escasez de agua.

b) Letrinas Sanitarias

- Las casetas son muy informales y débiles, por la escasez de recursos económicos y a la falta de orientación al construir las letrinas.
- Las que tienen tazas y piso de madera, ya no están funcionando, debido a que la madera con la humedad se pudre, representando

riesgos para las personas que las utilizan.

c) Sumideros

- No tienen sumideros ni otra forma de evacuar el agua servida, debido a la falta de educación sanitaria.
- Los que evacuan el agua por medio de zanjas a flor de tierra, provocan grandes focos de contaminación, ya que está expuesta el agua al medio ambiente que los rodea.

d) Agua potable

- Algunas de las personas que tienen pozos artesianos, no satisfacen sus necesidades, relacionadas con el uso del agua, por el gran inconveniente de que tienen que estar sacando agua cada vez que la necesitan. Por la falta de interés de hacerlo, descuidan la limpieza en los hogares.

2.1.2.- Piache

a) Letrinas Sanitarias

- La falta de costumbre o habito en utilizar este tipo de letrinas es factor importante a considerar, ya que las personas muchas veces prefieren ir al campo a hacer sus necesidades fisiológicas, y no a las letrinas que se les han construido.
- Las letrinas que tienen pisos de tierra, presentan el problema de que se forma lodo dentro de la caseta, lo cual hace que sea resbaladizo y tenga mal aspecto.
- Las fosas de algunas letrinas, se llenan de agua en la época de lluvia, debido a que no tienen techos o que están cerca del manto freático, lo que provoca que tengan mal olor y mal aspecto.

b) Sumideros

- El agua de las pilas y lavaderos, es evacuada por medio de zanjias a flor de tierra, provocando contaminación. También los niños pequeños, juegan en las zanjias con el agua sucia y se contaminan directamente.

c) Agua potable

- El agua que utilizan la mayoría de personas de esta comunidad, no es potable por que posee un alto contenido de arena blanca muy fina, siendo perjudicial para la salud.

2.1.3.- Chocal

a) Letrinas Sanitarias

- En la parte baja de la comunidad, el nivel freático está muy alto, por eso las letrinas que han construido no funcionan por mucho tiempo, debido a que se les llenan de agua, principalmente para el tiempo de lluvia.

b) Sumideros

- No existen sumideros. La mayoría de las personas, utilizan el agua servida para regar sus siembras de maíz; y las que viven en la parte alta, dejan caer el agua en las quebradas, provocando contaminación al medio ambiente que les rodea.

c) Agua potable

- No se encontró ningún sistema de agua potable. Por lo tanto, las personas se abastecen de agua del río que atraviesa la comunidad, pero ésta no es potable.

2.2.- PROPUESTAS DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL

Como resultado de la evaluación realizada a los sistemas de saneamiento ambiental de Llano de las Tejas, Piache y Chocal, se consideran los aspectos siguientes:

- Se necesitan sistemas de saneamiento ambiental, fáciles de construir, económicos y duraderos.
- Se necesita cajas trampa de grasas, las cuales son fáciles de construir y funcionales, para evitar que se forme una pasta con los residuos de comidas, grasas, jabón, etc., impermeabilizando los poros de la tierra.
- Además se debe fabricar una caja trampa de sólidos, para que éstos no se vayan al sumidero.
- Muchas de las personas de estas comunidades desean tener una letrina lavable.
- El agua servida, o sea, la que se utiliza en las pilas o lavaderos, podría utilizarse para el riego de árboles frutales, maíz, flores, etc., siempre y cuando no constituya un riesgo para las personas.
- Se debe contar con diseños de zanjas de absorción, para lugares donde no se puedan construir sumideros.
- Se debe mejorar la ventilación de las cámaras de la letrina LASF, y la compuerta donde se evacúa el abono.
- Se deben utilizar todos los recursos naturales como: piedra laja, arena, madera, barro, etc., con que cuentan las comunidades.

Partiendo de las necesidades y recursos de las comunidades podrá hacerse una descripción detallada de los sistemas de saneamiento ambiental que se diseñaron.

Entre los sistemas propuestos están:

1. Sistema de evacuación de agua residual, simple. (Plano No. 1)

2. Sistema de evacuación de agua residual, compuesto. (Plano No. 2)
3. Caja-trampa de grasas y sólidos, hecha con molde especial. (Plano No. 3)
4. Caja-trampa de grasas y sólidos, hecha con molde para letrina. (Plano No. 4)
5. Canal conductor de agua residual, sin desechos sólidos y filtro de impurezas. (Plano No. 5)
6. Zanja de absorción, hecha con polietileno, barro o piedra laja. (Plano No. 6)
7. Eliminador de espuma de detergente. (Plano No. 7)
8. Pozo de absorción o sumidero. (Plano No. 8)
9. Letrina abonera seca familiar (LASF) de dos cámaras, modelo A. (Plano No. 9)
10. Letrina abonera seca familiar (LASF) de dos cámaras, modelo B. (Plano No. 10)
11. Letrina abonera seca familiar (LASF) de dos cámaras, modelo C. (Plano No. 11)
12. Letrina abonera seca familiar (LASF) de dos cámaras, modelo D. (Plano No. 12)
13. Letrina abonera seca familiar (LASF) de dos cámaras, modelo E. (Plano No. 13)

2.2.1.- Propuesta de Sistema de Evacuación de Agua Residual, Simple.

Este sistema se diseñó con el fin de aprovechar el agua proveniente de pilas o lavaderos, para la limpieza de una letrina lavable, evacuando todo el flujo de aguas negras hacia un sumidero ventilado.

a) Componentes

- Pila o lavadero
- Chorro, pozo o fuente de agua
- Caja-trampa de sólidos y grasas

- Letrina simple, lavable
- Caseta de letrina
- Cierre hidráulico
- Sumidero, ventilado

b) Funcionamiento

- El agua proveniente de los chorros, pozos o cualquier fuente de agua, es utilizada en las pilas de diferente manera.
- El agua con residuos de jabón, grasas y desechos sólidos, es conducida por medio de un canal de cemento hacia una caja trampa de grasas y sólidos.
- En la caja, por medio de sus cortinas, son separadas las grasas, natas y sólidos.
- El agua es conducida continuamente hacia la letrina lavable.
- En la letrina se depositan heces fecales y orina humana.
- Las heces serán arrastradas por el agua hacia el pozo anegado, previo haber pasado por un sifón para evitar que retornen los malos olores.
- En el pozo anegado se desintegran los desechos sólidos, reduciéndose en un 10% y el agua se infiltra en el suelo.
- No deben existir malos olores ni gases, ya que el pozo es ventilado por medio de un tubo largo.

c) Mantenimiento

El mantenimiento del sistema está en función del uso que pueda tener, por ejemplo: si lo utilizan en una casa donde solo habitan 3 personas, el mantenimiento será menor que en una casa donde habiten 6 personas, en este caso la limpieza tendrá que ser más frecuente.

A continuación se describe un tipo de mantenimiento preventivo y correctivo:

- **Pila:** Limpieza cada 2 días.
- **Llave de agua o pozo:** Cambio de empaques o de llave cuando deje escapar agua. Cambio o reparación de alguna parte del sistema de obtención de agua en el pozo.
- **Canal de cemento:** La limpieza de éste tiene que ser diaria, ya que está expuesto a tierra, basura, grasas, restos de comida, jabón, etc.. Como mantenimiento correctivo se tienen reparaciones con mezcla de cemento y arena.
- **Caja-trampa de grasas y sólidos:** limpieza a cada 7 días como mínimo, se detallará más adelante.
- **Tubería conductora:** Limpieza con un alambre largo por dentro para deshacer cualquier taponamiento que pueda estar estorbando el flujo de agua hacia la letrina o sumidero; este tipo de mantenimiento se recomienda hacerlo cada tres meses, así como mantener siempre bajo tierra la tubería para evitar que se rompa con el paso de las personas y animales.
- **Letrina lavable:** Debe mantenerse lo más limpia posible para evitar malos olores que atraen a insectos (moscas, zancudos, cucarachas) y roedores, que son transmisores de enfermedades.

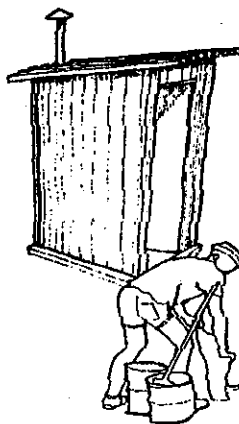


Figura No. 5

- La letrina se puede lavar con agua y jabón, por dentro y por fuera (Figura No. 5). Se recomienda hacer la limpieza dos veces a la semana. No permitir que se depositen papeles, o cualquier tipo de objeto que se utiliza en la limpieza anal dentro de la letrina, ya que esto podría llegar a formar un tapón que impediría el paso de los desechos sólidos; para ello se recomienda tener un bote o caja donde se depositen los papeles sucios y luego quemarlos o enterrarlos para que no contaminen el medio ambiente.
- **Pozo anegado o ventilado:** Realmente el mantenimiento que se le pueda dar al pozo en si, es muy poco, ya que éste dejará de usarse hasta que esté casi lleno, por lo menos unos 50 cm. de la superficie del suelo; Al llenarse se tendrá que hacerse otro igual o mejorarlo con lo que la experiencia del lugar exija, que deba integrarle al diseño original, como por ejemplo más profundidad, talud, etc..

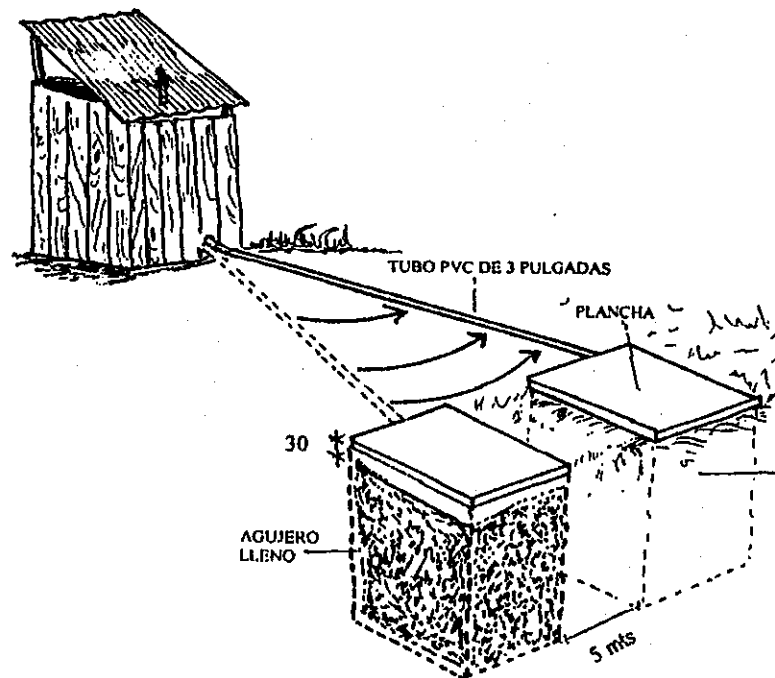


Figura No. 6

- **Caseta:** El aspecto de la caseta y su limpieza es muy importante ya que esto hace que sea más agradable su uso. La limpieza debe hacerse cada dos días como mínimo, tanto interior como exterior; los alrededores de la caseta deben estar limpios y libres de obstáculos, vegetación, lodo, etc. para que tenga un acceso fácil y cómodo. La puerta y la tapadera de la taza son importantes, ya que impiden el ingreso de animales y de insectos hacia la letrina, por lo tanto se debe tener el cuidado de que estén bien colocadas. Las paredes de la caseta deben mantenerse en buen estado para evitar que se hagan agujeros y que esto sea incomodo para las personas. No darle mantenimiento causará su deterioro rápidamente y esto hará que se deje de usar la letrina, como ha sucedido en muchas comunidades.
- **Techo:** es parte fundamental de la letrina. Se recomienda mantenerlo en buen estado para evitar que en tiempo de lluvia se filtre el agua y que esto provoque charcos dentro de la caseta.
- **Sifón:** Limpieza cada tres meses. Se vierte agua caliente a la letrina, para deshacer los sólidos y se ayuda con un alambre grueso (figura No. 6).

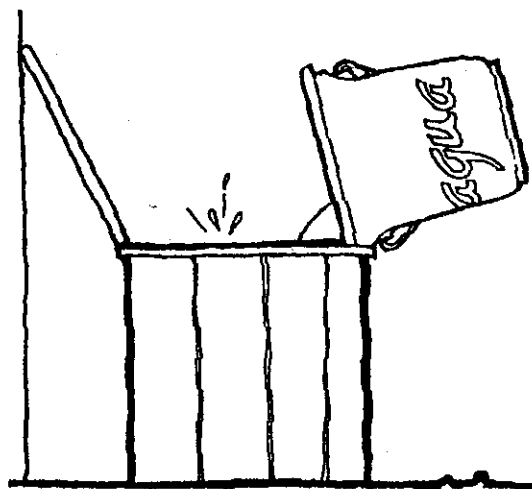


Figura No. 7

- **Tapadera del pozo y tubo de ventilación:** deben estar libres de vegetación y libres de esfuerzos de carga, por ejemplo: piedras, palos, etc., para evitar que se quiebren.

d) Duración:

La duración del sistema está sujeto al mantenimiento y al uso que se le dé. Se considera que puede tener una vida útil de 2 años, sin ningún cambio de accesorios ni de piezas dañadas por mal uso. Claro, que cada componente tiene una vida de servicio distinta, dándole un mantenimiento periódico.

e) Presupuesto:

El costo del sistema de evacuación de agua residual simple, depende de varios factores, como el tipo y distancia de los materiales con que cuenta la comunidad, ya que de esto dependerá el costos de traslado.

A continuación se detallan los materiales y un costo aproximado:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
3,00	Sacos	Cemento	Q. 25,00	Q. 75,00
0,33	m ³	Arena	Q. 25,00	Q. 8,25
0,25	m ³	Piedrín	Q. 30,00	Q. 7,50
0,75	m ³	Piedra	Q. 35,00	Q. 26,25
3,00	Varillas	Hierro R. L. de Ø 1/4	Q. 4,50	Q. 13,50
1,00	U	Tubo PVC de Ø "2	Q. 29,15	Q. 29,15
0,50	U	Tubo PVC de Ø "3	Q. 43,00	Q. 21,50
1,00	U	Tee PVC de Ø "3	Q. 12,95	Q. 12,95
1,00	U	Red. Ø"3 > Ø"2	Q. 4,30	Q. 4,30
1,00	U	Codo PVC 90° Ø"3	Q. 8,55	Q. 8,55
1,00	U	Sifón PVC Ø "3	Q. 35,00	Q. 35,00
		Otros (Imprevistos)		Q. 48,40
		Total		Q. 290,35

Tabla No. 2

2.2.2.- Propuesta de Sistema de Evacuación de agua Residual, Compuesto

Este sistema fué diseñado con las mismas características que el simple, con la diferencia de que posee más componentes y se aprovecha mejor el agua residual. Su costo es mayor y no se ajusta a un nivel económico bajo. Las ventajas que presenta son las siguientes: la forma de captar el agua de la pila u otra fuente es más eficiente e higiénica, tiene un depósito de agua que permite desalojar los sólidos de manera más rápida. Este depósito tiene un rebalse de agua que se utiliza para regar plantaciones después de haber pasado por un eliminador de espuma de detergente; tiene un lugar específico para bañarse y el agua se utiliza para lavar la letrina.

a) Componentes:

- **Pila o lavadero**
- **Caja Colectora:** es una pequeña caja que se fabrica debajo de la pila o lavadero, con el fin de recolectar toda el agua y los residuos que provienen de la pila y encausarlos hacia la tubería que desembocará a la caja-trampa de sólidos y de grasas.

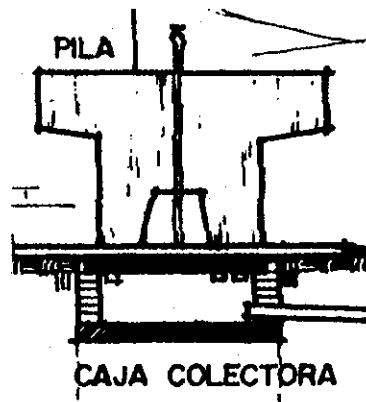
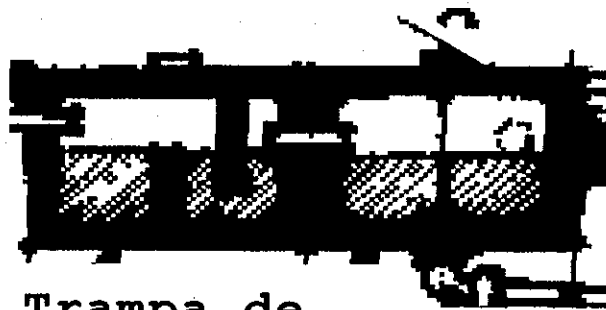


Figura No. 8

- **Chorro, pozo o fuente de agua**
- **Depósito:** estará colocado a la par de la caja trampa de grasas y sólidos y tiene el fin de recolectar toda el agua que viene de la pila o lavadero, ya sin grasas ni sólidos, para ser utilizada en una sola descarga para evacuar sólidos de la letrina; en el momento que ésta se llene, tiene un rebalse que se dirige hacia un eliminador de detergente, para luego regar plantaciones.

Depósito Colector

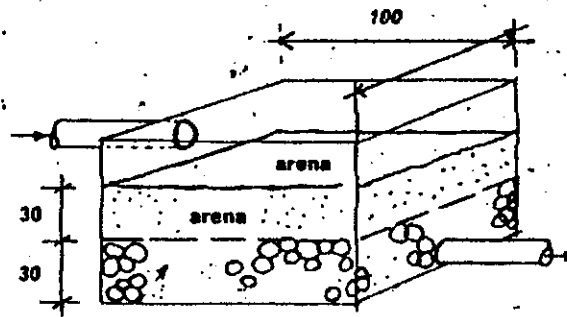


Trampa de
G. y S.

Figura No. 9

- **Eliminador de espuma de detergente:**

Es un sistema que elimina el detergente, jabón, etc. del agua, por medio un cedazo que se coloca en la parte superior de la caja que se construye para colocar la arena y piedra que sirven como filtros.



ELIMINADOR DE ESPUMA DE DETERGENTE

Figura No. 10

- Canales de riego:

Éstos se construyen, para distribuir el agua que viene del eliminador de espuma de detergente, hacia todas las plantas que se deseen regar.

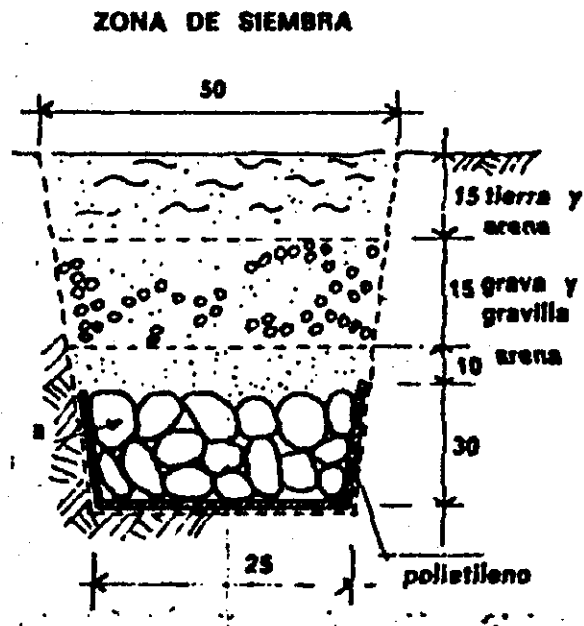


Figura No. 11

- **Letrina simple, lavable:**

es una letrina de taza común, que a diferencia de las demás es lavable por medio de una descarga de agua rápida que viene del deposito; además es lavada cada vez que alguien utiliza la ducha.

- **Caseta de letrina.**

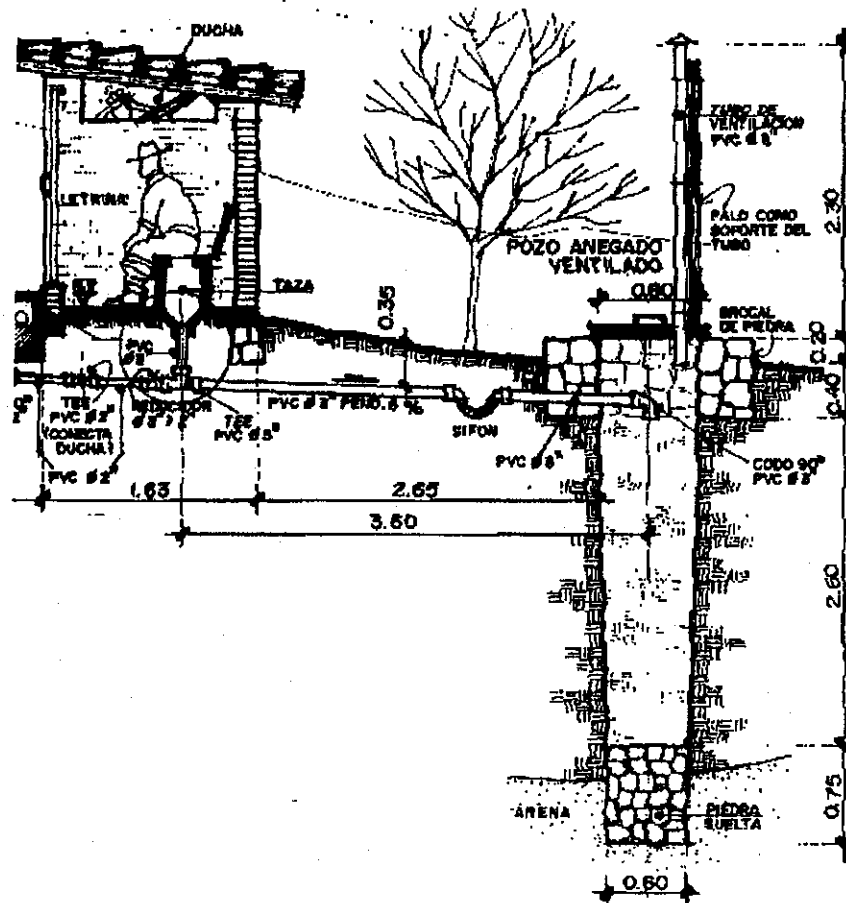


Figura No. 12

- **Cierre hidráulico:** es un sifón que evita que los malos olores retornen a la letrina por medio de la tubería.
- **Pozo anegado, ventilado.**

b) Duración:

La duración del sistema está sujeto al uso y al mantenimiento que se le de. De acuerdo a cálculos efectuados, se aproxima una vida útil de 2 años sin ningún cambio de accesorios.

c) Mantenimiento:

El tipo de mantenimiento que se le debe de dar al sistema es igual que al simple.

A continuación se detallará el tipo de mantenimiento que se le debe dar a los componentes extras que tiene este sistema.

- **Caja Colectora:** Ésta se debe limpiar por dentro una vez por semana, ya que en ella caen todos los desperdicios de comida, grasas, basura, tierra, jabón, detergente y otros, que podrían provocar que se tapone la tubería e impida el paso del agua. Si se deja de limpiar por mucho tiempo, la tarea es más difícil, ya que el olor y el aspecto, por haber muchos componentes juntos, es desagradable.
- **Depósito:** se debe limpiar periódicamente, se recomienda hacerlo junto con la limpieza de la caja-trampa de grasas y la caja colectora de la pila, así la limpieza del sistema se hace más fácil y de una sola vez; esto hará que ninguno de los componentes se descuide y que su vida de servicio sea mayor y efectiva.
- **Eliminador de espuma de detergente:** Limpieza periódica, se recomienda hacerlo cada 7 días junto con los demás componentes. La espuma que se forma en el cedazo se debe desalojar rápidamente, para evitar que se contamine de nuevo el agua que está continuamente cayendo al sistema. Dependiendo del uso, como se mencionó anteriormente, se debe cambiar por lo menos, cada

seis meses la arena y la piedra que sirven como filtros, para que el agua que llegue a las siembras sea de mejor calidad. A continuación se muestra un marco con cedazo, el cual se sobrepone en la arena para retirar la espuma que se forma.

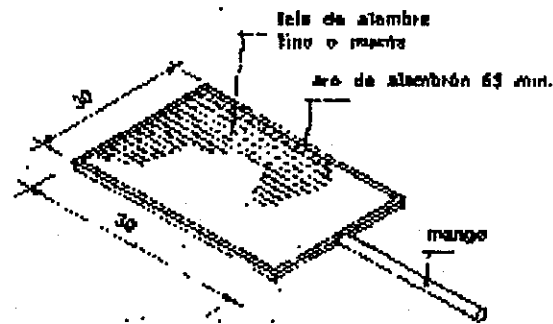


Figura No. 13

- **Canales de Riego:** se deben mantener libres de vegetación, piedras y obstáculos, para una mejor conducción dentro de las plantaciones; su mantenimiento debe ser periódico, dependiendo de la región y de las características del suelo, si hay mucha vegetación, se deberá hacer bastante seguido y esto lo dirá la experiencia de los propietarios.

d) Presupuesto:

El costo del sistema de evacuación de agua residual compuesto, es mayor que el simple, por los componentes extras que posee.

En el cuadro se detallan materiales y costos aproximados:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
4	Sacos	Cemento	Q. 25,00	Q. 100,00
0,5	m ³	Arena	Q. 25,00	Q. 12,50
0,33	m ³	Piedrín	Q. 30,00	Q. 9,90
3	Varillas	Hierro R. L. de Ø 1/4	Q. 4,50	Q. 13,50
0,75	m ³	Piedra	Q. 35,00	Q. 26,25
1	U	Tubo PVC de Ø "2	Q. 29,15	Q. 29,15
1	U	Codo PVC 90° Ø "2	Q. 3,00	Q. 3,00
1	U	Tee PVC de Ø "2	Q. 4,30	Q. 4,30
1	U	Red. de Ø "3 > Ø "2	Q. 4,30	Q. 4,30
1	U	Tubo PVC de Ø "3	Q. 43,00	Q. 43,00
1	U	Codo PVC a 90° Ø "3	Q. 8,55	Q. 8,55
1	U	Tee PVC de Ø "3	Q. 12,95	Q. 12,95
1	U	Sifón, seguir PVC Ø "3	Q. 35,00	Q. 35,00
1	U	Sapito Sanitario	Q. 3,75	Q. 3,75
1	U	Reposadera Ø "2	Q. 9,55	Q. 9,55
1	Yarda	Plástico (Polietileno)	Q. 3,00	Q. 3,00
0,5	Yarda	Cedazo (Plástico)	Q. 20,00	Q. 10,00
15	Pies Tabla	Madera (Regla "2 * "1)	Q. 1,00	Q. 15,00
		Otros (Imprevistos)		Q. 68,75
			TOTAL	Q. 412,45

Tabla No. 3

2.2.3.- Propuesta de Caja-Trampa de Grasas y Sólidos

La caja-trampa de grasas y sólidos es un dispositivo de fácil construcción, que debe instalarse cuando se quiere eliminar desechos grasos en gran cantidad. Debe colocarse después de la pila o lavadero y luego conducir el agua hacia un sumidero.

La capacidad de la caja es de aproximadamente 10 galones.

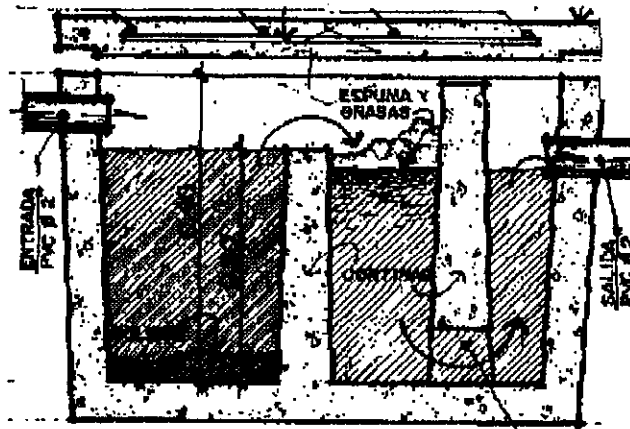


Figura No. 14

a) Componentes de la caja:

- Paredes exteriores de concreto
- Piso de concreto
- cortinas de concreto
- Tapadera de concreto
- Entrada de agua de PVC
- Salida de agua de PVC

b) Componentes del molde:

- Molde interno de metal para formaletear las paredes y cortinas.

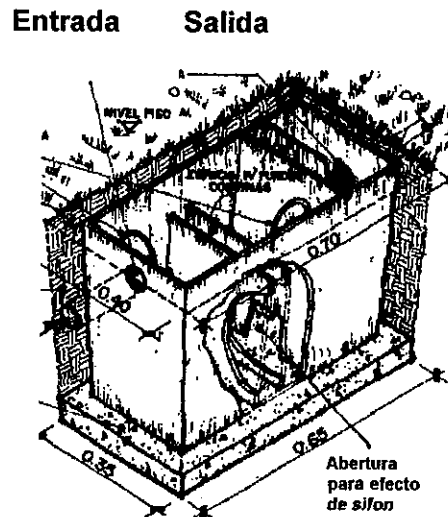


Figura No. 15

- Marco de metal desarmable para fabricar la tapadera.
- Trozo de madera para formar el agujero de la segunda cortina.

c) Construcción:

La construcción de esta caja es sencilla y rápida. Puede realizarla una sola persona y puede hacerse en tres horas, aproximadamente.

A continuación se describen los pasos a seguir para su construcción y ubicación:

1. Se localiza en un lugar donde no le de el sol, ya que con el calor las grasas se diluyen.

2. La excavación debe hacerse con mucho cuidado, ya que las paredes del agujero deben quedar lo más recto y verticales posible y con las medidas exactas, para que sirvan como formaleta a la hora de fundir usando el molde.
3. Se debe preparar el molde de la caja y el de la tapadera, recubriéndolo con aceite quemado, por dentro y por fuera, esto hará que la mezcla no se pegue y se separe fácilmente.
4. Se debe hacer una parrilla para la tapadera de la caja con hierro redondo liso de \varnothing "1/4. En la parte del centro, se dejará un agarrador hecho del mismo hierro, para facilitar la colocación de la tapadera.
5. Luego de haber preparado el molde para fundir, se prepara la mezcla con un saco de cemento y 13.5 cubetas de arena de río; se vierte agua y se mezcla.
6. Lo primero que se funde es el piso, con 5 cm de espesor.
7. Se coloca el molde, cuidando que queden 5 cm de espesor de paredes.
8. Se coloca un trozo de madera en la parte de abajo y en el centro de la segunda cortina, para dejar un agujero que servirá para provocar el efecto de sifón. A este trozo de madera también se le debe agregar aceite quemado para que sea fácil sacarlo, después de haber fundido.
9. El nivel de la mezcla se llega hasta el borde de los agujeros que tiene el molde y se colocan 15 cm de PVC de \varnothing "2, para evitar que entre mezcla y así dejar la entrada y salida de agua a la caja.
10. Se deja que fragüe la mezcla aproximadamente de 20 a 30 minutos, dependiendo del clima y el terreno; con esto se debe tener mucho cuidado, ya que si se deja el molde por mucho tiempo y no se saca rápidamente, la mezcla se seca y las paredes se agrietan.



Fotografía No. 16

11. Se procede a fundir la tapadera con el resto de la mezcla y se debe dejar libre el agarrador para poder levantar la tapadera después de fundida.
12. Para retirar el molde se debe atravesar un palo fuerte, preferiblemente redondo y no muy grueso, para que sea fácil de agarrar y de levantar.
13. La caja se podrá utilizar después de que haya fraguado, aproximadamente a los cinco días.

d) Mantenimiento:

El mantenimiento de esta caja debe hacerse cada quince días, ya que en ella se quedan todos los residuos de las pilas o lavaderos como grasas, jabón, desperdicios de comida, lodo, etc.



Fotografía No. 17

e) Presupuesto:

El costo de esta caja es bajo, comparado con los gastos que podría ocasionar si no se construye en un sistema de evacuación de agua residual.

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
1	Saco	Cemento	Q. 25,00	Q. 25,00
13,5	Cubetas	Arena de Río	Q. 0,93	Q. 12,50
30	Cm.	Tubo PVC Ø "2	Q. 0,15	Q. 4,50
3	mts.	Hierro Red. Liso 1/4	Q. 1,33	Q. 4,00
TOTAL			Q. 46,00	

Tabla No. 4

2.2.4.- Propuesta de Caja-Trampa de Grasas Y Sólidos, hecha con un molde de letrina

Esta caja trampa de grasas y sólidos se diseñó tomando como base un molde de letrina, al que se le adaptaron accesorios de PVC y una cortina de concreto, que detendrá todo los sólidos.

Su capacidad es de 4 galones.

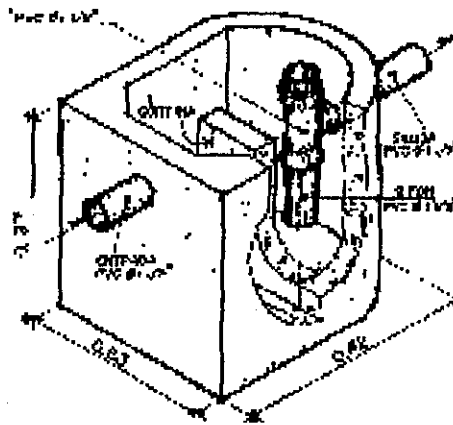


Figura No. 18

a) Componentes de la caja:

- Paredes de concreto
- Fondo de concreto
- Tapadera de concreto
- Cortina de concreto
- Entrada y salida con accesorios de PVC

b) Componentes del molde:

- Molde exterior

- molde interior

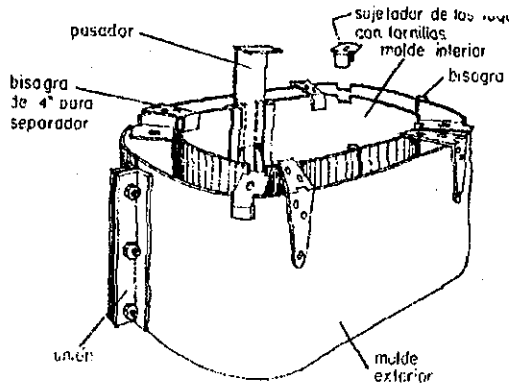


Figura No. 19

c) Construcción:

La construcción de esta caja es sencilla y rápida. Teniendo todos los materiales y herramientas a la mano la puede realizar una sola persona y se puede hacer en dos horas aproximadamente.

A continuación se describirán los pasos que se deben seguir para su construcción:

- Se debe hacer una parrilla para la tapadera de la caja con hierro redondo liso de \varnothing 1/4". En la parte del centro, se debe dejar un agarrador hecho del mismo hierro, para facilitar la colocación de la tapadera.
- Luego de haber preparado el molde para fundir, se prepara la mezcla con 30 lbs. de cemento y 5 1/2 cubetas de arena de río; se vierte agua y se mezcla.
- Lo primero que se funde es el piso.
- Luego se coloca el molde interior, cuidando que queden 5 cm de espesor de paredes y que esté bien centrado el molde.

- El nivel de la mezcla se lleva hasta el borde de los agujeros que tiene el molde y se colocan pedazos de PVC de \varnothing "1 1/2, o trozos de madera con aceite quemado para evitar que entre mezcla y así dejar la entrada y salida de la caja.
- Se deja que fragüe la mezcla aproximadamente 1/2 hora, dependiendo del clima.

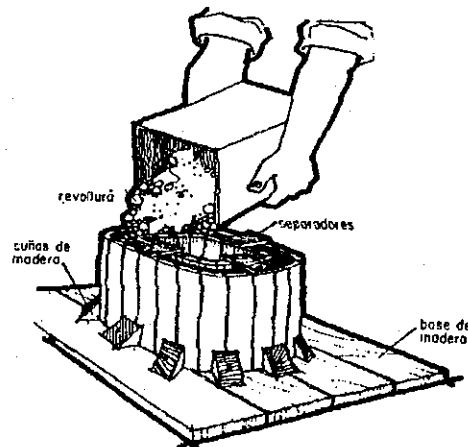


Figura No. 20

- En lo que se deja que fragüe la mezcla, se prepara el molde o marco para fundir la tapadera
- Después de colocado el molde o formaleta, se procede a colocar la parrilla bien centrada y despegada del piso unos 2 cm.
- Se procede a fundir la tapadera con el resto de la mezcla y se debe dejar libre el agarrador, para poder levantar la tapadera después de fundida.
- Para utilizarse la caja se deberá dejar que fragüe la mezcla unos cinco días.
- La instalación de la TEE de PVC de \varnothing "1 1/2, se hará después de que esté seca la mezcla, para evitar que por un esfuerzo se dañe la caja o la cortina.
- Se corta el tubo de PVC de \varnothing "1 1/2 de 15 cm., y se le coloca a la TEE en los extremos.

d) Mantenimiento:

Se recomienda hacer cada siete días el mantenimiento, como mínimo, ya que en ella se quedan todos los residuos de las pilas o lavaderos como: grasas, jabón, desperdicios de comida, lodo, etc.

e) Presupuesto:

El costo de esta caja es más bajo que la anterior, pero su capacidad y duración, por tener accesorios de PVC, no se recomiendan para viviendas donde el gasto de agua es grande.

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
30	lbs	Cemento	Q. 0,33	Q. 10,00
5,5	Cubetas	Arena de Río	Q. 0,91	Q. 5,00
20	Cm.	Tubo PVC Ø "1 1/2	Q. 0,15	Q. 3,00
1,5	mts.	Hierro Red. Liso 1/4	Q. 1,33	Q. 2,00
1	U	Tee PVC Ø "1 1/2	Q. 10,00	Q. 10,00
		TOTAL		Q. 30,00

Tabla No. 5

La tubería de entrada y salida no se toman en cuenta, ya que depende del tipo de sistema, que se desee construir y de la distancia que se le quiera dar a los componentes.

2.2.5.- Propuesta de Canal Conductor de Agua Residual sin Desechos Sólidos Y Filtro de Impurezas

Este canal podrá ser utilizado como tubería para conducir agua desde una pila, lavadero o caja trampa de grasas, hacia un sumidero; Se puede convertir en una zanja de absorción como se detallará más adelante. Si los recursos económicos son escasos,

este canal servirá como filtro de impurezas con la respectiva salvedad de que el mantenimiento será dificultoso.

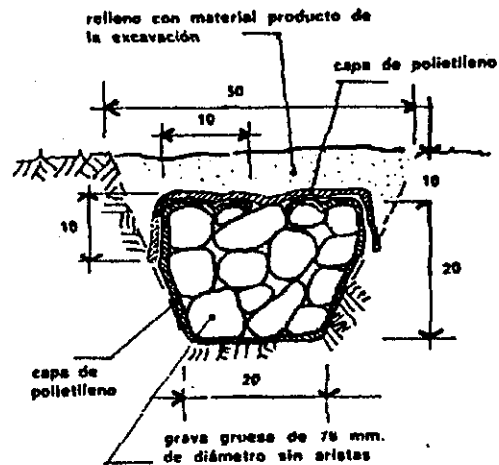


Figura No. 21

a) Componentes y Materiales de construcción:

- Paredes y fondo formados de polietileno, barro, teja de barro, piedra laja o algún otro material que exista en la comunidad y que sea adecuado para conducir agua.
- Piedra y grava en diferentes tamaños para rellenar el canal.

b) Construcción:

- Se delimita la zanja que se deberá excavar.
- Las medidas recomendadas de la zanja son las siguientes: 30 cm del nivel de la superficie hacia el fondo; la parte de abajo del canal deberá medir de 10 cm a 15 cm y la parte de arriba de 20 cm a 30 cm, de manera de que se forme un canal; sobre el canal deberán de quedar como mínimo 10 cm de espesor de tierra suelta, no muy compacta para que a la hora de hacer limpieza no cueste mucho removerla.

- Se coloca el material con que se impermeabilizará la zanja, de modo que el agua no se infiltre en la tierra.
- Si es barro, se prepara la pasta a modo de que no deje escapar agua y que no se quiebre o raje.
- Si es teja se coloca formando un canal, poniendo teja sobre teja, principiando de abajo hacia arriba.
- Si se utiliza piedra laja, se deberá colocar con alguna mezcla que la una, ya que por la forma de la piedra quedarán agujeros que dejen escapar agua. Las mezclas que se pueden utilizar son de cemento, barro y cal.
- Luego de fabricado el fondo y las paredes se procede a rellenar de piedra.
- Después se cubre el canal con el mismo material de las paredes, se rellena la zanja con la tierra que se extrajo del mismo lugar.
- Se debe evitar que no salga grama y plantas sobre el canal para que la limpieza no cueste mucho y que las raíces no dañen las paredes.

c) Mantenimiento:

- Si funciona como canal conductor, tiene que pasar el agua por algún otro filtro o caja trampa de grasas y sólidos, que retenga los desechos; esto evitará que la piedra se sature y que la limpieza deba hacerse frecuentemente.
- Si funciona como filtro de impurezas deberá limpiarse con frecuencia, dependiendo también del uso que se le dé a la pila o lavadero. Se recomienda hacerlo una vez por mes.
- El procedimiento de limpieza es el siguiente: se debe quitar toda la tierra que esté encima del canal, o por lo menos del principio, hasta donde esté sucio; luego se procede a sacar toda la piedra y el sucio que quede en el fondo; la piedra se lava en un lugar lejos de la casa y todo el lodo se entierra, para que no afecte el medio ambiente, ya que esto tendrá mal olor por

tener grasas y desperdicios de cocina. Después de hecha la limpieza se debe de regresar la piedra y luego se debe tapar de nuevo para colocar la tierra removida.

d) Presupuesto:

El costo de esta zanja dependerá de la distancia a que se encuentre la piedra o material de relleno. Se calcula por metro lineal de zanja.

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
1,00	Yarda	Plástico (polietileno)	Q. 3,00	Q. 3,00
0,05	m ³	Piedrín (8 cubetas concret.)	Q. 30,00	Q. 1,50
0,05	m ³	Piedra (8 cubetas concret.)	Q. 35,00	Q. 1,75
TOTAL			Q.	6,25

Tabla No. 6

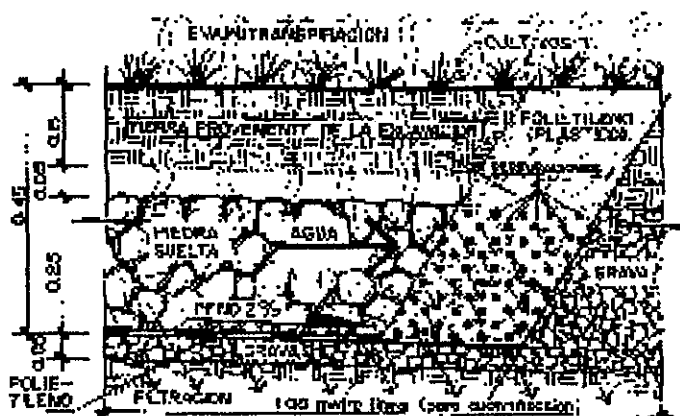
2.2.6.- Propuesta de Zanja de Absorción

Consiste en zanjas donde se reduce el afluente para que filtre al suelo, esta zanja puede ser la continuación del canal conductor de agua, sin desechos sólidos. La evacuación se hará de acuerdo con la topografía del terreno, tomando en cuenta otros factores como la proximidad de viviendas, dirección predominante del viento, la vegetación del terreno y las ampliaciones que puedan hacerse a las instalaciones.

a) Especificaciones:

Si el suelo es semipermeable o impermeable, permitirá que el agua corra por el canal y ocurra el fenómeno de evapotranspiración.

ZANJA DE ABSORCIÓN



Perforaciones para que el agua salga de la zanja y se filtre en el suelo.

Figura No. 22

Se puede utilizar como **Campo de oxidación** y el agua que no haya sido utilizada por los cultivos de pasto se podrá colectar en un estanque donde podrá colocarse lirio acuático.

Estas aguas podrán usarse en riego para plantas tipo forraje **EXCLUSIVAMENTE**, pastos, alfalfa, etc., para alimento de ganado.

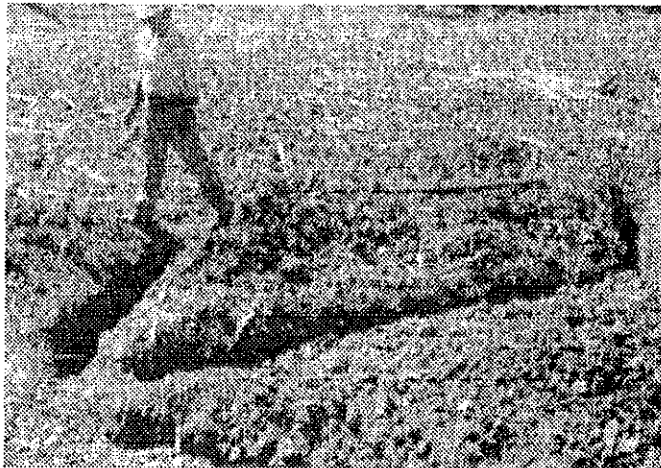
b) Materiales para su construcción:

- Paredes y fondo de polietileno con perforaciones, (dependiendo de la cantidad de agua que se desee evacuar, será el número de agujeros que se le harán), de barro, teja de barro, piedra laja o algún otro material que exista en la comunidad y que pueda conducir agua.

- Polietileno en caso de que el suelo sea permeable y se desee distribuir el agua en un área más grande, por ejemplo, para regar árboles frutales, pastos, flores, etc.
- Piedra y grava en diferentes tamaños para rellenar la zanja.

c) Construcción:

- Las medidas y la forma de construir la zanja de absorción es la misma que el canal conductor.
- La única diferencia es que en ésta, se debe tratar la forma de que el agua se infiltre en el suelo, dejando agujeros en el polietileno o separaciones entre las tejas o piedras, para facilitar la absorción.



La zanja se puede distribuir en el terreno donde se siembra, como mejor convenga al propietario y según la topografía. En esta fotografía se puede observar que la profundidad de la zanja es mayor de lo recomendado, pero se debe al tipo de suelo

Fotografía No. 23

d) Campo de oxidación:

Se realizará una excavación de 12.00 m. de largo por 1.50 m. de ancho y 0.25 m. de profundidad, con una pendiente longitudinal de 2%, cuyo fondo se recubrirá con polietileno de 1.80 m. de ancho, levantando los bordes hasta formar un canal ancho. En el se acomodará grava de tamaño máximo de 10 cm., se cernirá arena sobre todo el fondo y encima se colocará grava de 19 mm. tamaño máximo, para finalmente colocar arena mezclada a partes iguales con tierra vegetal.

e) Mantenimiento:

El mantenimiento que se debe de dar a este tipo de zanja es mínimo, siempre y cuando tenga un buen filtro que no deje pasar residuos sólidos y grasas, ya que éstos juntos forman una pasta grasosa que impermeabiliza los poros de la tierra, evitando la infiltración del agua en el suelo. Siendo el procedimiento de limpieza el mismo que el del canal conductor.

f) Presupuesto:

El costo de esta zanja, al igual que la anterior, dependerá de la distancia a que se encuentren los materiales. El costo está calculado por metro lineal de zanja.

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
1,00	Yarda	Plástico (polietileno)	Q. 3,00	Q. 3,00
0,13	m ³	Piedrín (21 cubetas)	Q. 30,00	Q. 3,94
0,13	m ³	Piedra (21 cubetas)	Q. 35,00	Q. 4,59
TOTAL				Q. 11,53

Tabla No. 7

2.2.7.- Propuesta de Eliminador de Espuma de Detergente

Se ha mencionado que los detergentes presentan una serie de problemas a las plantas y a los animales, tanto terrestres como acuáticos, debido a los compuestos clorados y fosfatos que los forman.

Si el caudal de las aguas de lavado en general es importante y quiere ingresarse a la corriente de recicló, podrá adaptarse este sistema, con el fin de disminuir la concentración de detergente.

a) Construcción:

- La pila o lavadero se colocará lo más alto posible, con el fin de provocar un descenso brusco del agua sobre dos escalones mínimo, con alturas de caída de 1.00 m. cada uno. El objeto es incluir aire en las aguas y formar espuma.
- Las aguas se pasarán por un filtro formado por arena y grava con las siguientes dimensiones: 1m * 1m, 30 cm de grava de 13 mm, 30 cm de arena. Se recomienda que la grava sea de algún material sumamente poroso.
- El agujero puede estar recubierto por algún material que impida que la tierra se mezcle con la grava y arena, por ejemplo piedra laja, ladrillo, etc..

b) Mantenimiento:

- Se debe retirar la espuma periódicamente, dependiendo del volumen de espuma que se forme, el que a su vez dependerá de la cantidad de agua que se utilice.
- Para quitar la espuma se debe utilizar el marco con el cedazo de plástico y enterrar la espuma para evitar contaminación. (VER PLANO CONSTRUCTIVO)

- Cuando los materiales con que está hecho el eliminador de detergente estén demasiado saturados es necesario cambiarlos.
- Si se utiliza polietileno, éste debe mantenerse en buenas condiciones para evitar que el agua se filtre en el suelo; pudiendo utilizarse cualquier otro material que no deje escapar agua, por ejemplo, formar el cajón con piedra laja.

c) Presupuesto:

El costo de este eliminador de detergente no es muy elevado y es fácil de construir, principalmente si los materiales se encuentran en la comunidad.

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
10,00	Libras	Cemento	Q. 0,30	Q. 3,00
6,00	Cubetas	Arena de rio	Q. 0,15	Q. 0,90
12,00	Cubetas	Grava de 13 mm.	Q. 0,20	Q. 2,40
1,00	Yarda	Plástico (polietileno)	Q. 3,00	Q. 3,00
0,50	Yarda	Cedazo (plástico)	Q. 20,00	Q. 10,00
15,00	Pies	Madera de "1 * "2 *	Q. 1,00	Q. 15,00
		TOTAL		Q. 34,30

Tabla No. 8

2.2.8.- Propuesta de Pozo de Absorción o Sumidero

Consiste simplemente en un agujero, generalmente cilíndrico, excavado en el suelo a suficiente profundidad y con dimensiones requeridas, que permita que el afluente proveniente de cajas trampa de grasas, letrinas, fosas sépticas, etc. se infiltre en el suelo.

No debe usarse donde peligre la pureza de las aguas subterráneas, ni donde puedan usarse zanjas de filtración

adecuadas al sistema, se debe usar cuando los suelos son permeables o semipermeables.

Si el suelo es impermeable, las heces y la orina sufren una descomposición anaeróbica similar a la que se produce en una fosa séptica. Los lodos, que se reducen a una cuarta parte aproximadamente del volumen de las excretas depositadas, se acumulan en el depósito y deben retirarse periódicamente.

La salida debe ir dirigida a una zanja de absorción.

La altura entre el fondo del pozo y la capa freática debe ser mayor de 4 pies (1.20 m.) y los diámetros usados en Guatemala varían de 0.90 m. a 1.25 m.

a) Componentes:

- Brocal

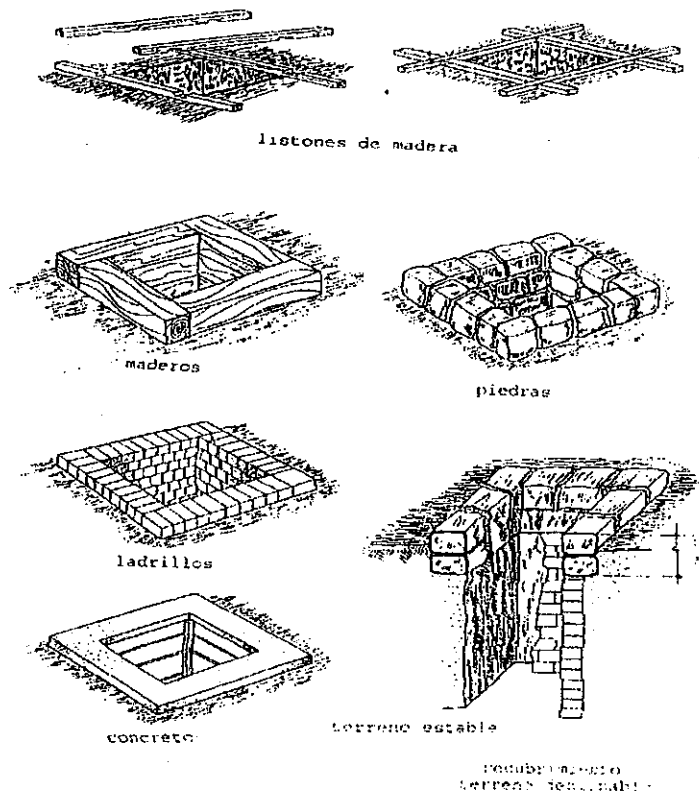


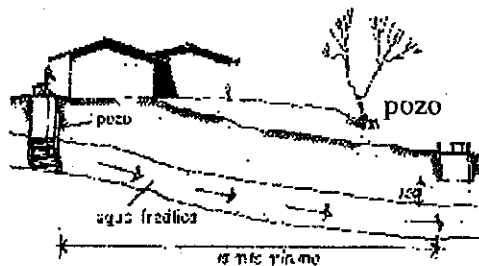
Figura No. 24

- Tapadera resistente de concreto con agarrador.
- Tubo de ventilación
- Sifón
- Canal guía.

b) Construcción del pozo propuesto:

1. Suelos permeables y semipermeables:

- Se excava con una profundidad que permita que el agua se filtre en el suelo, se recomienda no menor de 3 m. y que toque un lecho arenoso.
- Se puede utilizar donde no contamine las aguas subterráneas.
- La altura entre el fondo del pozo y la capa freática debe ser mayor de 1.50 m.



En el caso de terrenos ubicados en laderas, la letrina se localizará ABAJO del lugar donde se encuentra la fuente de suministro de agua.

Figura No. 25

- Se deben hacer pruebas para determinar la absorción del suelo.
- Las paredes deben dejarse con talud, para evitar que la tierra no se desborone con el tiempo.
- El brocal hará más resistente las orillas y brindará mayor protección y seguridad.
- La tapadera evitará que caigan objetos, animales o personas dentro del pozo.

- El tubo de ventilación servirá para que no existan malos olores.
- El sifón evitará que retornen los gases y malos olores a la letrina o caja trampa de grasas, según para lo que se use.
- La piedra que tiene en el fondo evitará que exista socavación.
- EL canal guía evitará que el agua dañe las paredes y que se debiliten por lo mismo.

2. Suelos impermeables:

- Si el suelo no deja que el agua se filtre, estará trabajando como un POZO ANEGADO.
- El agua se debe de conducir por medio de tubería de PVC.
- Las heces y la orina tendrán una descomposición anaeróbica, parecida a la de una fosa séptica; y los lodos se reducirán en una cuarta parte de las excretas que se depositen, quedándose en el fondo y se tendrán que sacar cada cierto tiempo.
- Por lo desagradable que es evacuar este tipo de desechos, también se tiene la opción de cambiar por completo de pozo y excavarlo cerca del actual para no tener que cambiar la trayectoria de la tubería. Esto se hará cuando esté completamente saturado y se deberá tapar por completo, para evitar accidentes.
- Se puede dejar un rebalse a cierta altura, el cual se conducirá hacia un campo de oxidación o zanjas de absorción.
- Se debe tener cuidado que no se vayan las natas que se forman en la superficie del agua al campo de oxidación.
- Este campo de oxidación formará la base para un huerto, donde se sembrarán árboles frutales o cereales, los nutrientes necesarios para este cultivo serán suministrados por los nutrientes contenidos en el afluyente del pozo anegado.
- Esta agua no debe ser consumida por personas ni animales.
- El nivel de agua en el pozo deberá revisarse semanalmente para evitar llenado perjudicial.



Fotografía No. 26

c) Mantenimiento:

El mantenimiento que se le debe de dar al pozo es mínimo, ya que solo se debe de limpiar exteriormente de basura, plantas vegetales, principalmente de raíces de árboles, que podrían dañar la tapadera o las paredes del pozo.

Cuando el pozo se llene, se debe sellar completamente y hacer uno nuevo, no tan cerca de éste, ya que el terreno podría estar húmedo y débil.

Cambio de foso.
Se puede utilizar la tierra
que se excavó del nuevo.

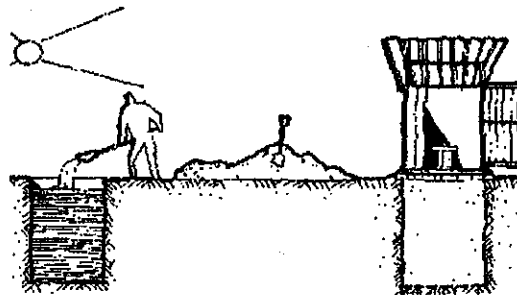


Figura No. 27

e) Presupuesto:

El costo de un pozo de absorción puede variar, dependiendo del material con que se construya el brocal y de la profundidad del mismo. Se recomienda que la excavación se efectúe por grupos, para que no haya que pagar mano de obra y sea más rápida.

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
1,00	Sacos	Cemento	Q. 25,00	Q. 25,00
0,50	m ³	Arena	Q. 20,00	Q. 10,00
0,50	m ³	Piedrín	Q. 30,00	Q. 15,00
1,00	m ³	Piedra	Q. 35,00	Q. 35,00
1,00	Varillas	Hierro R. L. de Ø 1/4	Q. 4,50	Q. 4,50
1,00	U	Tubo PVC de Ø "3	Q. 43,00	Q. 43,00
3	U	Codo PVC a 90° Ø "3	Q. 8,55	Q. 25,65
1	U	Sifón PVC Ø "3	Q. 35,00	Q. 35,00
TOTAL			Q. 193,15	

Tabla No. 9

2.2.9.- Propuesta de Letrina Abonera Seca Familiar, Modelo A

a) Características:

- No hay problema de contaminación de agua de los pozos.
- Se obtiene abono orgánico y líquido.
- El ciclo de secado del excremento es más rápido que el de una LASF tradicional, debido al tubo de ventilación que se colocó.
- Las tapaderas de las cámaras están inclinadas para evitar que el excremento líquido se salga por las uniones de las compuertas, como suele ocurrir en las tradicionales.
- No utiliza taza de letrina, sino que la última grada sirve para sentarse, esto la hace más económica.
- Las gradas son estables y brindan seguridad.

- Por su altura, se evita que los insectos y animales penetren fácilmente.
- Incluye un mingitorio para evitar que la orina se mezcle con las heces fecales.
- La taza tiene un colector de orina, que se canaliza junto con el tubo del mingitorio.
- Posee un tubo de ventilación exterior, vertical, para que los gases y malos olores salgan.

b) Construcción:

- Se construye del suelo, hacia arriba, donde el terreno es rocoso o donde el manto freático está alto.
- Se puede construir de piedra, block, ladrillo y concreto reforzado.
- Las lozas para cubrir las cámaras deben ser de concreto reforzado.
- El piso debe ser de un material que no permita que se filtren los líquidos.
- El tubo que ventila las cámaras debe quedar a favor del viento, para que entre, circule y seque el excremento.
- Los tubos de ventilación deben tener cedazo, para evitar que los insectos penetren en las cámaras.
- Las gradas y las cámaras donde se recolecta el excremento, pueden ser de piedra, block o ladrillo.
- La caseta puede construirse de cualquier material simple que sea duradero.
- Las medidas del sistema no afectan el funcionamiento; es decir, que se pueden incrementar proporcionalmente, si se desea.

c) Mantenimiento:

- El mantenimiento se debe hacer igual que el de una LASF tradicional.

- El agujero de la cámara que no está en uso, se debe mantener sellado.
- Se debe colocar una capa de 10 a 20 cm. de espesor de hojas secas o estiércol seco de caballo. Esto ayudará a absorber orina.
- El agujero donde se sientan las personas debe tener tapadera, para evitar que los insectos penetren en las cámaras.

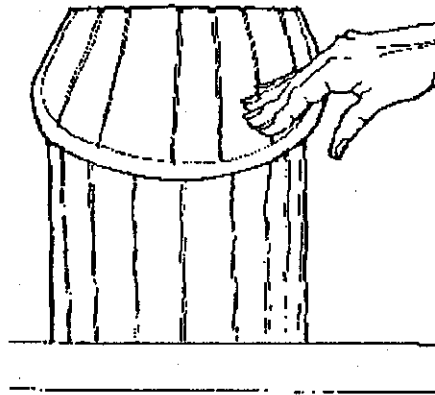


Figura No. 28

- Una o dos veces por semana remover o compactar la masa contenida en la cámara.

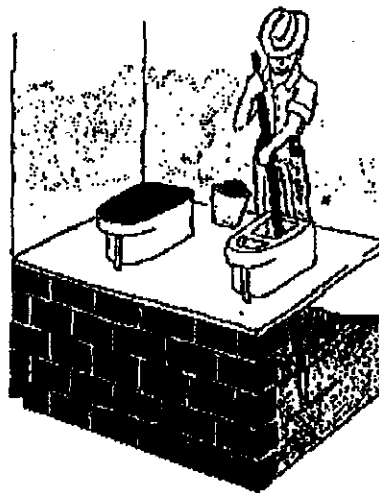


Figura No. 29

- No permitir que el material que está dentro de la letrina se haga líquido o lodo, si esto ocurre echar más ceniza o tierra seca con cal.
- Faltando unos 10 cm. para que se llena la cámara, se debe sellar el agujero, llenando lo que falta con ceniza o con tierra seca, hasta que esté completamente seco el excremento y se pueda utilizar como abono.
- Aproximadamente a los 6 u 8 meses de haberse sellado sacar el contenido de la cámara para su nuevo uso. (ABONO).



Figura No. 30

- Los excrementos se deben sacar con una pala o un cucharón fabricado con un bote y un palo.
- La forma de extraer los excrementos podría provocar algún tipo de problema.
- La tapadera inclinada tiene que quedar bien colocada para evitar que el agua de lluvia entre en las cámaras.

e) Presupuesto:

Es un aproximado de los materiales y costos, ya que es un diseño no construido.

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
4,00	Sacos	Cemento	Q. 25,00	Q. 100,00
0,50	m ³	Arena	Q. 20,00	Q. 10,00
0,50	m ³	Piedrín	Q. 30,00	Q. 15,00
0,50	m ³	Piedra	Q. 35,00	Q. 17,50
4,00	Varillas	Hierro R. L. de Ø 1/4	Q. 4,50	Q. 18,00
60,00	U	Block	Q. 1,60	Q. 96,00
3,00	U	Lam. acanalada de '4	Q. 20,00	Q. 60,00
0,50	U	Tubo PVC de Ø "2 de 6m	Q. 29,15	Q. 14,58
5,00	mts	Poliducto de Ø "3/4	Q. 1,50	Q. 7,50
1,00	U	Tambo plástico	Q. 25,00	Q. 25,00
		Otros	Q. 36,42	Q. 36,42
		TOTAL		Q. 400,00

Tabla No. 10

2.2.10.- Propuesta de Letrina Abonera Seca Familiar, Modelo B

a) Características:

Las características son iguales al modelo A, con la diferencia, de que utiliza una taza de letrina tradicional, la cual es más cómoda y amplia.

- El mantenimiento es completamente igual al del modelo A.
- Cuando se llena una cámara, se debe trasladar la taza hacia el otro agujero, y se debe sellar por completo el utilizado.
- Su costo es más elevado que el de una tradicional y que del modelo A, por sus dimensiones y por la taza.

b) Presupuesto:

Al igual que al anterior, es un aproximado, ya que no se ha construido:

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
4,50	Sacos	Cemento	Q. 25,00	Q. 112,50
0,60	m ³	Arena	Q. 20,00	Q. 12,00
0,60	m ³	Piedrín	Q. 25,00	Q. 15,00
0,75	m ³	Piedra	Q. 30,00	Q. 22,50
4,00	Varillas	Hierro R. L. de Ø 1/4	Q. 4,50	Q. 18,00
75,00	U	Block	Q. 1,60	Q. 120,00
3,00	U	Lam. de zinc de '4	Q. 20,00	Q. 60,00
0,67	U	Tubo PVC Ø '6 de 6 m.	Q. 29,15	Q. 19,53
5	mts	Poliducto de Ø "3/4	Q. 1,50	Q. 7,50
1	U	Tambo de 5 gln.	Q. 25,00	Q. 25,00
		Otros	Q. 41,20	Q. 41,20
		TOTAL		Q. 453,23

Tabla No. 11

2.2.11.- Propuesta de Letrina Abonera Seca Familiar, Modelo C

a) Características:

- Esta letrina ha sido diseñada para tratar en su interior los desechos humanos y la basura orgánica que se produce en las viviendas, transformándolos en un mejorador de suelos, (ABONO).
- La capacidad de las cámaras es mayor.
- Posee dos cámaras y cada una tiene una entrada de aire y un tubo de extracción para el constante movimiento de aire. Con esto se facilita la descomposición orgánica y se evitan los malos olores.
- Cada cámara de la letrina se divide en dos partes, una con el piso inclinado y otra con el piso horizontal. En la inclinada se depositan los desechos humanos y la basura orgánica, que al combinarse, inician su transformación en abono y se desliza hacia la parte inferior donde termina el proceso (que dura aproximadamente un año), y de la que se extrae el abono.

- No se requiere agua para desalojar los desechos humanos, con lo que se tiene un ahorro de hasta el 45% del consumo diario en el hogar.
- Al no utilizar agua, no contamina el suelo alrededor de la casa, ni las aguas subterráneas.
- Tiene capacidad para tratar los desechos de 6 personas, pero si se requiere, se puede aumentar las medidas proporcionalmente, según el número de personas.

b) Construcción:

- Se recomienda ubicarla en la fachada sur de la casa, para asegurar un eficaz asoleamiento hacia el tubo ventilador y para elevar la temperatura interior de la cámara.
- Como no produce malos olores, puede estar cerca de la casa, o formar parte de ella, siempre y cuando las tapaderas de las cámaras estén afuera de ella.
- Cuando se tenga un terreno rocoso, o bien el manto freático esté alto, se recomienda levantar el piso del baño y poner escalones al frente de la letrina.
- Se coloca el cimiento cuando sea necesario y se hará con un mortero de proporción 1:5 (una parte de cemento por 5 de arena); si se decide poner suelo de cemento, la mezcla tendrá una proporción 1:10 (un tanto de cemento por 10 de tierra, sin semillas, ni raíces y un mínimo de agua), y se apisonará debidamente.
- Una vez fraguado el cimiento o compactado el suelo cemento, puede iniciarse el levantado de los muros, que pueden construirse con los materiales que haya en la región.
- Luego se colocan las tapaderas, después de haber puesto una capa de hojas secas o estiércol de caballo seco en el fondo. Las planchas deberán quedar debidamente selladas para evitar filtraciones de agua al interior del sanitario.

- Luego se construye la caseta, utilizando los materiales de la región para reducir costos.
- Algunos detalles de diseño y de construcción se pueden cambiar, dependiendo de las necesidades y posibilidades del interesado.

c) Mantenimiento:

- Su mantenimiento es parecido al del modelo A.
- La basura orgánica se deberá colocar donde se depositan los excrementos humanos.
- No se deben introducir latas, metales, medicinas, vidrios, detergentes, plásticos, piedras, madera gruesa o cualquier otro material que no se descomponga orgánicamente.

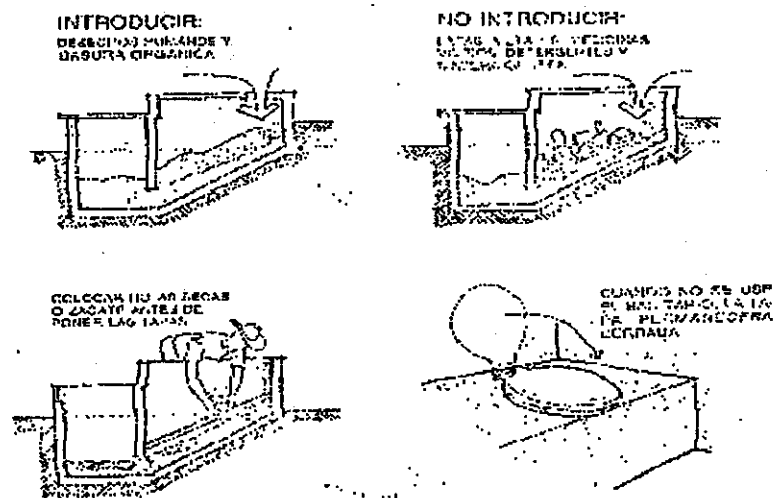


Figura No. 31

- Después de algunos meses en operación, la temperatura de la descomposición de los desechos en su interior es tan alta, que mata los insectos que pudieran estar en la basura al arrojarse.
- La cantidad de basura que debe arrojarse, en capas alternadas, será aproximadamente de 5 veces con relación a la cantidad de material fecal.

- El abono debe de extraerse cada año.

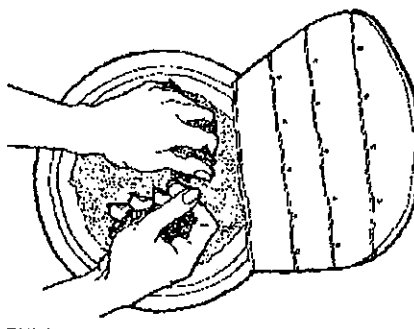


Figura No. 32

d) Presupuesto:

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
5,00	Sacos	Cemento	Q. 25,00	Q. 125,00
0,70	m ³	Arena	Q. 20,00	Q. 14,00
0,70	m ³	Piedrín	Q. 25,00	Q. 17,50
0,25	m ³	Piedra	Q. 35,00	Q. 8,75
6,00	Varillas	Hierro R. L. de Ø 1/4	Q. 4,50	Q. 27,00
85,00	U	Block	Q. 1,60	Q. 136,00
3,00	U	Láminas de zinc de '4	Q. 20,00	Q. 60,00
0,33	U	Tubo PVC Ø '2 de 6m.	Q. 29,15	Q. 9,62
5	mts	Poliducto de Ø '3/4	Q. 1,50	Q. 7,50
1	U	Tambo plástico de 5 gln.	Q. 25,00	Q. 25,00
		Otros	Q. 43,03	Q. 43,03
TOTAL			Q. 473,40	

Tabla No. 12

2.2.12- Propuesta de Letrina Abonera Seca Familiar, Modelo D

a) Características:

- La única diferencia que se marca con el modelo C, es que ésta tiene una taza que separa las heces de la orina, para facilitar el secado del excremento.

- Tanto el modelo C, como el D, poseen un mingitorio para que lo utilicen los hombres y la orina se colecta en un tambo plástico.
- Al igual que en el modelo A y B, en los modelos C y D deben colocarse muy bien las tapaderas exteriores de las cámaras, para evitar que el agua penetre y se mezcle con el abono.

b) Construcción:

- Es igual a la del modelo anterior, solo que en ésta las dos planchas van al mismo nivel y tiene taza de letrina.

c) Mantenimiento:

- Es exactamente igual al del modelo C.
- Se debe trasladar la taza de la cámara que se llene hacia el otro agujero y sellar el utilizado.

d) Presupuesto:

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
5,50	Sacos	Cemento	Q. 25,00	Q. 137,50
0,75	m ³	Arena	Q. 20,00	Q. 15,00
0,75	m ³	Piedrín	Q. 25,00	Q. 18,75
0,25	m ³	Piedra	Q. 30,00	Q. 7,50
6,00	Varillas	Hierro R. L. de Ø 1/4	Q. 4,50	Q. 27,00
95,00	U	Block	Q. 1,60	Q. 152,00
3,00	U	Láminas	Q. 20,00	Q. 60,00
0,33	U	Tubo PVC Ø '2 de 6m	Q. 29,15	Q. 9,62
5	mts	Poliducto de Ø "3/4	Q. 1,50	Q. 7,50
1	U	Tambo de 5 gln.	Q. 25,00	Q. 25,00
		Otros	Q. 45,00	Q. 50,00
TOTAL			Q. 509,87	

Tabla No. 13

2.2.13.- Propuesta de Letrina Abonera Seca Familiar, Modelo E

a) Características:

- Este modelo es una combinación de los cuatro anteriores, tomando en cuenta sus mejores características.
- Se pueden introducir desechos humanos y basura orgánica solamente.
- Se compone de dos cámaras, utilizando solamente una hasta que se llene.
- La parte inclinada de la cámara sirve para que resbalen fácilmente los desechos sólidos y se acumulen cerca de la tapadera de evacuación.
- Tiene un mingitorio. La taza que se utiliza para sentarse, tiene un colector de orina, que desemboca en un recipiente plástico, para luego convertir esta orina en un abono líquido, mezclado con agua.
- Posee un tubo de ventilación de entrada y otro de salida
- En la última grada se colocan las tapaderas de las cámaras y por allí se extrae el abono.

b) Construcción:

- La localización y la construcción es parecida a las anteriores.
- Se puede construir al nivel del piso o excavar, dependiendo de las necesidades de la comunidad.
- En lugares donde es muy frecuente la lluvia, se puede construir la caseta más grande, tratando de que las tapaderas queden adentro y así se evitará que el agua de la lluvia penetre en las cámaras.
- Si la caseta cubre las tapaderas de las cámaras, se recomienda hacer la puerta de la caseta lo más grande posible, para que no cueste evacuar el abono cuando ya esté seco.

- Si se desea se puede tabicar la caseta, colocar dos tazas y dos mingitorios, con el fin de sellar por completo una cámara y evitar accidentes. Su costo será más elevado, pero no habrá necesidad de estar moviendo la taza ni el mingitorio de su lugar.
- Se recomienda hacer elevada la caseta en lugares donde llueve mucho, o donde el manto freático es elevado.

c) Mantenimiento:

- El mantenimiento de esta letrina es igual al del modelo C.
- Si se colocan dos tazas, no habrá necesidad de trasladarla cuando las cámaras se llenen.
- A la hora de que se deje de utilizar una cámara se debe cerrar por completo la puerta de la letrina, para evitar accidentes.
- No se le debe dar otro uso a la caseta, como por ejemplo: bodega, gallinero, etc..

d) Presupuesto:

Se presenta un cuadro descriptivo:

CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U	COSTO T
4,00	Sacos	Cemento	Q. 25,00	Q. 100,00
0,50	m ³	Arena	Q. 20,00	Q. 10,00
0,50	m ³	Piedrín	Q. 25,00	Q. 12,50
0,50	m ³	Piedra	Q. 30,00	Q. 15,00
4,00	Varillas	Hierro R. L. de Ø 1/4	Q. 4,50	Q. 18,00
45,00	U	Block	Q. 1,60	Q. 72,00
3,00	U	Láminas	Q. 20,00	Q. 60,00
0,5	U	Tubo PVC Ø '2 de 6m.	Q. 29,15	Q. 14,58
5	mts	Poliducto de Ø "3/4	Q. 1,50	Q. 7,50
1	U	Tambo de 5 gln.	Q. 25,00	Q. 25,00
		Otros	Q. 33,42	Q. 33,42
TOTAL			Q. 368,00	

Tabla No. 14

2.3.- CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS PILOTO

2.3.1.- Construcción en Aldeas Unidas, Malacatancito, Huehuetenango

Teniendo los diseños, se procedió a construir los sistemas de saneamiento ambiental piloto. Se escogieron tres comunidades para construir, por sus características y por el fuerte apoyo que se logró por parte de los habitantes, estas comunidades son: Llano de las Tejas, Piache y Chocal.

Los recursos que se utilizaron para construir fueron:

- Materiales existentes en las comunidades.
- Materiales donados por la institución.
- Herramientas de la institución, de la comunidad y del epesista.
- Vehículo del epesista, para transportar herramienta, materiales y personal.

2.3.1.1.- Construcción en Aldea Llano de las Tejas

a) Sistema de Saneamiento ambiental compuesto

Esta comunidad se seleccionó para construir un sistema compuesto, ya que cuenta con varias casas donde tienen letrinas lavables, fabricadas por las mismas personas, pero que presentan algunos problemas que se mencionaron en el capítulo 2.

El sistema se construyó en una casa donde cuentan con pozo propio de agua, bomba eléctrica, pila, ducha y letrina lavable. y El agua sucia, la utilizan para regar plantas.

Los componentes del sistema que se construyó fueron los siguientes:

- Pila (Ya se contaba con este recurso).
- Caja Colectora, construida con ladrillo y cemento.
- Caja trampa de sólidos y de grasas, construida con el molde.
- Depósito para recolectar agua que servirá para limpiar la letrina, construido con el molde que se utiliza para hacer la caja trampa de grasas y sólidos.
- Taza de letrina, construida con un molde tradicional.
- Caseta de letrina, se utilizó y se reacondicionó la que utilizaban anteriormente los propietarios de la casa.
- Ducha, se utilizó la que tenían.
- Eliminador de detergente, construido con ladrillo y arena.
- Canales de riego, excavados en medio de plantaciones de café y árboles de naranja que tienen.
- Sumidero reacondicionado para servicio de este sistema.
- Depósito de agua, construido de adobe y ladrillo, para recolectar agua que se saca del pozo para utilizarse en la pila y en la ducha.

2.3.1.2.- Construcción en Aldea Piache

a) En esta comunidad se construyó un **Sistema de saneamiento Ambiental Simple**, que tiene lo necesario para aprovechar el agua y lavar una letrina no tradicional de cierre hidráulico.

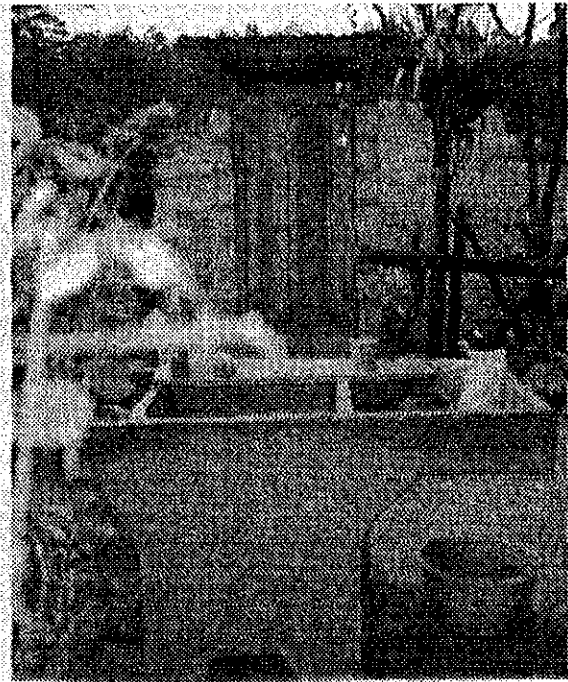
El sistema consta de:

- Pila, (Recurso de las personas).
- Canal, construido con cemento, arena y piedra laja.
- Caja trampa de sólidos y de grasas, construida con arena, cemento y el molde diseñado para este fin.
- Taza de letrina, construida con arena y un molde tradicional



Fotografía No. 33

- Caseta, construida con block, arena, cemento, piedra en el cimientto, techo de lámina y puerta de madera.



Fotografía No. 34

- Sumidero excavado de 5 mts. de profundidad, brocal de piedra laja y tapadera de arena y cemento.

2.3.1.3.- Construcción en Aldea Chocal

En esta comunidad se trabajó en tres hogares y se construyeron zanjas de absorción hechas de piedra laja, ya que el manto freático está demasiado alto y los sumideros luego se llenan de agua, al igual que las letrinas de pozo ciego o tradicionales; es por ello que se recomendó que se hicieran letrinas aboneras secas familiares.

Los sistemas construidos fueron:

- a) Cajas trampa de grasas y sólidos.
- b) Zanjas de absorción hechas de piedra laja.
- c) Canales de riego.

2.4.- EVALUACIÓN DE SISTEMAS PILOTO CONSTRUIDOS

A continuación se mencionan los resultados obtenidos de la evaluación realizada, durante un período de dos años, a los sistemas de Saneamiento Ambiental construidos.

2.4.1.- Sistema de Saneamiento Ambiental, Simple

- Este sistema es práctico y de fácil uso, ya que lo utilizaron personas de distintas edades, las cuales se mostraron satisfechas por el servicio que prestó el sistema en general.
- El canal construido, que une la pila con la caja trampa de grasas y sólidos, deja escapar agua por los bordes, ya que el agua baja de la pila con velocidad. Además por conducir agua servida, se impregna la grasa en las paredes del canal, por lo tanto, puede ser un foco de contaminación si no se limpia con frecuencia. Se recomienda limpiar este canal por lo menos una

ves a la semana y si es posible, cambiarlo por una caja tapada, que recolecte el agua de la pila o lavadero.



Fotografía No. 35

- Es seguro, porque no hay riesgo de que las personas se lastimen o de que los niños se vayan en la taza; además es bastante sólido y estable.
- No se detectaron malos olores en la caseta, ni en el sumidero, por la eficiente ventilación que tiene.
- No se encontraron insectos dentro de la caseta ni en la taza.
- Se detectó, que algunas veces, los excrementos se quedaron depositados dentro de la taza, pero es debido a que las personas no se lavan las manos después de utilizar la letrina, por lo que es necesario hacerlo y con suficiente agua, para provocar una buena corriente, que arrastre los sólidos; de no hacerlo así, se puede vaciar agua directamente en la taza.

2.4.2.- Sistema de Saneamiento Ambiental, Compuesto

- Con este sistema se aprovecha al máximo el agua que se utiliza en las pilas y de las regaderas, por lo tanto debe utilizarse donde el agua es escasa y los recursos económicos son bajos.
- La caja que recolecta el agua de la pila, funciona perfectamente bien, no deja escapar el agua, ni que se salpique y además funciona como un primer filtro, en ella se quedan algunos residuos de comida y de sólidos, Por lo que se recomienda limpiarla semanalmente y mantenerla bien tapada.
- El depósito de agua, que se utiliza para limpiar la letrina de una sola descarga, hace que los excrementos se evacúen rápidamente, pero presentó dos problemas: UNO: el Sapito o válvula sanitaria que tapa el agujero de salida, deja escapar un poco de agua. DOS: La forma de sujetar el Sapito sanitario, no es muy segura, ya que en ocasiones se safa. Pero ninguno de los dos problemas mencionados son importantes.
- El eliminador de espuma de detergente funcionó adecuadamente, ya que el agua se utilizó para regar cafetales y árboles frutales, no habiendo presencia de espuma.

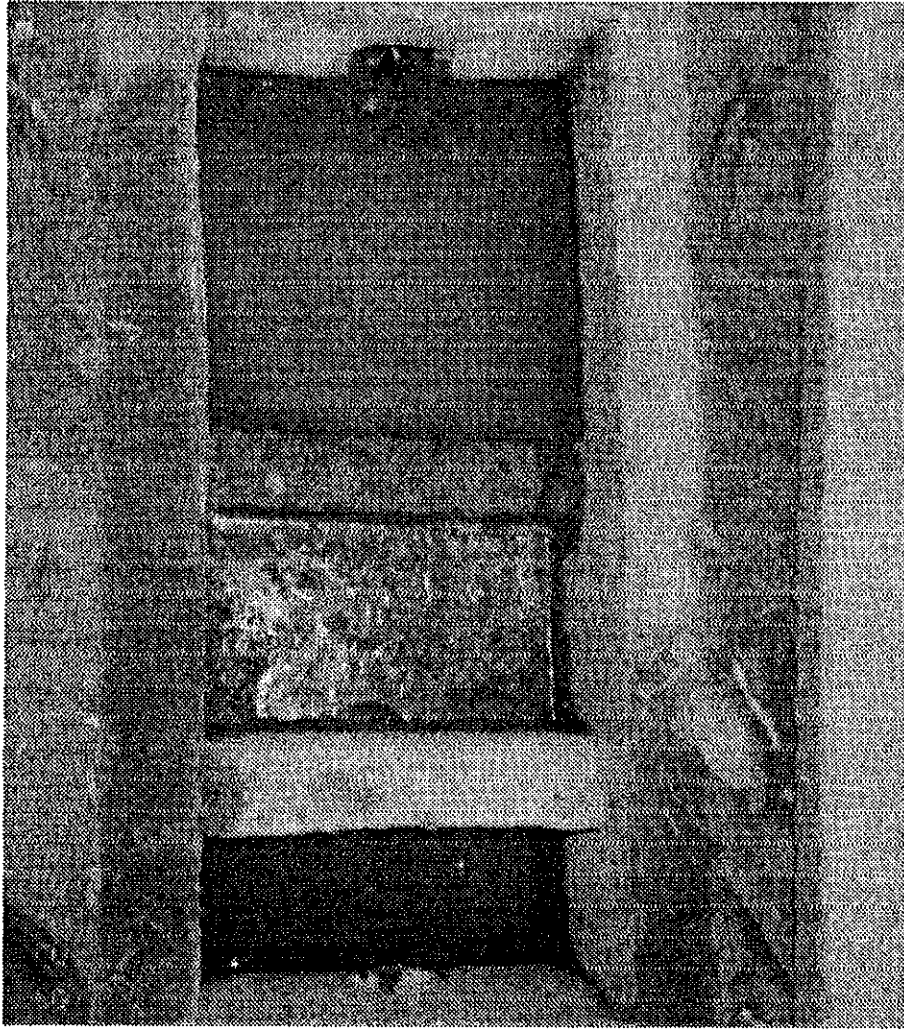


Fotografía No. 36

- El sumidero que se utilizó en este sistema, provocó algunos problemas, como el aumento de consumo de agua, ya que los dueños de la casa, dejan que sus vecinos utilicen la pila para lavar su ropa y trastos de cocina, aumentando el gasto de agua, para evacuar. El problema disminuyó, cuando se les aconsejó que no utilizaran tantas personas el sistema, ya que está diseñado para una sola familia.

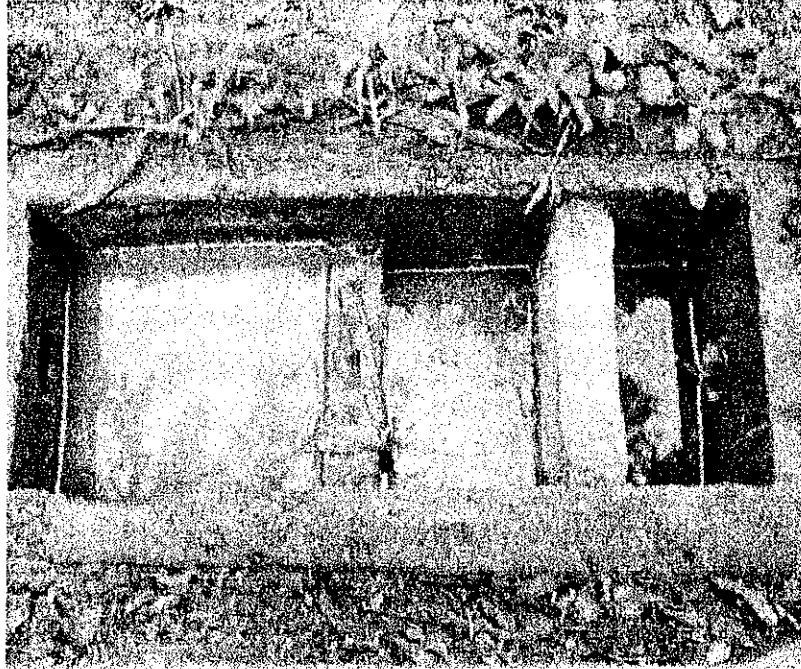
2.4.3.- Caja Trampa de Grasas Y Sólidos

- Es el sistema que ha brindado los mejores resultados por la eficiencia con que retiene los desechos sólidos y de las grasas, pudiéndose utilizar el agua para otros fines como: limpieza de letrinas lavables, regar plantaciones, etc.
- Esta caja evita que los sumideros se llenen rápidamente, debido a que retiene las grasas y los sólidos, que forman una pasta que obstruye e impermeabiliza los poros de la tierra.
- El molde que se utiliza para su construcción, ayuda a que las medidas y proporciones de la caja no se pierdan, haciendo más fácil la construcción y supervisión en proyectos grandes, como los que realiza CARE.
- El mantenimiento es esencial en el funcionamiento de esta caja, por lo cual es necesario hacerlo cada quince días como mínimo y evitar que el sol le de directamente para que la grasa no se diluya con el calor y tape las paredes de los sumideros.
- En la fotografía siguiente se puede observar claramente el funcionamiento de la caja, por medio del color del agua. Lechoso, en el primer compartimiento, donde el agua contiene sólidos reposados en el fondo, grasa y detergentes combinados; en el segundo compartimiento, se puede observar la presencia de la grasa y del detergente que están flotando, además de algunas natas; y en el tercer compartimiento el agua se ve completamente azul, debido a la ausencia de sólidos, grasas y detergentes. Esta caja se encuentra construida en Piache y la familia que la utiliza la limpia semanalmente.



Fotografía No. 37

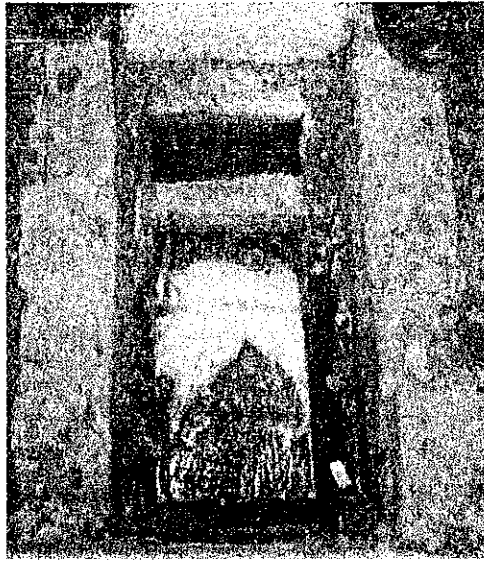
En la fotografía No. 38 se puede observar que el agua no está limpia, como en la fotografía No. 37, debido a que la limpieza se hace cada quince días. El agua que sale, no tiene presencia de sólidos, grasas, ni espuma detergente.



Esta caja se limpió cada 15 días.
Hay presencia de vegetales

Fotografía No. 38

- Se deben limpiar los alrededores de la caja, para evitar que vegetales se vayan dentro, como se observa en la fotografía No. 38, o que las raíces dañen la estructura de la caja.
- Cuando el flujo de agua es mucho, la caja logra quitar los sólidos y las grasas, pero no toda la espuma de los detergentes. Como puede observarse en la fotografía No. 39. La limpieza se efectuó cada 20 días.



Fotografía No. 39

- Cuando la caja se ha dejado de limpiar por más de un mes, se satura completamente de sólidos(fotografía No. 40), grasas, natas y detergentes, provocando mal olor, mal aspecto y el agua que sale de ella arrastra pequeños residuos hacia los demás sistemas.



Fotografía No. 40

2.4.4.- Eliminador de Espuma de Detergente

- Éste demostró su capacidad de eliminar en gran parte la espuma de detergentes y jabón que contiene el agua proveniente de pilas y lavaderos.
- Se pudo constatar, durante el tiempo de observación, que el mantenimiento se debe hacer cada tres días, debido a que se forma espuma bastante rápido.
- Si se desean utilizar aguas provenientes de cocinas, se deberá colocar una caja-trampa de grasas y sólidos, antes de pasar por un eliminador de espuma de detergente, para evitar que funcione como filtro y se llene de residuos y grasas.
- Se debe cambiar la arena y la piedra cada seis meses, utilizando materiales sumamente porosos, como por ejemplo; piedra pómez o piedra volcánica.

2.4.5.- Canal Conductor de Agua, hecho de piedra laja y barro

- Este canal condujo el agua sin presentar ningún problema. Se recomienda construirlo en comunidades donde los recursos económicos son demasiado bajos, o el acceso es difícil, por lo fácil que es construirlos y lo beneficioso que son, para evitar contaminación del medio ambiente.
- El final de este canal se convierte en zanja de absorción; por lo cual se evita que el agua corra a flor de tierra, como pasa en muchas casas donde no tienen ningún conocimiento de lo perjudicial que es esto para la salud.

2.4.6.- Zanjas de Absorción

- Prácticamente, es lo mismo que el canal conductor, solo que ésta si deja que el agua se infiltre en la tierra, por medio de aberturas.

- Se recomienda construirlas en los lugares donde el nivel freático está muy alto, en lugares rocosos, arenosos o donde no se puedan construir sumideros.

2.4.7.- Pozo de Absorción o Sumidero

- El pozo demostró su efectividad durante un año, evacuándole agua con detergentes, aguas negras y sin grasas y sólidos de comida.
- El tubo de ventilación funciona perfectamente bien, ya que no se detectó presencia de malos olores en los alrededores.
- Cuando el flujo de agua es demasiado, comparado con la capacidad de permeabilidad del suelo, el pozo no es capaz de evacuar por completo el agua y tiende a rebalsarse.
- No debe construirse donde el manto freático está demasiado cerca de la superficie de la tierra, para evitar que se contamine.
- La tapadera debe estar siempre bien colocada y sellada, para evitar accidentes.
- El brocal hecho de piedra le da mucha fortaleza a las paredes y evita que se desmoronen.



Fotografía No. 41

- El tubo de ventilación se debe colocar con algún refuerzo, para evitar que se quiebre.



Fotografía No. 42

CONCLUSIONES

1. El trabajo realizado durante la fase de investigación y servicio técnico profesional, dio un panorama amplio de la realidad en que viven muchos Guatemaltecos en el área rural, ya que carecen de educación sanitaria y de servicios básicos, como: agua potable, sistemas de disposición de excretas y aguas servidas. Carecen de escuelas, centros de salud, transporte, medios de comunicación y vías de acceso.
2. De acuerdo al diagnóstico realizado a los sistemas de saneamiento ambiental, construidos por CARE, en las comunidades objeto de estudio, se determinó que su funcionamiento es deficiente y no brindan los resultados deseados, por las siguientes razones: defectos en la construcción, falta de capacitación y de seguimiento en cuanto a los programas de uso y mantenimiento que brinda la institución CARE.
3. Una de las causas principales por las cuales los pozos de absorción o sumideros, de los sistemas de saneamiento ambiental construidos por la institución CARE, tuvieron una vida útil corta (1 mes), se debió a que las grasas y sólidos arrastrados por las aguas servidas, caían directamente dentro del sumidero, formando una capa impermeable en las paredes y piso del mismo; esta situación se resolvió por medio de la incorporación al sistema de una caja trampa de grasas y sólidos, cuya función principal es retener las grasas y los sólidos, evitando que éstos lleguen directamente al sumidero.
4. El agua es un recurso bastante escaso en las comunidades donde se desarrolló la investigación. Es por ello que se propusieron 2 sistemas de saneamiento ambiental, donde se aprovecha el agua al máximo, adecuándose a las necesidades de las personas como: lavado de ropa, utensilios, comida, riego de pastos, flores, árboles frutales y la evacuación de excretas por medio de una letrina lavable hacia un sumidero ventilado.

5. Los sistemas piloto de evacuación de agua residual simple y compuesto, construidos en las comunidades de Llano de las Tejas y Piache, fueron evaluados durante 1 año, con respecto a su uso y funcionamiento, los cuales demostraron durante este período tener una eficiencia del 95%; ya que se pudo comprobar que el agua se aprovecha en su totalidad, la caja trampa de grasas y sólidos retiene por completo las grasas y sólidos, evitando que los mismos taponen los poros de la tierra, permitiendo que el pozo de absorción o sumidero ventilado infiltre toda el agua utilizada por el sistema, sin provocar malos olores y contaminación al medio ambiente.
6. El sistema que elimina del agua la espuma de detergente funciona correctamente ya que eliminó parte del detergente y un 95% de la espuma que proviene del lavado de ropa y utensilios de cocina; el agua proveniente de este eliminador se utilizó para riego de plantas de café y árboles de naranja, los cuales no demostraron ser afectados por el poco detergente que contenía el agua.

RECOMENDACIONES

A Municipalidades:

1. Apoyar a las instituciones internacionales que trabajan en proyectos sociales y de infraestructura, enfocados a personas marginadas y de escasos recursos.
2. Crear fuentes de trabajo para personas que viven en las montañas, construyendo vías de acceso y centros de servicios básicos, para promover la educación sanitaria y así mejorar el nivel de vida de las personas.

A la institución CARE:

3. Utilizar el molde propuesto para construir la caja trampa de grasas y sólidos, con el propósito de unificar las medidas y obtener un funcionamiento adecuado.
4. Construir cajas-trampa de grasas y sólidos después de las pilas o lavaderos y antes de los sumideros, con el fin de evitar que se llenen, debido a la pasta que se forma con las grasas y los sólidos, siendo ésta la causante de que se taponen los poros de la tierra.
5. Supervisar la ubicación y construcción de los sistemas de saneamiento ambiental en las comunidades beneficiadas por los proyectos de infraestructura social, así mismo promover el uso y mantenimiento de los sistemas fabricados, para evitar su deterioro.
6. Las letrinas aboneras secas familiares (LASF), encontradas en proyectos realizados por CARE en el interior de Guatemala, tienen detalles de construcción y funcionamiento que se deben mejorar como lo son: compuertas de las cámaras y el secado del

abono; por lo que se recomienda a la institución CARE, que construya los modelos propuestos un este trabajo y compruebe los resultados que éstos brinden, con el fin de mejorar sus proyectos.

7. Construir eliminadores de espuma de detergente con el fin de no contaminar la flora y la fauna, en proyectos donde se quiera utilizar el agua al máximo.
8. Construir los sistemas de saneamiento ambiental propuestos, con todos sus componentes, para obtener mejores resultados y mejorar la calidad de vida de las personas del área rural del país.
9. Construir zanjias de absorción, cajas trampa de grasas y sólidos donde el nivel freático sea alto y donde el suelo sea rocoso, para evitar focos de contaminación, al dejar que las personas evacúen el agua a flor de tierra, en ríos, barrancos, etc..

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

1. Apoyar a los alumnos que deseen hacer Ejercicio Profesional Supervisado, ya que se tiene la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera. Así mismo de compartir y vivir la realidad de muchos guatemaltecos y de colaborar con el desarrollo del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Cabrera Riepele, Ricardo Antonio**
Apuntes de Ingeniería Sanitaria. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1989.
2. **CEMAT** (Centro Mesoamericano de Estudios sobre tecnología apropiada)
Tratamiento de agua de desechos para el riego de arboles frutales y pastos. Cartillas de ecotecnicas para la vivienda autosuficiente. Cuernavaca, México.
3. **CEMAT**
Algunas alternativas domesticas al W.C. y al drenaje urbano Cuernavaca, México.
4. **CEMAT**
Cartilla para la autoconstrucción del sanitario seco BASON. Secretaria de Desarrollo Urbano y ecología. Cuernavaca, México.
5. **E. G. Wagner - J. N. Lanoix**
Evacuación de excretas en las zonas rurales y en las pequeñas comunidades. Organización Mundial de la Salud. Serie de monografías No. 39, Ginebra 1,960.
6. **Gómez, Estuardo**
Normas de diseño, especificaciones de construcción, listado de materiales, uso, operación, mantenimiento, ventajas, desventajas y planos típicos de las letrinas de hoyo seco ventilada y abonera seca familiar.(LASF) UNICEF, Guatemala, 1995.
7. **Manual de Construcción**
Letrina instalada a un Biodigestor. Proyecto Biogas UMSS GTZ, Cochamba, Bolivia 1992.
8. **Manual de Fosas Sépticas**
Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo (AID), Primera edición en español 1,975.

9. Manual de Saneamiento

Editorial Limusa S.A. México D.F. 1989.

10. Martínez Giran, Carlos Rodolfo

Letrinización en el occidente de Guatemala. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1980.

11. Merrit, frederick S.

Manual del Ingeniero Civil. Editorial Mc Graw Hill, segunda edición, tomo IV, México 1995.

12. Monge Hidalgo, José Francisco

Operación y mantenimiento de fosas sépticas. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, noviembre 1980.

13. Orofino, Enrico

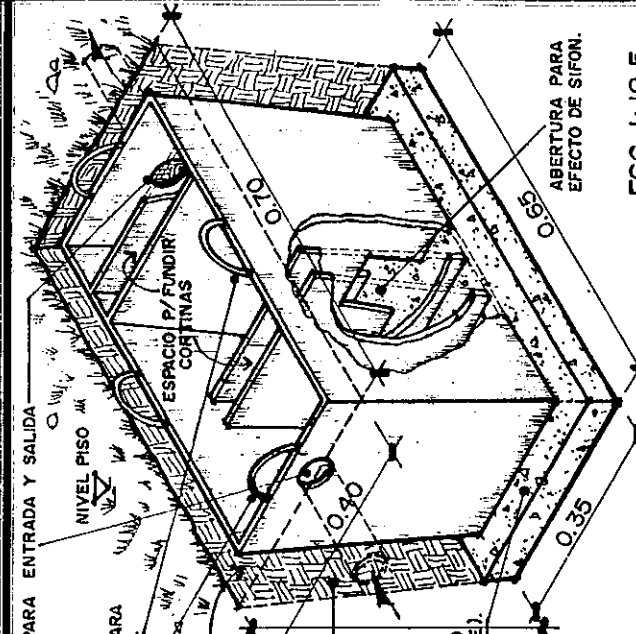
Manual para la construcción de una letrina hermética con reciclaje de los desechos orgánicos (HERBO). UNICEF, México.

14. Ramírez Saravia, Gabriel de Jesús

Sistemas de disposición de excretas y aguas servidas en lugares que carecen de alcantarillado. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1980.

ANEXOS

**PLANOS DE LOS SISTEMAS PILOTO DE SANEAMIENTO
AMBIENTAL, PROPUESTOS EN ESTE TRABAJO**

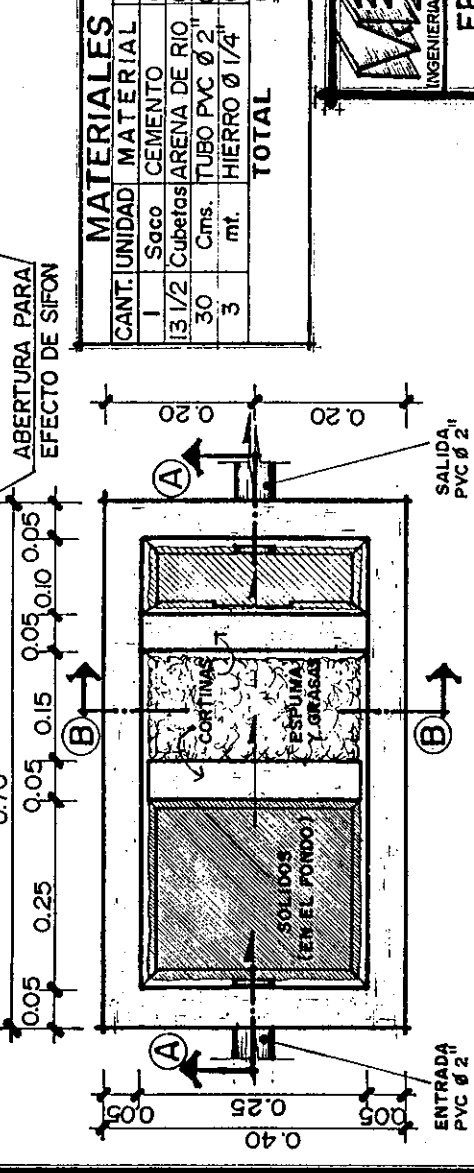
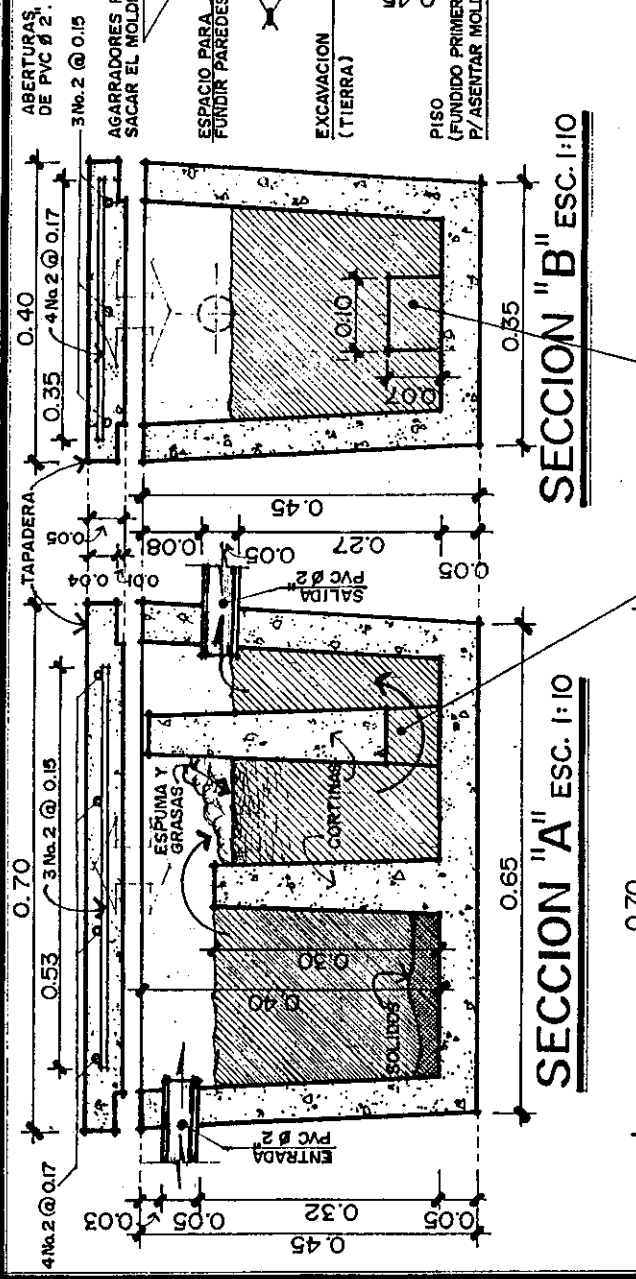


MOLDE PARA FUNDIR LA CAJA
ESC. 1:12.5

MATERIALES

CANT.	UNIDAD	MATERIAL	COSTO
1	Saco	CEMENTO	Q 25.00
13 1/2	Cubetas	ARENA DE RIO	Q 12.50
30	Cms.	TUBO PVC Ø 2"	Q 4.50
3	mt.	HIERRO Ø 1/4"	Q 4.00
TOTAL			Q 46.00

INDICACIONES
MOLDE METALICO QUE SIRVE COMO FORMALETA INTERIOR DE LA CAJA; VA CENTRADO EN LA EXCAVACION, UTILIZANDO EL SUELO COMO FORMALETA EXTERIOR, TANTO PARA LAS PAREDES COMO PARA EL PISO, EL CUAL SE FUNDE PRIMERO.
CAPACIDAD APROXIMADA = 10 GALONES.
AL MOMENTO DE FUNDIR:
1) COLOCAR TROZO DE MADERA QUE EVITE QUE SE CIERRE LA ABERTURA PARA EFECTO DE SIFON.
2) DEJAR AGUJEROS PARA LA ENTRADA Y SALIDA DEL TUBO PVC.



PLANTA ESC. 1:10

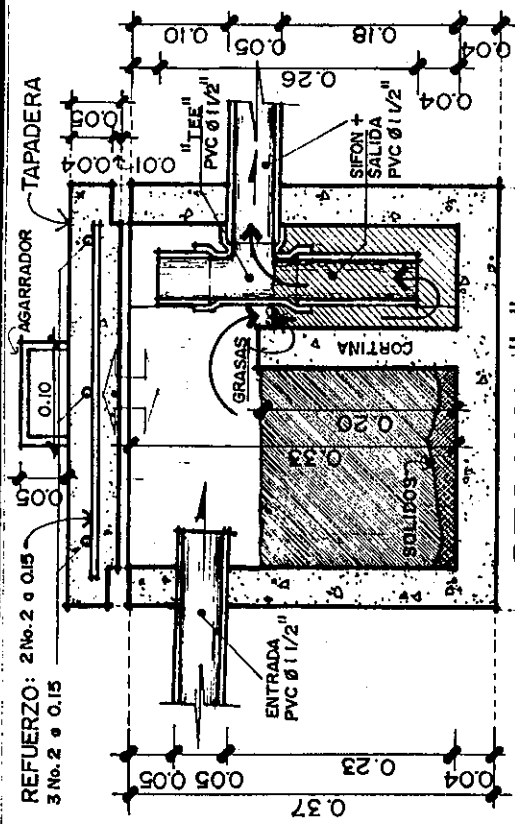
INGENIERIA CIVIL
SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL.
ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO.

EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

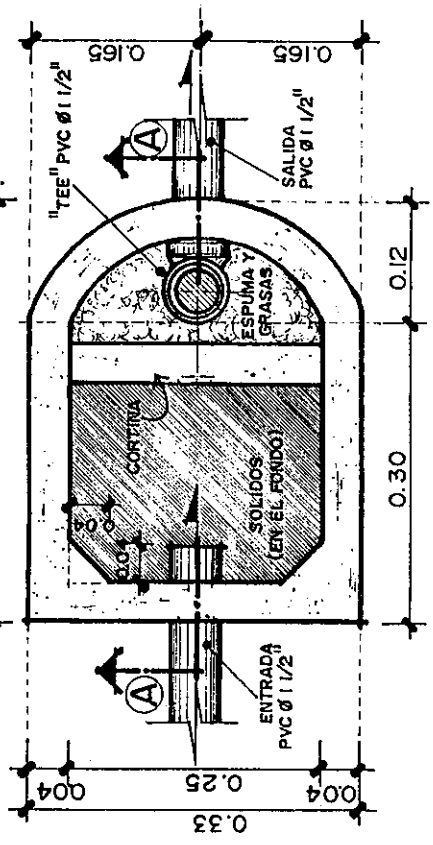
CONTENIDO:
CAJA TRAMPA DE SOLIDOS Y GRASAS.

ESCALA: INDICADA
FECHA: 16/03/97
HOJA: 4.3

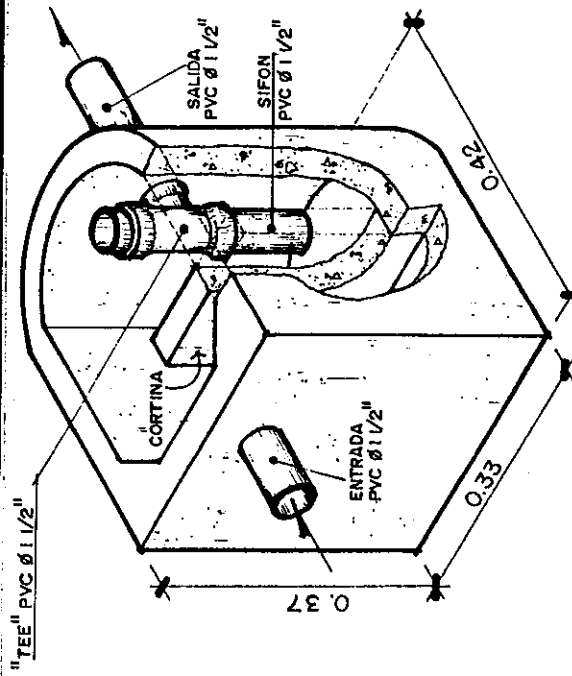
DISEÑO: MARIO A. DIAZ R.



SECCION "A" ESC. 1:7.5



PLANTA ESC. 1:7.5



VISTA ISOMETRICA ESC. 1:10

INDICACIONES
 LA CAJA FUNCIONA SEPARANDO LOS SOLIDOS Y LAS GRASAS DE UNA MANERA SENCILLA Y ECONOMICA, ESPECIALMENTE PARA VIVIENDAS DEL AREA RURAL, DONDE LA DOTACION DE AGUA ES BAJA. ESTA CONSTRUIDA CON UN MOLDE DE LETRINA, INVERTIDO.
 CAPACIDAD APROXIMADA= 4 GALONES.

CANT.	UNIDAD	MATERIAL	COSTO
30	Lbs.	CEMENTO	Q 10.00
5	1/2 Cubetas	ARENA DE RIO	Q 5.00
20	Cms.	TUBO PVC Ø 1 1/2"	Q 3.00
1.50	mt.	HIERRO Ø 1/4"	Q 2.00
1	U.	TEE PVC Ø 1 1/2"	Q 10.00
TOTAL			Q 30.00

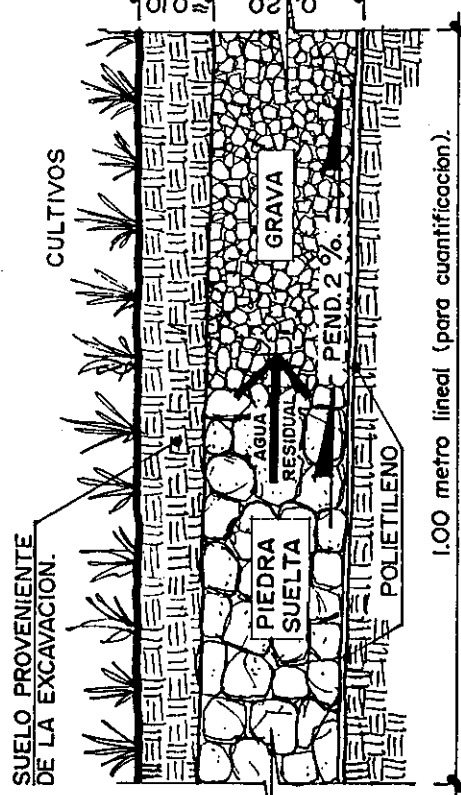


SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL
 ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO.

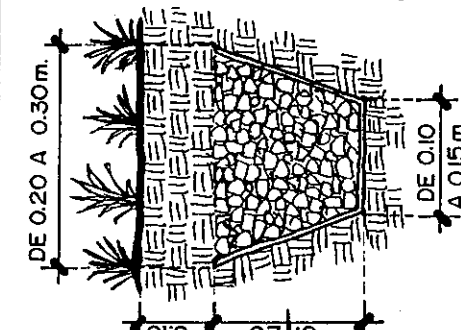
EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

CONTENIDO : CAJA TRAMPA DE SOLIDOS Y GRASAS
 HECHA CON MOLDE PARA LETRINA.

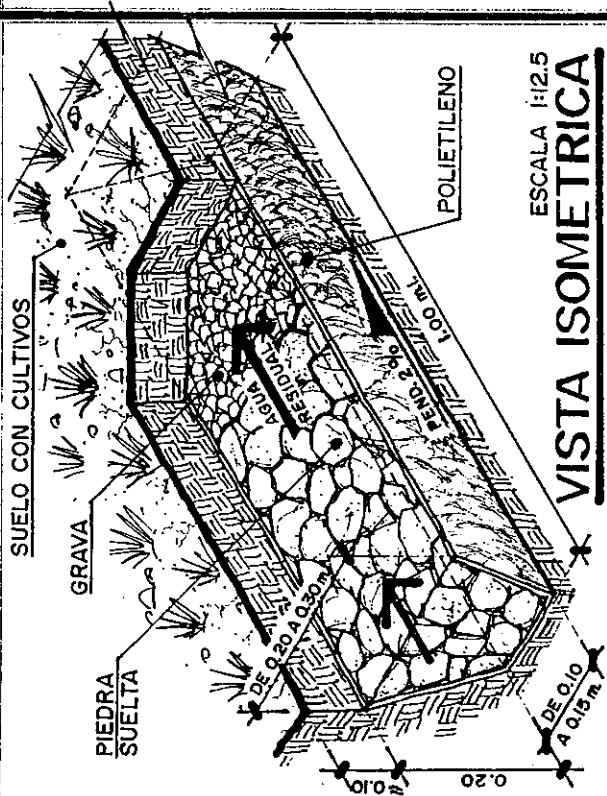
DISEÑO:	ESCALA:	FECHA:	HOJA:
MARIO A DIAZ R.	INDICADA	16/03/97.	4.4



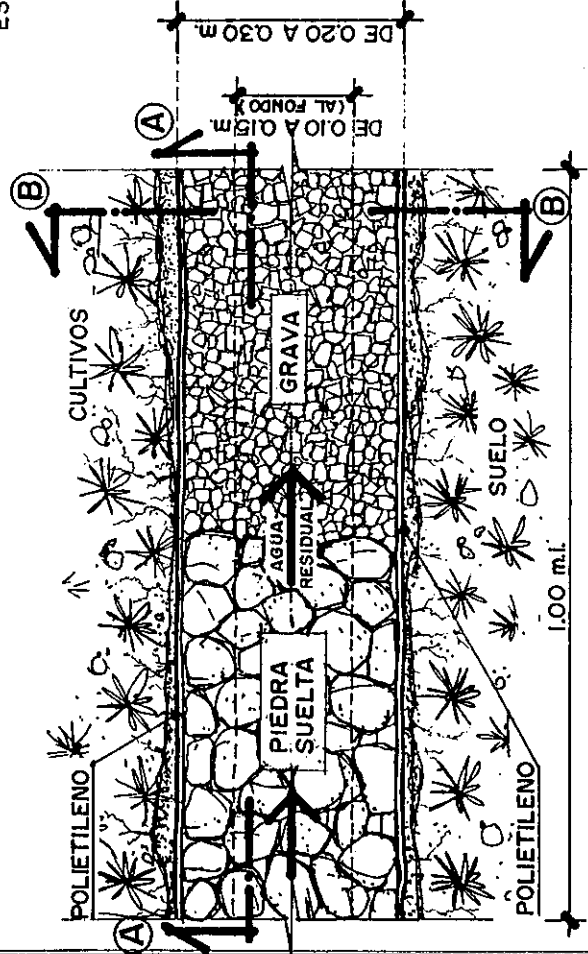
SECCION "A" (PERFIL) ESCALA 1:10



SECCION "B" ESCALA 1:10

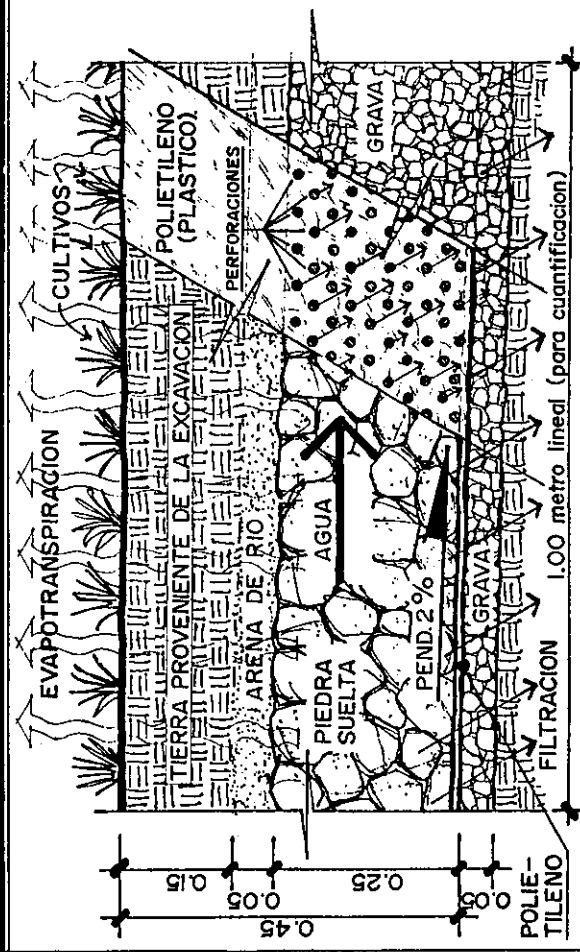


ESCALA 1:12.5
VISTA ISOMETRICA



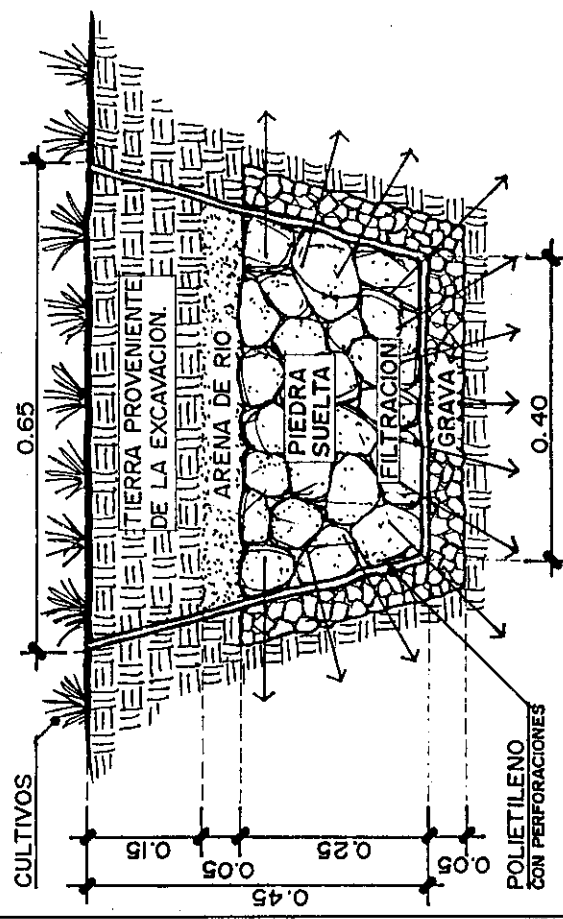
PLANTA ESCALA 1:10

	SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO.	
	EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.	
CONTENIDO: CANAL CONDUCTOR DE AGUA RESIDUAL SIN DE- SECHOS SOLIDOS, Y FILTRO DE IMPUREZAS.		
DISEÑO: MARIO A. DIAZ R.	ESCALA: INDICADA	FECHA: 16/03/97.
		HOJA: 4.5



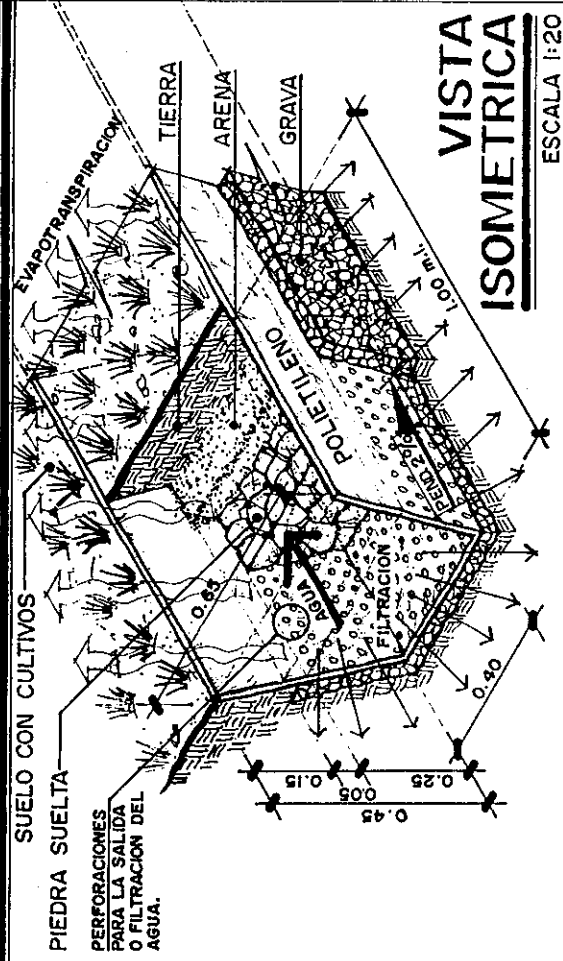
SECCION LONGITUDINAL (PERFIL)

ESCALA 1:10



SECCION TRANSVERSAL

ESCALA 1:10



VISTA ISOMETRICA

ESCALA 1:20



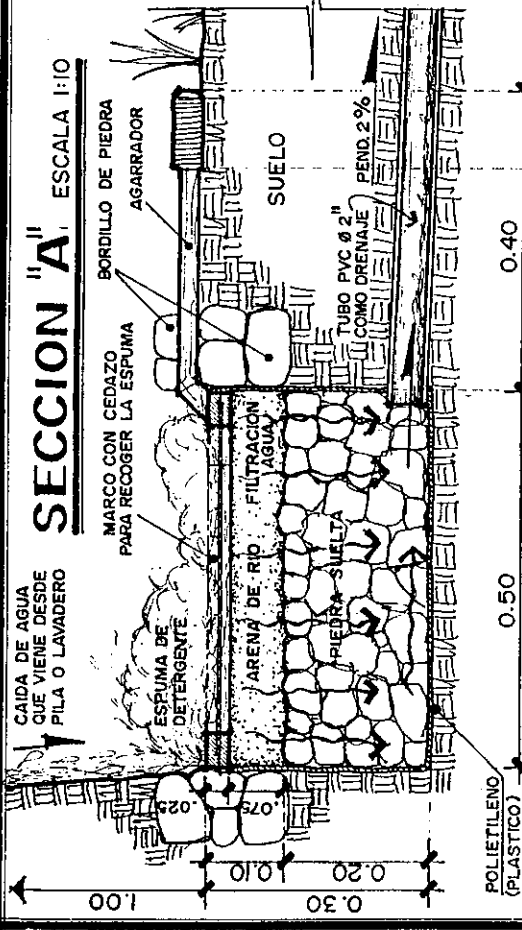
INGENIERIA CIVIL
SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL
ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO

EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

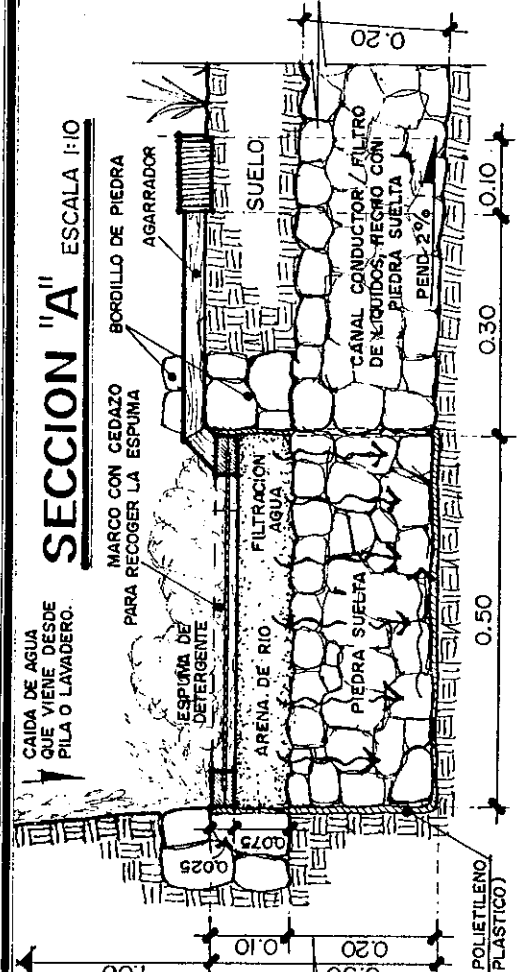
CONTENIDO:
ZANJAS DE ABSORCION.

DISEÑO: MARIO A. DIAZ R	ESCALA: INDICADA	FECHA: 16/03/97	HOJA: 4.6
----------------------------	---------------------	--------------------	--------------

SECCION "A" ESCALA 1:10



SECCION "A" ESCALA 1:10



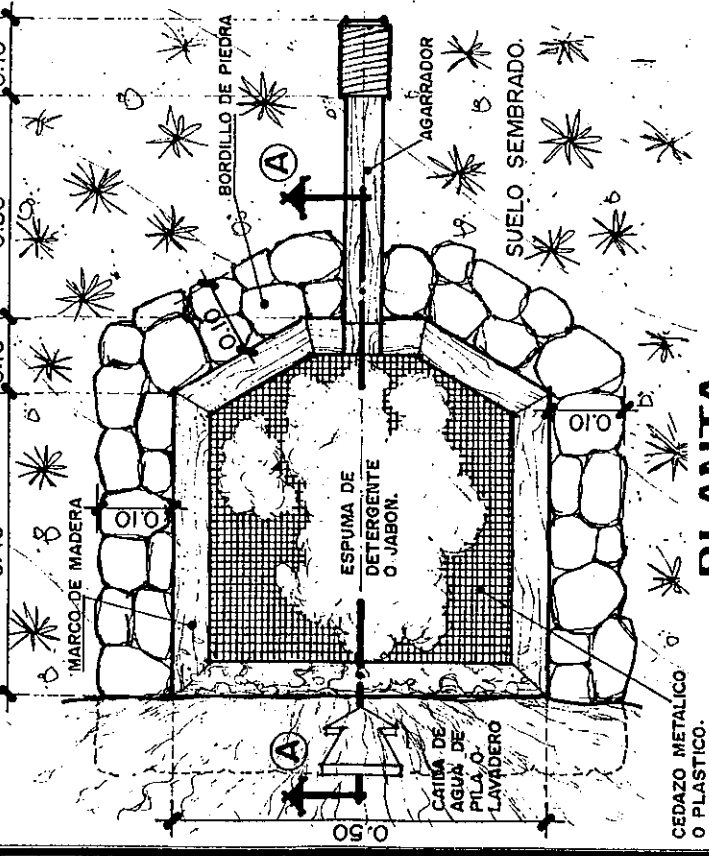
OPCION CON CANAL CONDUCTOR/FILTRO

INDICACIONES

- Elimina el detergente por medio de la caída de agua desde 1.00 mt. de altura.
- La espuma se elimina con el marco de cedazo.
- La arena y la roca filtran el agua.
- Las paredes de la caja las forma el suelo.
- La salida puede ser con PVC o con canal conductor/filtro, hecho con piedra suelta.
- Las cajas se impermeabilizan con polietileno para evitar la filtración.
- NECESITA MANTENIMIENTO PERIODICO.

MATERIALES

CANT	UNIDAD	MATERIAL
10	Ibs.	CEMENTO
6	Cubetas	ARENA DE RIO
12	Cubetas	PIEDRA (Pequeño)
1	Yarda	PLASTICO (poliet)
1/2	Yarda	CEDAZO (plastico)
15	Pies Tabla	MADERA (pino)
(1 REGLA 2" x 1" x 7.5')		



PLANTA ESCALA 1:10



INGENIERIA CIVIL

SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL.
ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO

EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

CONTENIDO:

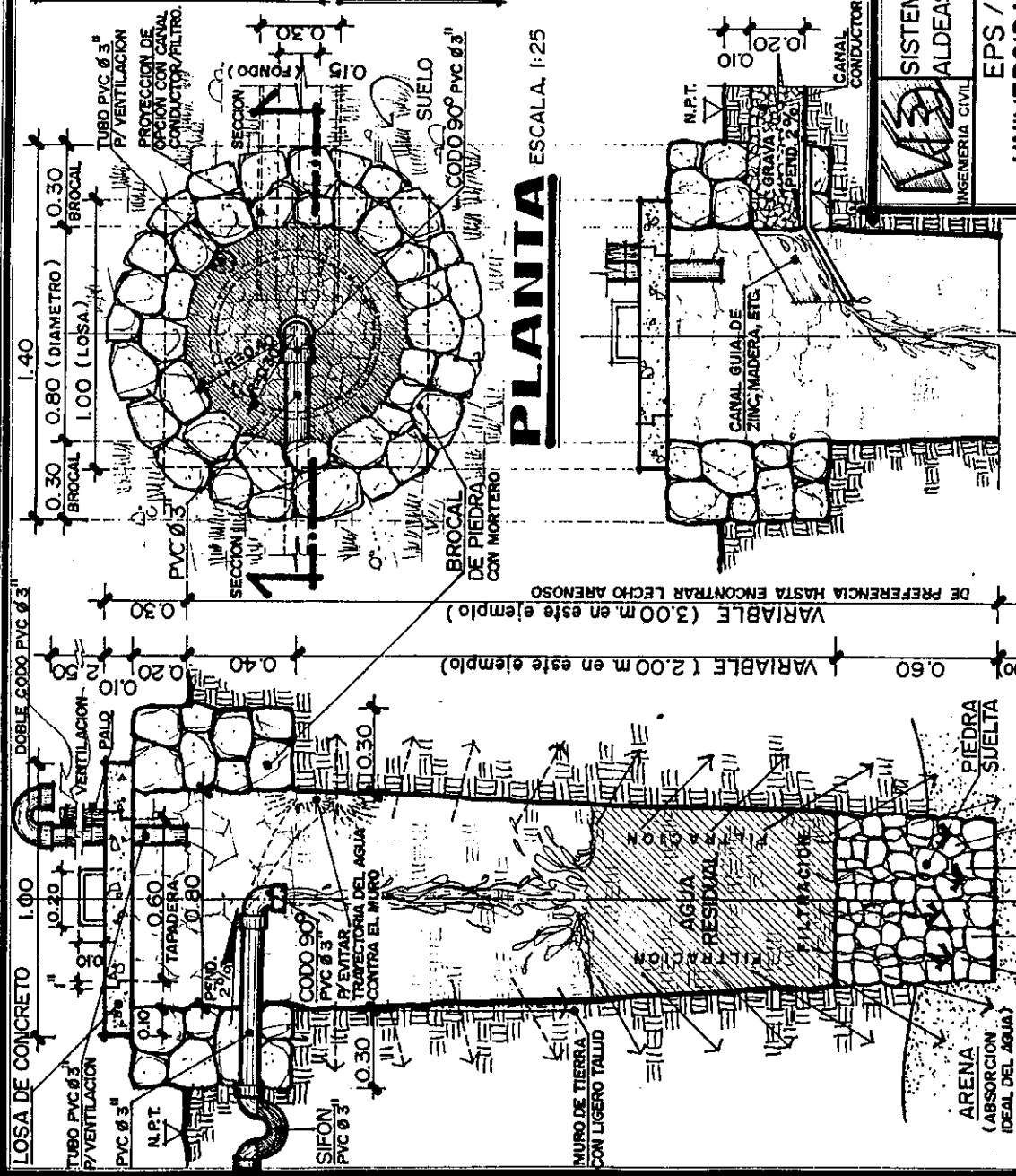
ELIMINADOR DE DETERGENTE.

DISÑO: MARIO A. DIAZ R. ESCALA: 1:10

FECHA: 16/03/97.

HOJA: 4.7

CEDAZO METALICO O PLASTICO.



MATERIALES			
CANT.	UNIDAD	MATERIAL	COSTO U COSTO T.
1	Saco	CEMENTO	Q 25.00 Q 25.00
1/2	m ³	ARENA DE RIO	Q 20.00 Q 10.00
1/2	m ³	PIEDRIN	Q 30.00 Q 15.00
1	m ³	PIEDRA	Q 35.00 Q 35.00
1	Varrilla	HIERRO Ø 1/4"	Q 4.50 Q 4.50
1	U	TUBO PVC Ø 3"	Q 43.00 Q 43.00
3	U	CODO PVC 90° Ø 3"	Q 8.55 Q 25.65
1	U	SIFON PVC Ø 3"	Q 35.00 Q 35.00
TOTAL			Q 193.15

NOTA:
 EL COSTO DE UN POZO DE ABSORCION PUEDE VARIAR, DEPENDIENDO DEL MATERIAL CON EL QUE SE CONSTRUYA EL BROCAL, Y DE LA PROFUNDIDAD DEL MISMO. EL PRESUPUESTO MOSTRADO CORRESPONDE AL POZO DE ESTE PLANO

PLANIA

ESCALA: 1:25

SECCION DE OPCION CON CANAL CONDUCTOR Y FILTRO DE IMPUREZAS

ESCALA 1:25

SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL.
 ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUTENANGO.
 EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

CONTENIDO:
 POZO DE ABSORCION (ANEGADO) O SUMIDERO.

INGENIERIA CIVIL
 DISEÑO: MARIO A. DIAZ R
 ESCALA: 1:25
 FECHA: 16/03/97
 HOJA: 4.8

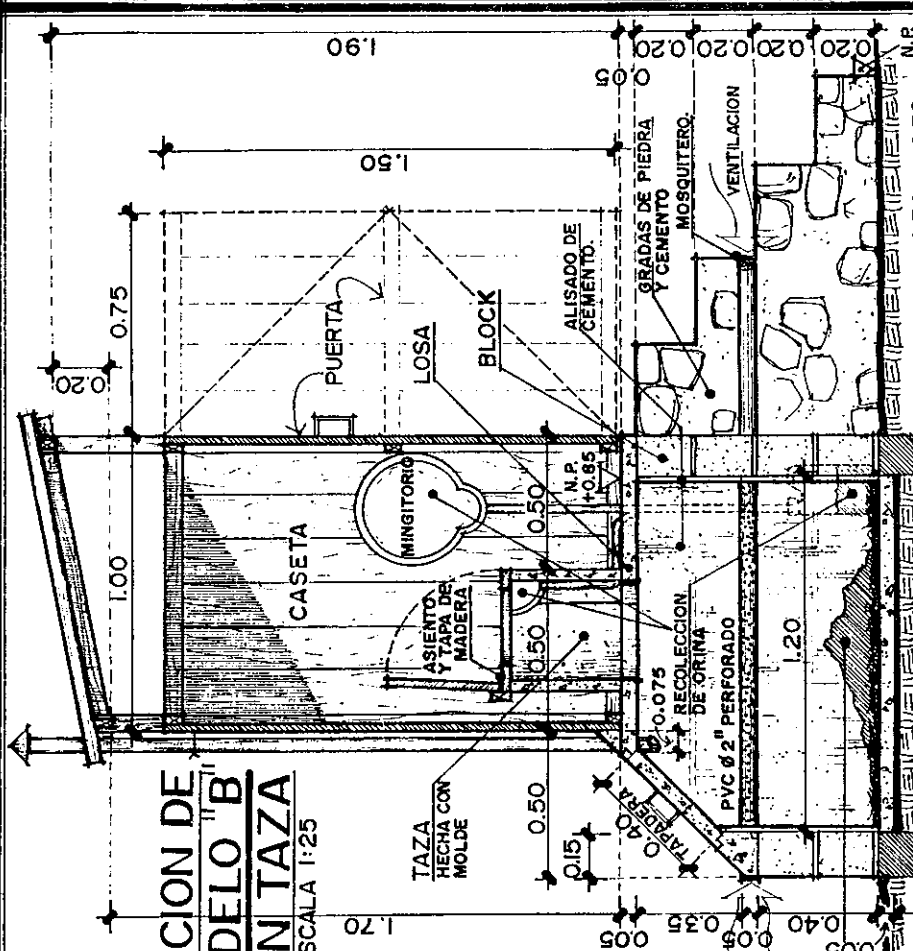
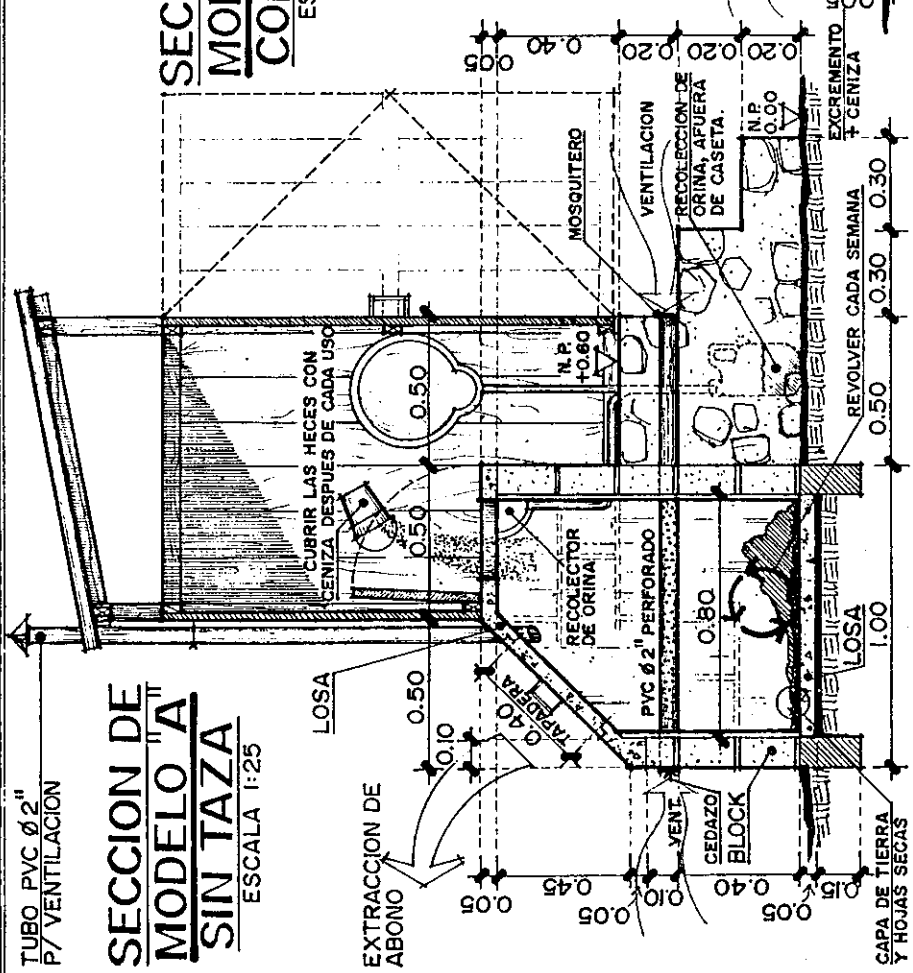
SECCION

ESCALA 1:25

MANTO FREATICO

TUBO PVC Ø 2"
P7 VENTILACION

**SECCION DE
MODELO "A"
SIN TAZA**
ESCALA 1:25



**SECCION DE
MODELO "B"
CON TAZA**
ESCALA 1:25

**LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR
(L.A.S.F.) DE DOS CAMARAS, MOD. "A" Y "B"**



SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL
ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO

INGENIERIA CIVIL
EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

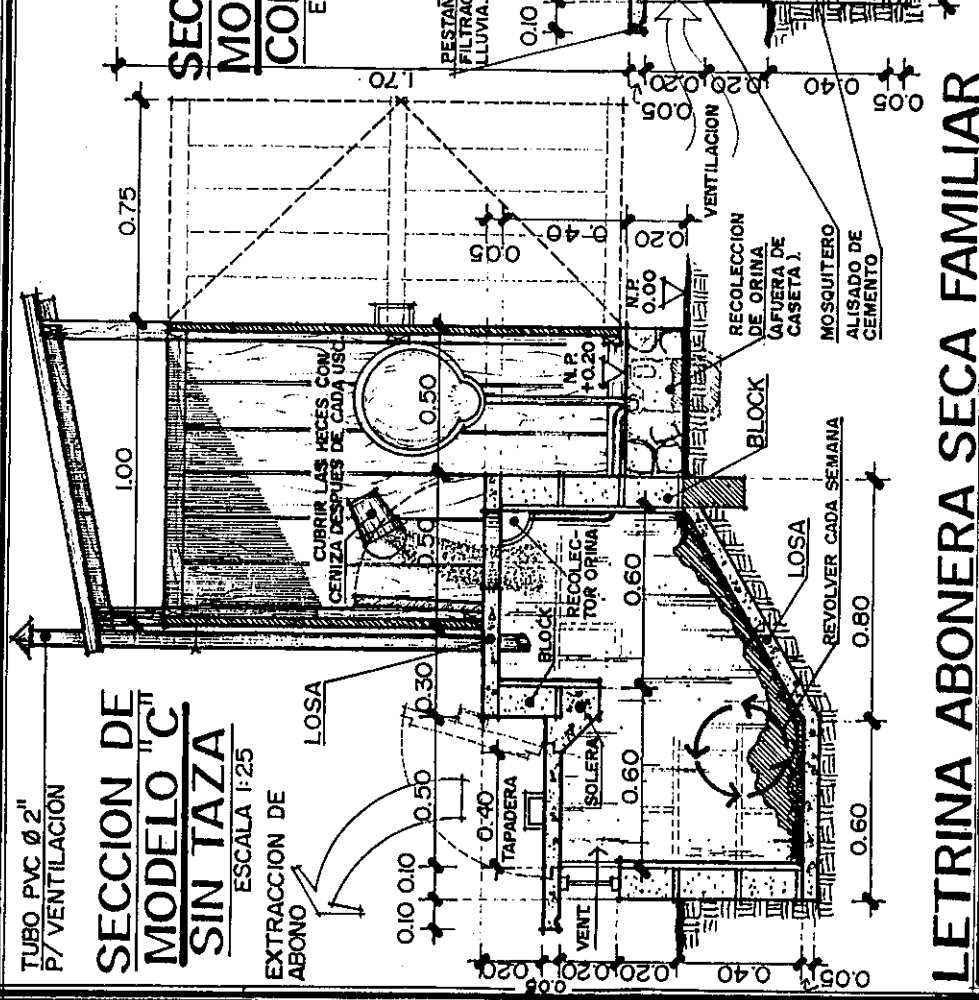
CONTENIDO: LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR (L.A.S.F.)
DE DOS CAMARAS, MODELOS "A" Y "B"

DISENO: MARIO A. DIAZ R. ESCALA: 1:25
FECHA: 16/03/97. HOJA: 4.9 / 4.10

TUBO PVC Ø 2"
P/ VENTILACION

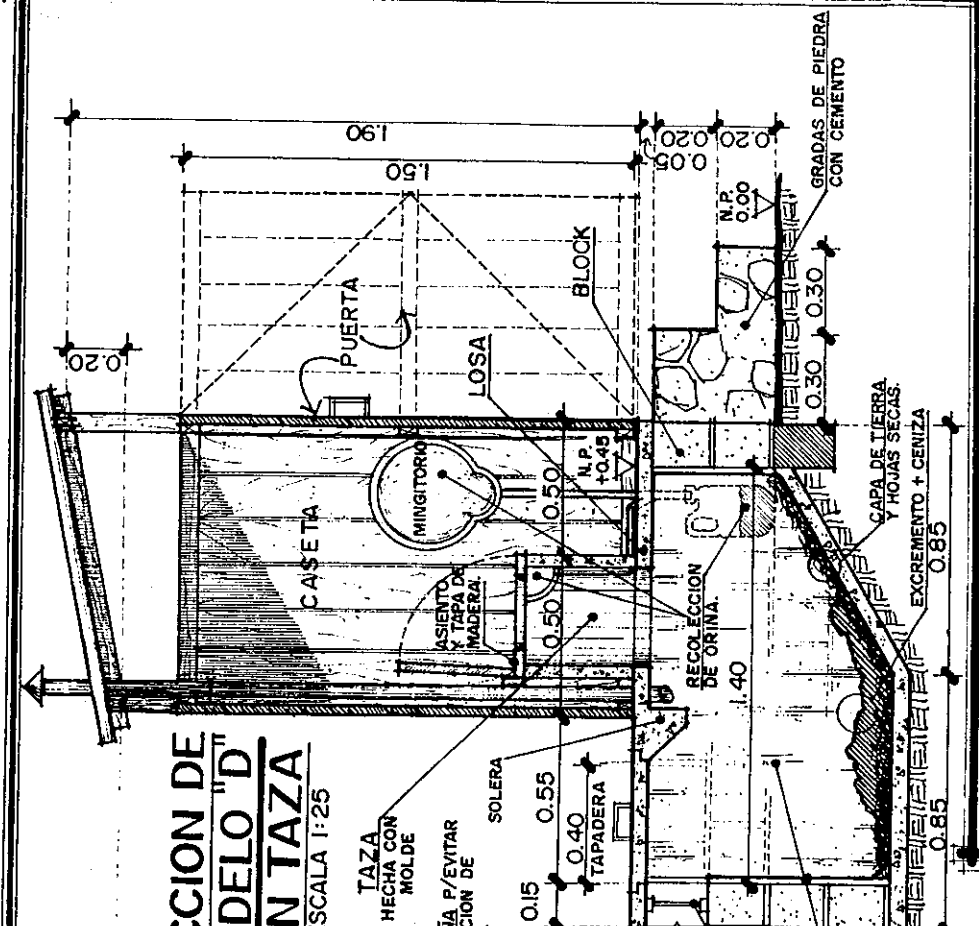
SECCION DE MODELO "C" SIN TAZA

ESCALA 1:25
EXTRACCION DE
ABONO



SECCION DE MODELO "D" CON TAZA

ESCALA 1:25



LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR (L.A.S.F.) DE DOS CAMARAS, MOD. "C" Y "D"

M.A.S.
INGENIERIA CIVIL

E 1:25

SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL
ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO.

EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

CONTENIDO: LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR (L.A.S.F.)
DE DOS CAMARAS, MODELOS "C" Y "D".

DISENO: MARIO A. DIAZ R
ESCALA: 1:25

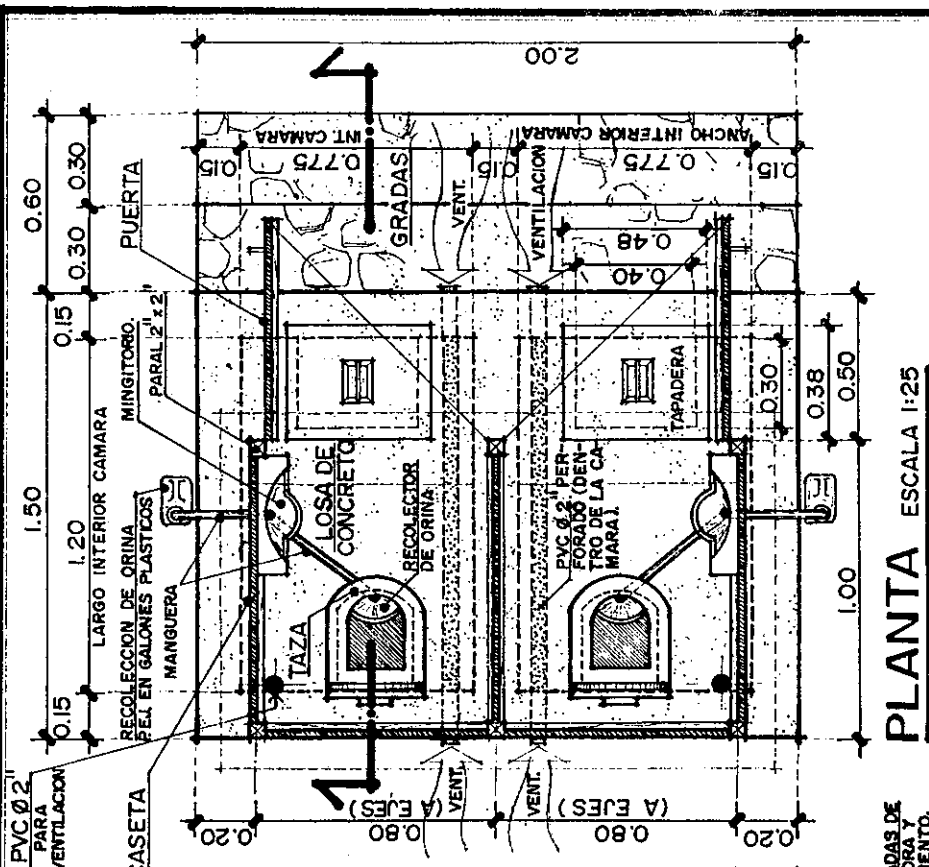
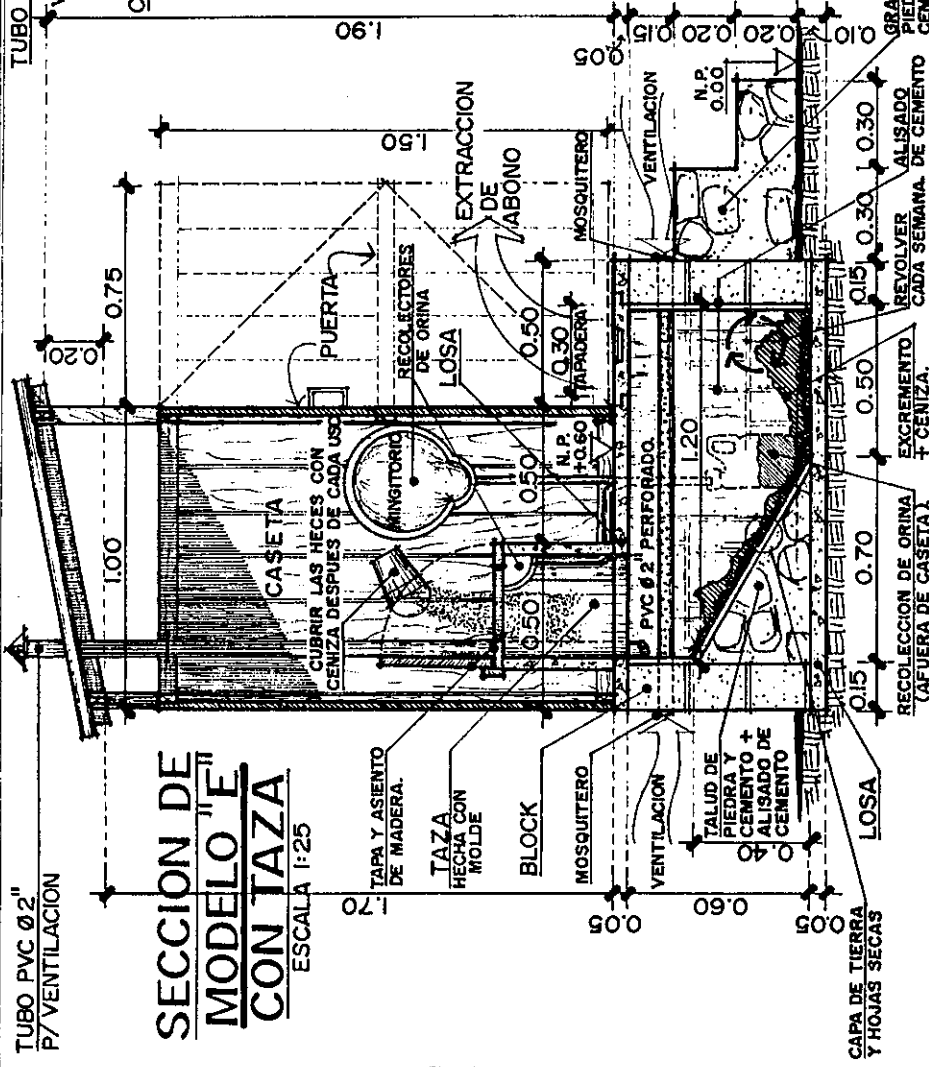
FECHA: 16/03/97

HOJA: 4.11 / 4.12

TUBO PVC Ø 2" PARA VENTILACION

SECCION DE MODELO "E" CON TAZA

ESCALA 1:25



PLANTA ESCALA 1:25

LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR (L.A.S.F.) DE DOS CAMARAS, MOD. "E"

ESC. 1:25

		SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL RURAL ALDEAS UNIDAS, MALACATANCITO, HUEHUETENANGO	
EPS / TESIS INGENIERIA CIVIL		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.	
CONTENIDO: LETRINA ABONERA SECA FAMILIAR (L.A.S.F.) DE DOS CAMARAS, MODELO "E"		DISEÑO: MARIO A DIAZ R. ESCALA: 1:25	
HOJA: 4.13		FECHA: 16/03/97	