



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA ALDEA EL AMATILLO, MUNICIPIO DE
JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

Carlos Arnoldo Boche Pineda

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, julio de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA ALDEA EL AMATILLO, MUNICIPIO DE
JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ARNOLDO BOCHE PINEDA

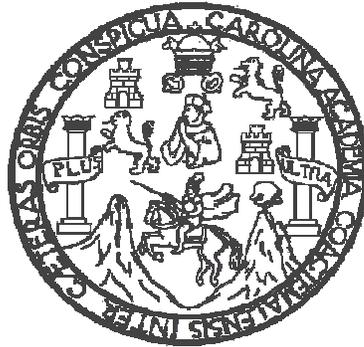
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

SANEAMIENTO BÁSICO PARA LA ALDEA EL AMATILLO, MUNICIPIO DE JOCOTÁN, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 23 de septiembre de 2008.

CARLOS ARNOLDO BOCHE PINEDA

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Especialmente a la Facultad de Ingeniería

Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Por la asesoría prestada en la realización del presente trabajo de graduación.

Universidad Politécnica de Madrid y la municipalidad de Jocotán

Por su ayuda en la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Todo poderoso, por haberme dado la vida y la oportunidad de culminar mi carrera profesional.

Mis padres

Pedro Boche Pineda, Dora Lucía Pineda Galicia, gracias a su ayuda me fue posible alcanzar esta meta.

Mis hermanos

Marta Alicia, David y Marvin, por su apoyo y cariño.

Mis familiares y amigos

Con mucho cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA EL AMATILLO	1
1.1. Aspectos generales	1
1.2. Aspectos geográficos	1
1.2.1. Ubicación y localización	1
1.2.2. Límites	2
1.2.3. Altura y clima	3
1.2.4. Topografía	3
1.2.5. Vías de acceso	3
1.3. Aspectos demográficos	4
1.3.1. Población	4
1.3.2. Distribución de la población	5
1.4. Aspectos socio-económicos	5
1.4.1. Etnia, religión y costumbres	5
1.4.2. Actividad económica	5
1.5. Aspectos de infraestructura	6
1.5.1. Servicios públicos	6
1.5.2. Tipología de viviendas	8
1.5.3. Organización comunitaria	8
1.6. Aspectos de salubridad	9

1.6.1.	Formas de abastecimiento de agua	9
1.6.2.	Manejo de desechos	9
1.6.3.	Disposición de excretas	9
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Saneamiento básico	11
2.1.1.	Disposición de excretas	12
2.1.2.	Tipo de suelo	13
2.1.3.	Tipo de letrina propuesta	16
2.1.4.	Consideraciones para la ubicación de letrina	16
2.1.5.	Limitaciones	19
2.1.6.	Partes que constituyen la letrina	19
2.1.6.1.	Fosa	19
2.1.6.2.	Brocal	21
2.1.6.3.	Losa o piso	22
2.1.6.4.	Taza	24
2.1.6.5.	Caseta	25
2.1.6.6.	Ventilación	27
2.1.6.7.	Conservación y mantenimiento	33
2.1.7.	Reubicación del pozo	36
2.2.	Disposición sanitaria de basuras	38
2.2.1.	Almacenamiento	39
2.2.2.	Recolección y confinamiento	40
2.2.3.	Tratamiento o eliminación de basuras	40
2.2.4.	Diseño de un foso para la eliminación por enterramiento a cielo abierto	45
2.3.	Disposición de las aguas grises	48
2.3.1.	Generalidades	48
2.3.2.	Tratamiento de las aguas grises	48

2.3.3.	Método de tratamiento propuesto	49
2.3.4.	Lugares de implantación	49
2.3.5.	Limitaciones	50
2.3.6.	Pruebas de infiltración	50
2.3.7.	Diseño de un pozo de infiltración para el tratamiento de aguas grises	53
2.4.	Diseño de campaña de educación sanitaria	56
2.5.	Presupuesto en obra en construcciones sanitarias	74
2.5.1.	Costo de materiales	74
2.5.2.	Costo de la mano de obra	75
2.5.3.	Integración del costo final	76
2.6.	Evaluación de impacto ambiental	77
CONCLUSIONES		79
RECOMENDACIONES		83
BILBIOGRAFÍA		85
APÉNDICE		87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de la aldea El Amatillo, Jocotán, Chiquimula	2
2.	Ciclo de contaminación por medio de las excretas	12
3.	Distancia mínimas entre letrina y diferentes estructuras	17
4.	Localización correcta de una letrina en terrenos irregulares	18
5.	Localización incorrecta de una letrina en terrenos irregulares	18
6.	Brocal de piedra	21
7.	Colocación de taquetes de madera para el asiento	25
8.	Funcionamiento del tubo de ventilación y detalle de colocación por medio de alambre galvanizado	30
9.	Detalles de diseño del tubo de ventilación	32
10.	Limpieza de la caseta	33
11.	Uso adecuado de la letrina	34
12.	Disposición de los papeles para la limpieza íntima	34
13.	Mal uso de desinfectantes dentro de la letrina	35
14.	Utilización de aceite quemado o parafina	36
15.	Construcción de una letrina nueva adyacente a la antigua	37
16.	Relleno del antiguo pozo de la letrina con tierra ligeramente apisonada	38
17.	Almacenamiento doméstico de basura	39
18.	Construcción de un foso para disposición sanitaria de basuras	46
19.	Construcción de un brocal con tierra apisonada	46
20.	Eliminación de basura doméstica por enterramiento a cielo abierto	47
21.	Relleno del foso para la eliminación de basura	47

22.	Aseo personal	59
23.	Contaminación de las manos	63
24.	Lavado de los dientes	64
25.	Limpieza de los sanitarios en la escuela	69
26.	Contaminación de los alimentos por medio de los insectos	73
27.	Velocidad de infiltración 1	95
28.	Curvas de velocidad de infiltración e infiltración acumulada ensayo 1	97
29.	Velocidad de infiltración 2	101
30.	Curvas de velocidad de infiltración e infiltración acumulada ensayo 2	103
31.	Cilindros de PVC de 8" y 12" para determinar la infiltración	105
32.	Toma de lecturas en diferentes intervalos de tiempo	105

TABLAS

I.	Número de habitantes por caserío de la aldea El Amatillo	4
II.	Suelos de Chiquimula	14
III.	Coeficiente de absorción del terreno para gasto de 190 l/h/día	52
IV.	Clasificación de los terrenos según su infiltración	54
V.	Costo de materiales para letrina	75
VI.	Costo de materiales para pozo de infiltración	75
VII.	Costo de la mano de obra para letrina	76
VIII.	Costo de la mano de obra para pozo de infiltración	76
IX.	Costo de la mano de obra para disposición sanitaria de basura	77
X.	Integración del costo final	77
XI.	Prueba de infiltración 1	93
XII.	Prueba de infiltración 2	99

GLOSARIO

Ácaros	Denominación que comprende animales de tamaño mediano o pequeño, muchos de los cuales son parásitos de otros animales o plantas.
Brocal	Anillo de protección del foso de la letrina, y sirve para estabilizar la boca del foso, sostener la losa, e impedir el ingreso de agua de lluvia, insectos y roedores.
Caseta	Ambiente construído con materiales de la zona. Sirve para dar privacidad al usuario.
Estiércol	Materia orgánica en descomposición, principalmente excrementos animales, que se destina al abono de las tierras.
Excretas	Residuos del alimento que, después de hecha la digestión, despide el cuerpo por el ano.
Foso o fosa	Cavidad que se realiza en el suelo, con una determinada profundidad ya sea de forma cuadrada o circular.

Losa	Estructura de concreto armado u otro material resistente, que se construye sobre el brocal y sirve para soportar al usuario.
Patógenos	Que origina y desarrolla una enfermedad.
Taza	Dispositivo diseñado para que brinde comodidad, a la persona al momento de defecar.
Terraplén	Suelo apisonado que se acomoda alrededor del sobrecimiento, sirve para proteger al agujero del ingreso de aguas superficiales y de lluvia.
Aguas grises	Son las aguas generadas por los procesos de un hogar, tales como el lavado de utensilios y de ropa, así como el baño de las personas.
Pozo de infiltración	Agujero profundo, realizado en el suelo para infiltrar el agua gris.
Prueba de infiltración	Proceso por el cual se determina la capacidad de penetración de agua en el suelo.

RESUMEN

El siguiente trabajo de graduación, está conformado por dos capítulos; uno de ellos consiste en una investigación de tipo monográfica, el cual contiene características propias del lugar, tales como: el origen del nombre, donde se ubica y localiza la comunidad, sus límites, su clima en diferentes épocas del año, como ingresar a dicha comunidad y su actual población, así también, como está distribuída la misma, las actividades que realizan, su etnia, sus costumbres, y los diferentes tipos de infraestructuras con los que cuentan, la tipología de sus viviendas y su forma de organización, sus aspectos de salubridad, los cuales son una problemática para la comunidad.

El segundo capítulo, es de carácter técnico profesional, contiene una solución a la problemática de saneamiento, que existe en el lugar, tanto como la disposición de excretas como la eliminación de basura doméstica, así como también el tratamiento de aguas grises. Este capítulo comprende el diseño de una letrina de pozo ventilado, tomando en cuenta diferentes aspectos, tales como: tipo de letrina propuesta, consideraciones para su ubicación, las partes que la conforman para su construcción y el uso y mantenimiento de la misma. Así como también, el diseño de un foso para el tratamiento y eliminación de la basura doméstica y un foso para aguas grises, al igual que una campaña de educación sanitaria para los pobladores, la cual indica los hábitos que se deben tomar para lograr una vida saludable y libre de enfermedades.

El informe cuenta con los costos de, mano de obra y los costos de los materiales para las diferentes obras de construcción sanitaria con sus respectivos planos.

OBJETIVOS

GENERAL

Mejorar la calidad del medio ambiente y la vida de los pobladores, por medio del saneamiento básico y así evitar muchas enfermedades y epidemias, creando un ambiente agradable para los mismos.

ESPECÍFICOS

1. Diseñar una letrina que sea aceptada por la población y que cumpla su función, la cual es aislar las excretas de manera que los agentes infecciosos que contienen no puedan llegar a un nuevo huésped.
2. Crear una guía, con especificaciones, para que los pobladores de esa comunidad puedan construir sus propias letrinas con materiales propios del lugar.
3. Reducir la contaminación generada por la basura doméstica que se deposita en las calles, mediante el diseño de un foso para el tratamiento y eliminación de la misma.
4. Evitar la proliferación de mosquitos causante de muchas enfermedades, mediante el diseño de un pozo de infiltración para las aguas grises.
5. Diseñar una campaña de educación sanitaria, para que los pobladores puedan conocer los factores de riesgo en la salud y como contrarrestarlos.

INTRODUCCIÓN

El saneamiento básico, no consiste solamente en la dotación de servicios de saneamiento, ya que muchas veces no contribuye a mejorar las condiciones de vida y de salud de las comunidades, en muchos casos el hecho que las comunidades desconozcan los factores de riesgo que influyen sobre la salud, hacen que no aprecien, no utilicen, ni mantengan adecuadamente sus instalaciones sanitarias.

El siguiente informe, presenta el diseño de un sistema de letrización que vendrá a reducir la contaminación por excretas, que algunos pobladores realizan en sitios no apropiados, así como también un foso para disponer de la basura doméstica ya que por medio de éste reducimos la proliferación de insectos y roedores, el diseño de un pozo de infiltración para tratar las aguas grises, y así de esta manera, no se empoce el agua y no se produzcan mosquitos transmisores de enfermedades, conjuntamente con una campaña de educación sanitaria, como se dijo en el párrafo anterior, que el saneamiento no sólo consiste en la dotación de servicios, sino también debe de ir de la mano con un manual que indique como se deben utilizar las instalaciones sanitarias y los hábitos que deben tomarse en cuenta para el bienestar de la población, ya que son muchas las enfermedades relacionadas con las malas prácticas de higiene.

1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA EL AMATILLO

1.1. Aspectos generales

Cuando surgió la comunidad: el origen de su nombre, se debe a unos árboles de amate pequeño que existían en la comunidad, llamados amatillo. Sus primeros habitantes fueron: Luís Marcos, Gertrudis Méndez, Francisca Marcos, Juan Terezo Marcos, Bernardino Pérez. Nombre Original: aldea El Amatillo.

Su extensión territorial es de 2 caballerías, sus colindancias al Norte con la aldea Suchiquer, la cual está a 1 hora por camino vereda. Al Sur está ubicada la aldea El Zarzal San Juan Ermita, a 1 hora por camino vereda. Al Oriente está ubicada la aldea Oquén a 1 hora y media por camino vereda. Al Poniente está ubicada la aldea La Mina a 1 hora por camino vereda. El acceso de la comunidad de El Amatillo hacia la cabecera municipal es de 8 kilómetros por carretera de terracería y restando 1/2 hora por camino vereda. El idioma es el chortí y el castellano.

1.2. Aspectos geográficos

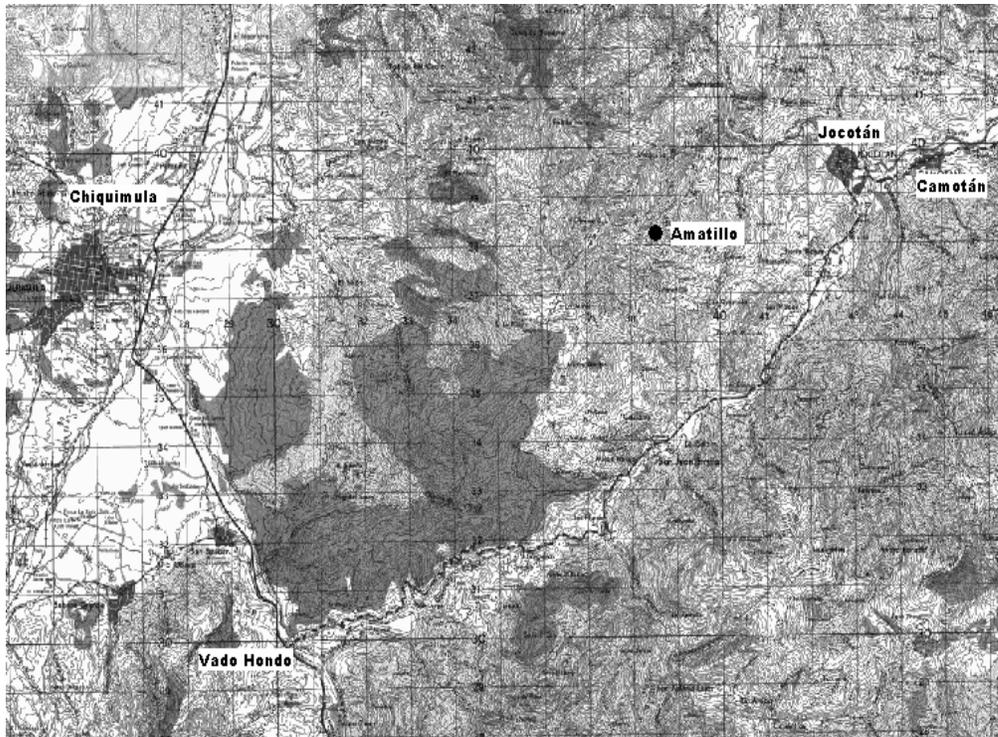
1.2.1. Ubicación y localización

La aldea El Amatillo, se ubica en el municipio de Jocotán, departamento de Chiquimula, se localiza a 8 kilómetros de la cabecera municipal.

Tiene una ubicación en la cuadrícula Guatemalteca de: 238 540 metros Este, 1 637 160 metros Norte y una altitud de 940 msnm.

La aldea incluye los centros poblados de: Barrio Centro, Barrio El Mango, Barrio San Francisco y Barrio El Chucte.

Figura 1. **Localización de la aldea El Amatillo, Jocotán, Chiquimula**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional de Guatemala. Hoja cartográfica del departamento de Chiquimula.

1.2.2 Límites

Colinda al Norte con la aldea Suchiquer, al Sur está ubicada la aldea El Zarzal San Juan Ermita, al Oriente está ubicada la aldea Oquén y al Poniente está ubicada la aldea La Mina.

1.2.3. Altura y clima

La aldea El Amatillo, tiene una altitud de 940 msnm y el clima es de carácter semicálido, con una precipitación anual de 900 mm. De noviembre a febrero el clima es templado o frío. De marzo a mayo la temperatura es cálida, y de junio a noviembre son los meses de invierno, llueve de manera regular. En las partes altas y desprotegidas de la comunidad pueden ser expuestas a vientos violentos desde el Este, datos obtenidos del INSIVUHME, estación Camotán. Amatillo está en la zona de riesgo de sequía.

1.2.4. Topografía

Cuenta con una topografía irregular, con algunas pendientes fuertes de tierras, con laderas de alta fragilidad para los desastres por deslizamientos.

1.2.5. Vías de acceso

La vía para llegar a esta comunidad, partiendo desde la cabecera departamental es la siguiente: se recorren aproximadamente unos 23 kilómetros de carretera asfaltada, hasta llegar al municipio de Jocotán Chiquimula, luego se recorren 8 kilómetros de terracería para llegar a la aldea El Amatillo, dando un subtotal de 23 kilómetros de carretera asfaltada y 8 kilómetros de terracería, para un total de 31 kilómetros desde la cabecera departamental de Chiquimula hasta la aldea El Amatillo. El acceso a esta comunidad se da en las dos épocas del año, verano e invierno.

1.3. Aspectos demográficos

1.3.1. Población

Según estudio realizado sobre la caracterización socioeconómica de la microcuenca, La Mina-Oquén en 2007 por el proyecto, comunidades rurales del milenio, convenio firmado entre la municipalidad de Jocotán, la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional (SESAN), la aldea El Amatillo cuenta con un total de 1 999 personas, las cuales 1 004 son de género masculino y 995 de género femenino, en un total de 272 viviendas.

Tabla I. **Número de habitantes por caserío de la aldea El Amatillo**

CASERÍO Nombre	POBLACIÓN		% POBLACIÓN	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
El Amatillo Centro	490	469	24	23
El Mango	192	206	10	11
El Chucte	201	206	10	10
San Francisco	121	114	6	6
Total por Género	1 004	995	50	50
Total por Aldea	1 999		100%	

Fuente: Luis Carlos Laparra. Caracterización socioeconómica de la microcuenca, La Mina-Oquén. p. 26.

1.3.2. Distribución de la población

Según el estudio realizado por las organizaciones antes mencionadas, en el numeral 1.3.1, aproximadamente el 50% de la población de la comunidad El Amatillo son hombres, y el otro 50% son mujeres, la cual se distribuye de la siguiente manera, niños menores de 5 años, por sexo: masculino 9%, femenino 9%; niños de 5 a menos de 15 años de edad: masculino 14%, femenino 15%; jóvenes y adultos entre 15 y menos de 30 años de edad: masculino 14%, femenino 13%; adultos entre 30 y menos de 50 años de edad: masculino 8%, femenino 9%, y personas adultas de 50 años de edad y mayores: masculino 5%, femenino 4%.

1.4. Aspectos socio-económicos

1.4.1. Etnia, religión y costumbres

El municipio de Jocotán, en donde se localiza la aldea El Amatillo es llamado “LA CUNA DE LA ETNIA CH’ORTÍ” , debido a la fuerte presencia de la población descendiente de los mayas, grupo étnico que representa en su mayoría a la población rural de dicho municipio.

En dicha aldea se acostumbra la celebración de bautizos, casamientos y siembra, y sus pobladores practican la religión católica.

1.4.2. Actividad económica

Los cultivos en la comunidad, son principalmente el maíz, maicillo y frijol. Como cultivos secundarios; algunas frutas, siendo la mayoría para autoconsumo, mientras otros van al mercado de Jocotán.

Actividades pecuarias incluyen en cantidades menores, crianza de pollos, gallinas, cerdos y patos.

En cuanto a tenencia de tierras, algunas de las familias disponen de tierras propias mientras que otras las arriendan.

Otras fuentes de ingresos en la comunidad se presentan en los meses de, noviembre a febrero ya que varios de los padres e hijos migran a las fincas de Zacapa o Petén para trabajar.

Por otro lado las mujeres se dedican a las artesanías, como petates, bolsas, hamacas y escobas, las cuales se venden en el mercado o tiendas de Jocotán.

1.5. Aspectos de infraestructura

1.5.1. Servicios públicos

Amatillo cuenta con los siguientes servicios públicos:

- 1 Escuela Oficial, Barrio Centro; 16,9 m por 6,6 m; piso de cemento, paredes de block, techo de lamina; adecuado como albergue
- 1 Oratorio Católico, Barrio Centro; 12,2 m por 8.3 m; piso de ladrillo, paredes de block, techo de lamina; adecuado como albergue
- 1 Centro de Gestión de Riesgos, Barrio Centro; 7 m por 5,0 m; piso de cemento, paredes de block, techo de terraza; equipado con radio y materiales de albergue y respuesta

- 1 Escuela Pronade, Barrio La Puerta; tamaño desconocido; piso de cemento, paredes de block, techo de duralita; año reciente; adecuado como albergue
- 1 Oratorio Católico, Barrio El Mango; 12,2 m por 8,2 m; piso de cemento, paredes de block, techo de lámina; adecuado como albergue
- 1 Escuela Oficial, Barrio El Mango; 6,9 m por 5,6 m; piso de cemento, paredes de bajareque, techo de lámina
- Amatillo cuenta con agua entubada domiciliar en la mayoría de la comunidad
- En cuanto a energía eléctrica, hay servicio en la comunidad
- Medios de comunicación en la comunidad; carreteras de terracería y veredas. La carretera hasta la comunidad está en buen estado. El acceso en vehículo es posible sin problemas todo el año. Sin embargo la carretera que continúa hasta la aldea La Mina, no es transitable actualmente. Hay un radio de comunicación instalado en el centro de gestión de riesgo
- En la comunidad o Barrio Centro, hay un sistema de riego que sirve a 2,8 manzanas, en otros barrios algunas tienen sistemas familiares o canalizan aguas de lluvia para mejorar riego de cultivos

1.5.2. Tipología de viviendas

Las viviendas están construídas de techos de lámina, paja/zacate, y palma, apoyadas sobre una estructura de madera. Las paredes están construídas de bajareque, palitos o palma/zacate. Las puertas y ventanas son de madera y en su mayoría los pisos son de tierra. Las viviendas por lo general tienen una o dos habitaciones pequeñas.

1.5.3. Organización comunitaria

Amatillo cuenta con las siguientes organizaciones comunitarias:

Desarrollo:	Comité Pro mejoramiento, Comité Desarrollo Integral Sostenible, Comité de Mujeres
Educación:	Comité de Junta Escolar
Salud:	Comité de Salud
Religiosas:	Comité Eclesial
Otras:	Coordinadora Local para la Reducción de Desastres

Recursos humanos en la comunidad incluyen maestros, delegados de la palabra, 2 carpinteros, 3 comadronas, 12 guardianes en salud.

Instituciones asistentes en la comunidad incluyen la municipalidad, la parroquia, FONAPAZ y Acción Contra el Hambre.

1.6. Aspectos de salubridad

1.6.1. Formas de abastecimiento de agua

Según encuesta realizada, la aldea El Amatillo cuenta con servicio de agua domiciliar en un 88%, mientras que la otra parte, no cuenta con este servicio, y se abastecen de las quebradas y nacimientos cercanos. El agua es acarreada de estos lugares y es utilizada para la cocina, higiene personal y animales domésticos. En época de verano el agua domiciliar es muy escasa, por lo que las personas que cuentan con este servicio, también hacen uso de las quebradas y nacimientos.

1.6.2. Manejo de desechos

En la actualidad, la aldea no cuenta con el servicio de recolección de basura o manejo de desechos, por lo que el 75% de las viviendas encuestadas la depositan afuera de las casas, la tiran a la calle o en el monte, el otro 25% la queman.

1.6.3. Disposición de excretas

La aldea El Amatillo, no cuenta con un sistema de letrización para toda la población, según una encuesta realizada del total de las viviendas sólo el 16% cuenta con letrina propia, pero éstas a su vez, no funcionan o se encuentran en mal estado, por lo que el 84% de los pobladores de la aldea depositan las excretas humanas al aire libre, aumentando la contaminación del ambiente, y la propagación de enfermedades.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Saneamiento básico

La estrategia de saneamiento básico permite conocer las alternativas más comunes para la identificación y solución de los problemas de saneamiento en las comunidades rurales de difícil acceso, ya que esto condiciona un manejo inadecuado de agua y alimento, y una disposición incorrecta de los residuos sólidos y excretas.

Atención en el saneamiento básico, significa trabajar en la conservación de la salud de la población y juega un papel importante en la prevención de las enfermedades diarreicas, cuyo origen está vinculado con deficiencias en la limpieza de las comunidades.

Saneamiento básico, es el mejoramiento y la preservación de las condiciones sanitarias óptimas de:

- Fuentes y sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano
- Disposición sanitaria de excrementos y orina, ya sean en letrinas o baños
- Manejo sanitario de los residuos sólidos, conocidos como basura
- Control de la fauna nociva, como ratas, cucarachas, pulgas, etc.
- Mejoramiento de las condiciones sanitarias y limpieza de la vivienda

2.1.1. Disposición de excretas

Si se realizan las excretas al aire libre o en el monte, éstas pueden ser arrastradas por el viento y las lluvias, transportándolas hasta las fuentes de agua o a los cultivos, contaminando de esta manera frutas, hortalizas y verduras.

Otra forma de contaminación, es por medio de las moscas, cucarachas y ratas, las cuales al pararse sobre el excremento y luego en los alimentos, transportan con sus patas y cuerpo, microbios y parásitos contenidos en las excretas, transmitiendo así muchas enfermedades.

Figura 2. **Ciclo de contaminación por medio de las excretas**



Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Manual de educación en salud. p. 9.

Con el objetivo de disminuir la contaminación del ambiente de los nacimientos de agua, en los cuales algunos pobladores de la aldea El Amatillo se abastecen en época de verano, y propagación de enfermedades causadas por las excretas humanas, se diseñará un sistema de letrización, el cual debe garantizar que la disposición de las excretas tengan un proceso natural de descomposición, y de esta forma los pobladores de la región o los usuarios, puedan satisfacer sus necesidades fisiológicas, en forma económica, higiénica y confiable.

Como se mencionó en párrafos anteriores, la aldea El Amatillo no cuenta con un sistema de letrización, por lo que la mayoría de los pobladores de la aldea depositan las excretas humanas al aire libre. Basándose en lo antes mencionado, el diseño de un sistema de letrización se realizará para toda la población de dicha aldea, el cual es el objetivo del presente estudio.

2.1.2. Tipo de suelo

Los suelos se han desarrollado sobre cenizas volcánicas a elevaciones medianas. Constituyendo suelos poco a muy poco profundos. La textura del suelo superficial es franca y franco arcilloso hasta unos 26 cm. Los subsuelos son de texturas franco arcillosa, de color café claro a café amarillento, ligeramente ácidos, que promedian hasta un metro de profundidad. La susceptibilidad a la erosión es muy alta, debido principalmente a la pendiente del terreno y a la textura de la superficie de la tierra.

Tabla II. Suelos de Chiquimula

POSICIÓN FISIOGRAFICA, MATERIAL MADRE Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PERFILES DE LOS SUELOS DE CHIQUIMULA											
Serie	Símbolo	Material madre	Relieve	Drenaje interno	Suelo superficial				Subsuelo		
					Color	Textura y consistencia	Espesor aproximado	Color	Consistencia	Textura	Espesor aproximado
Altombrán	Ab	Granito o gneis intemperizado	Escarpado	bueno	café grisáceo	Franco arenoso fino; friable	1.5 cm	café a café rojizo	friable, duro cuando seca	franca arcillosa	60-70cm
Ansay	As	Toba o breccia	Suavemente inclinado	mab	gris café-sáceo	Franco arcilloso arenosa, dura	10 cm	moteado con gris café y café rojizo	plástica	arcilla	30 cm
Atulapa	Au	Ceniza vol. cementada de color claro	Fuertemente ondulado a escarpado	bueno	café oscuro	Franco arcilloso limoso, friable	1.5 cm	café rojizo	friable	arcilla	50-75 cm
Culma	Cul	Lalcar con un alto contenido de material máfico	Ondulado a escarpado	bueno	café oscuro	Franco arcilloso pedregosa, friable	2.5-30 cm	café rojizo	friable	arcilla	40-60 cm
Chicaj	Chj	Ceniza vol. cementada de color claro	Casi plano	mab	gris a muy oscuro	Arcilla, plástica	20-30 cm		roca pomínea cementada		
Chol	Chg	Esquisto	Escarpado	rápido	café grisáceo	Franco arenoso fino; suelta	10 cm	café a café rojizo	suelta	franco arcillosa o franca arenograsosa	20-30 cm
Chualtal	Chm	Ceniza volcánica de color claro	Escarpado	bueno	café oscuro	Franco limoso; suelta	20 cm	café rojizo	friable	arcilla	75 cm
Güja	Gu	Lavamáfica	Ondulado	mab	casi negro	Arcilla pedregosa, plástica	40-60 cm	negro		lava	

Continúa tabla II

Jalapa	Jl	Ceniza vol. cementada de color claro	Escarpado	bueno	gris oscuro	Frano arenoso fina, friable a suelta	10-15 cm	amarillo grisáceo	friable	franco arcillo arenoso fina	20 cm
Jigua	Jg	Andesita	Escarpado	mal	negro	Arcilla, plástica	30 cm	café amarillento	plástica	arcilla	15-20 cm
Jilotepeque	Jl	Toba o breccia con algún máfico	Escarpado	lento	gris muy oscuro	Frano arcillosa pedregosa; moderadamente plástica	15-30 cm	café rojizo a café grisáceo	plástica	arcilla	15-30 cm
Mita	Mi	Lava máfica o laharr	Casi plano	mal	gris muy oscuro	Arcilla plástica	10-20 cm	gris oscuro	plástica	arcilla	40-60 cm
Mongoy	Mg	Lava máfica	Escarpado	regular	café oscuro	Arcilla pedregosa, friable	15-30 cm	café rojizo	friable	arcilla	50-75 cm
Oquén	Oq	Roca felsítica	Muy escarpado	regular	café grisáceo	Frano arcilloso gravosa; friable	10 cm	marrón	plástica	arcilla	15-25 cm
Pimla	Pi	Toba, breccia de color claro	Escarpado	bueno	café oscuro	Frano limo gravosa; friable	20-30 cm	café	friable	arcilla o franco arcillo arenosa	60-80 cm
Subinal	Sub	Caliza o mármol	Escarpado	bueno	café muy oscuro a negro	Arcilla friable	10-25 cm			Roca sólida	
Tahuaní	Ta	Toba breccia o pórfido andesita	Fuertemente ondulado a escarpado	bueno	café oscuro	Frano limosa; friable	15 cm	café rojizo	friable	arcilla	90 cm
Talmesal	Tl	Esquisto arcilloso	Escarpado	regular	café	Frano arenoso fino; friable	10-25 cm	café rojizo	friable	arcilla	40-60 cm
Zacapa	Za	Granito o gneis intemperizado	Escarpado	bueno	café	Frano arenoso fino; friable	15 cm	café rojizo	friable, duro cuando seca	arcilla	30 cm

Fuente: Pedro Tirado Sulsona. Clasificación de reconocimiento de los suelos de Guatemala. p.384.

2.1.3. Tipo de letrina propuesta

Debido a las condiciones del suelo y del terreno, y cuyas condiciones socioeconómicas no permiten una solución con arrastre hidráulico, y por su fácil construcción ya que en su mayoría se cuenta con materiales locales, el mejor tipo de letrina propuesta, es la letrina mejorada de pozo ventilado, ya que como su nombre lo indica, tiene la finalidad de disponer las excretas o material fecal, y de proteger la salud de las personas, así como también del medio ambiente como: el aire, el agua, y el suelo. Se caracteriza por tener un tubo vertical de ventilación por el cual se eliminan los malos olores.

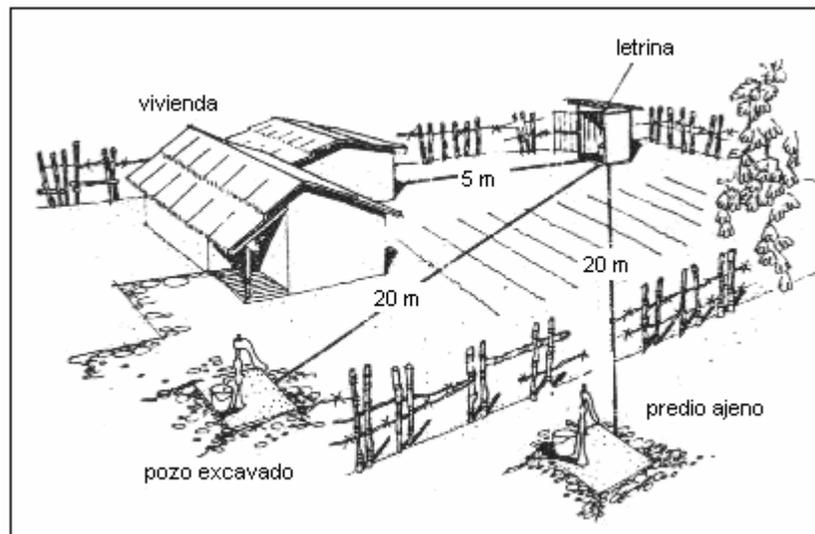
2.1.4. Consideraciones para la ubicación de letrinas

Para evitar posibles contaminaciones y no poner en riesgo la salud de las personas, se recomienda distancias mínimas entre la letrina y las siguientes estructuras:

- a) La letrina mejorada de pozo ventilado, se ubicará en el exterior de la vivienda, siendo conveniente que la distancia mínima a la misma, sea de cinco metros como se muestra en la figura 2
- b) La letrina mejorada de pozo ventilado, se ubicará a una distancia mínima de veinte metros de un pozo excavado o cualquier fuente de suministro de agua para consumo humano como se muestra en la figura 2
- c) Las letrinas mejoradas de pozo ventilado, no podrán ser construídas en áreas pantanosas o fácilmente inundables

- d) La letrina mejorada de pozo ventilado, se ubicará a una distancia mínima de cinco metros de un lindero de propiedad
- e) La letrina mejorada de pozo ventilado, se ubicará a una distancia mínima de diez metros de un tanque de agua sobre suelo
- f) La letrina mejorada de pozo ventilado, se ubicará a una distancia mínima de ocho metros de un tanque de agua sobre torre
- g) La letrina mejorada de pozo ventilado, se ubicará a una distancia mínima de tres metros de un tubo de agua potable
- h) La letrina mejorada de pozo ventilado, se ubicará a una distancia mínima vertical al nivel freático de un metro y medio como se indica en la figura 3

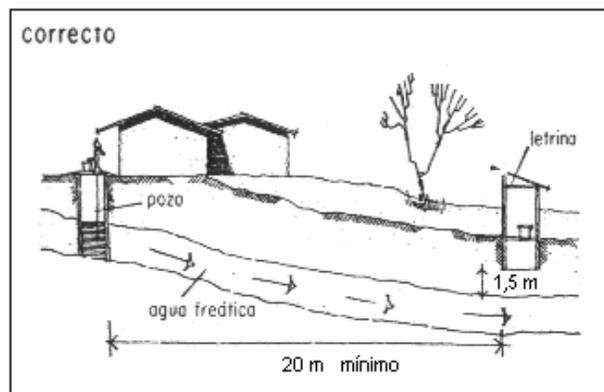
Figura 3. **Distancia mínima entre letrina y diferentes estructuras**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 36.

En el caso de terrenos en pendiente, o irregulares, la letrina mejorada de pozo ventilado, se localizará abajo del lugar donde se encuentra la fuente de suministro de agua como se muestra en la figura 3.

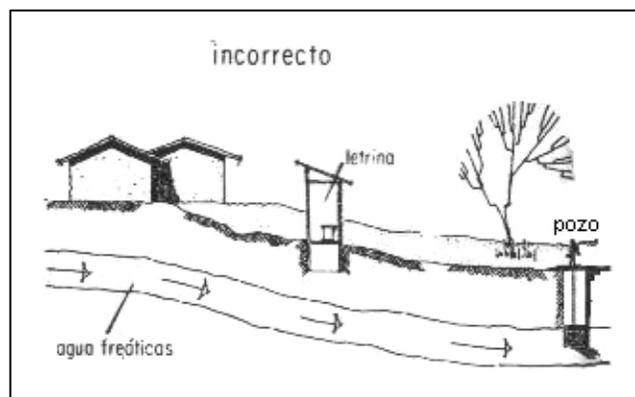
Figura 4. **Localización correcta de una letrina en terrenos irregulares**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 36.

La localización inadecuada, de una letrina mejorada de pozo ventilado, como se muestra en la figura 4, da lugar a la contaminación del agua del subsuelo y en consecuencia, de la que abastece al pozo.

Figura 5. **Localización incorrecta de una letrina en terrenos irregulares**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 36.

2.1.5. Limitaciones

No es adecuada su instalación en suelos arenosos con aguas freáticas altas en cualquier estación del año.

Si se construye un foso impermeable, deberá desecharse cuando se encuentre lleno, cubriéndolo con tierra con un espesor de 50 cm.

Para un funcionamiento adecuado, deberán observarse estrictamente las recomendaciones para su conservación y mantenimiento.

2.1.6. Partes que constituyen la letrina

2.1.6.1. Fosa

El volumen requerido para el foso, depende de la tasa de acumulación de sólidos, el número de usuarios y la vida deseada para el foso. En la práctica, no se debe permitir que el foso se llene completamente (justo hasta la superficie de la losa de cubierta) por lo que se debe permitir en el diseño un pequeño espacio libre en la parte superior del pozo; generalmente, se le debe de agregar 0,5 metros de profundidad al volumen total del foso, el cual es suficiente para que después sea rellenado con tierra ligeramente apisonada, hasta alcanzar el nivel natural del terreno.

Considerando lo anterior y teniendo ya ubicada la letrina, se diseña el foso para depositar las excretas, el cual se procede de la siguiente manera:

Volumen del foso = velocidad de acumulación x cantidad de personas que lo utilizan x tiempo.

En donde: la velocidad de acumulación de sólidos, se tomará en cuenta, la limpieza íntima con papel grueso u hojas, el cual es de 0,05-0,06 m³/hab.-año, según Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS, Guías de Diseño para Letrinas de Procesos Secos, Pág.15.

La cantidad de personas, según estudio realizado sobre la caracterización socioeconómica de la micro cuenca, La Mina-Oquén por el proyecto comunidades rurales del milenio, el número de habitantes por familia es de un promedio de 6 personas.

En cuanto al tiempo o vida útil del foso, se estima para un llenado de 5 años, el cual se encuentra entre el rango permitido que es de un mínimo de 4 años y un máximo de 10 años según Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS, Guías de Diseño para Letrinas de Procesos Secos, pág.15.

Por lo tanto el volumen del foso es de:

$$\text{Volumen del foso} = 0,06 \text{ m}^3/\text{hab.-año} \times 6 \text{ hab.} \times 5 \text{ años}$$

$$\text{Volumen del foso} = 1,8 \text{ m}^3$$

Teniendo ya calculado el volumen del foso, se procede a calcular las dimensiones del mismo, tomando en cuenta que el foso debe tener dimensiones menores en 0,20 metros que las correspondientes a la losa por colocar.

$$\text{Largo} = 1,10 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 0,90 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 1,8 \text{ m}^3$$

Volumen= largo * ancho * profundidad

$$\text{profundidad} = \frac{1,8}{(1,10 * 0,90)} = 1,82\text{m}$$

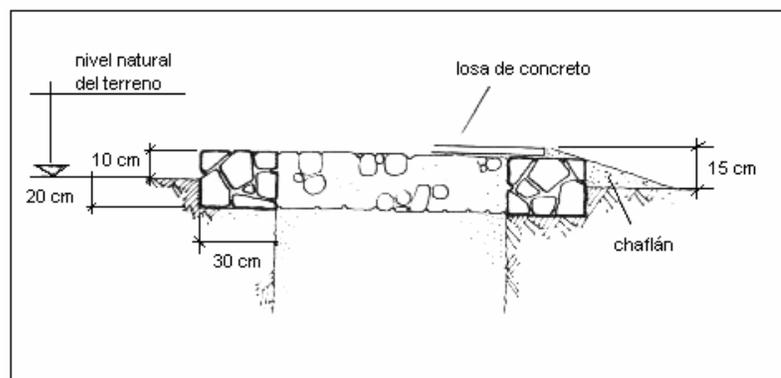
Dado que el rango de profundidad, según OPS/CEPIS, Guías de Diseño para Letrinas de Procesos Secos, pág.15, es de 2 a 3 metros, se considerará el mínimo que es de 2 metros, más 0,50 metros de profundidad para el relleno del foso, la profundidad total del foso será de 2,50 metros.

2.1.6.2. Brocal

El brocal de las letrinas puede hacerse, con muchas ventajas, utilizando los recursos de la región: piedra bola de río asentados con mortero de cemento-arena, como es el presente caso, adobe, madera, o cualquier otro material lo menos poroso posible existente en la región.

Debe iniciarse faltando 0,20 metros para llegar a la superficie y prolongarse 0,10 metros por encima de ella como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Brocal de piedra



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 40.

El brocal debe tener la misma geometría que el pozo y su parte interna deberá coincidir con las paredes internas del pozo.

El espesor del brocal de piedra deberá ser de 0,30 metros, de los cuales 0,10 metros servirán de apoyo a la losa.

2.1.6.3. Losa o piso

La losa o piso, sirve para aislar el pozo de la atmósfera (para evitar que escapen las moscas y los olores) y para soportar la superestructura, al usuario y al tubo de respiración.

La plataforma o losa, debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el peso de la superestructura del tubo de respiración y del usuario. Así mismo, debe ser segura y no debe hundirse perceptiblemente, cuando se esté usando la letrina. Dicha plataforma, puede hacerse de concreto armado o de madera para construcción resistente a la putrefacción. La losa tiene dos agujeros: el agujero de asentamiento o donde va colocada la taza y el hoyo para el tubo de ventilación.

La dimensión del agujero de asentamiento es importante: no debe ser lo suficientemente grande como para que un niño caiga dentro; por lo general se utilizan aberturas en forma de cerradura.

La losa para la letrina sanitaria se construirá de concreto reforzado para conseguir una mayor seguridad y duración, ajustándose a las especificaciones generales siguientes:

Los moldes para la losa se construirán de madera, de acuerdo a las dimensiones de la misma. Se recomienda impregnar los moldes con aceite quemado antes y después de usarse, esto con el objetivo de que el molde no se pegue con el concreto ya endurecido de la losa.

La dosificación de los materiales, se hará en una proporción 1:2:3 (0,6 sacos de cemento, $0,04\text{m}^3$ de arena, $0,06\text{m}^3$ de piedrín), para un $f'c=165$ kg/cm^2 , la cantidad de agua que se agregue será, aproximadamente de 11 litros, disminuyéndola proporcionalmente según la humedad de la arena y del piedrín.

El acero de refuerzo para la losa, se coloca en forma de parrilla hecha con varillas de $\frac{1}{4}$ " de diámetro como se muestra en los planos del apéndice, haciendo en cada cruce de varilla un amarre con alambre No. 18 de 25 cm de longitud.

Para la adecuada construcción de la losa de concreto reforzado, para letrina sanitaria, deberá seguirse el procedimiento general siguiente:

Se contará con un área de trabajo perfectamente limpia, de preferencia cementada o con una tarima de madera, o de tierra compacta sobre la cual se colocarán los moldes para efectuar el colado o vaciado del concreto respectivo.

Una vez armados y colocados, tanto el molde como el refuerzo metálico de la losa por construir, se procurará levantar la parrilla calzándola con pequeñas piedras, de modo que quede levantada 2 cm aproximadamente, debiendo, además, colocar bien asentado y en su lugar correcto, el molde para dejar el agujero correspondiente a la taza.

La revoltura o mezcla del concreto se preparan mezclando en seco todos los materiales, previamente dosificados, hasta obtener un color uniforme. Se agrega el agua en la cantidad necesaria y se procede a traspalear, con movimientos de afuera hacia adentro, hasta obtener una mezcla homogénea quedando lista la revoltura para su vaciado.

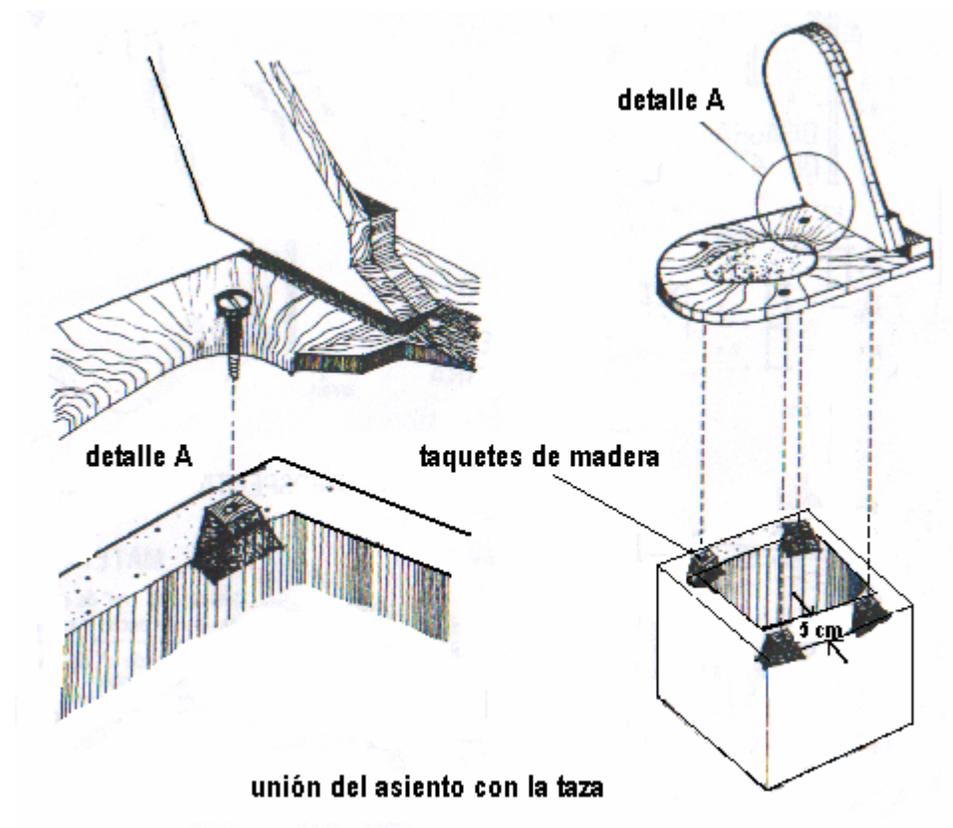
A medida que se efectuó el colado o vaciado del concreto, con una varilla se va picando la revoltura con objeto de que no queden huecos, con lo que se obtiene una losa más homogénea. Una vez terminado el colado de la losa, se le da una pequeña compactación usando un pisón de mano. Posteriormente, la losa deberá regarse (2 a 3 veces al día) para curar el concreto, durante un período de 7 días.

2.1.6.4. Taza

Para la construcción de la taza para la letrina se seguirá el mismo procedimiento que el de la losa, dosificando el concreto en igual proporción volumétrica 1:2:3 (0.19 sacos de cemento, 0.012m³ de arena, 0.018m³ de piedrin y un aproximado de 3.5litros de agua dependiendo de la humedad de la arena y el piedrin (La taza se construirá de concreto sin refuerzo).

Se le colocarán cuatro taquetes de madera para anclar el asiento y la tapadera de la taza en su lugar preciso, estos pueden hacerse de los sobrantes de madera para la construcción del asiento y la tapadera, antes de colar el concreto, y deberán ser de forma cónica o piramidal con la base mayor en la parte inferior para impedir que posteriormente se salgan de la taza, tal y como se indica en la figura No 7. Deberán remojarse 24 horas antes del colado para que no absorban agua del concreto.

Figura 7. **Colocación de taquetes de madera para el asiento**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 51.

2.1.6.5. Caseta

Su función más importante, es proporcionar privacidad al usuario, esto significa que el usuario debe quedar completamente oculto a la vista de otros, incluyendo su cabeza y sus pies, por lo que cualquier abertura en la parte inferior de la puerta no deberá ser demasiado grande y los agujeros para ventilación deberán estar más arriba de la altura de la cabeza. Además, la caseta protege al usuario de las inclemencias del tiempo.

El interior del cubículo debe permanecer con poca luz, de lo contrario el control de las moscas no será efectivo. La caseta de tipo espiral permite conseguir eso, sin necesidad de poner puerta; pero, se debe diseñar de manera que el propietario, si lo desea, pueda poner una puerta.

Cuando se les ponga puertas a las letrinas, debe asegurarse su adecuada ventilación, de lo contrario el pase del aire a través del agujero de la losa y del tubo de ventilación, se verá restringido.

Existen dos funciones adicionales:

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

En las áreas rurales, es generalmente más apropiado usar materiales locales, tales como: el barro, paja, palma, adobes, o bahareque, como en este caso; a menudo el techo se hace de paja. El diseño que se adopta en cualquier localidad, depende sobremanera de la preferencia social y la disponibilidad de materiales; en general, la forma de la superestructura o caseta debe ser a nivel arquitectónico similar a las casas de la región, y este principio normalmente determina que materiales se van a emplear.

De esta manera, no solo se toma en cuenta la sensibilidad, a fin de no ofenderla, sino que (especialmente en las zonas rurales) se pueden emplear técnicas de construcción tradicionales, por lo que el dueño de casa, sabrá como reparar la caseta, por ejemplo, después de haber sido dañada durante la época de lluvia.

Generalmente, se ingresa a la letrina a través de una puerta que brinda privacidad al usuario. Es muy importante que la puerta permanezca cerrada, mientras no se utilice la letrina; de dejarse abierta, aparecerán moscas que buscan emerger por la fuente alternativa de luz brillante y, por lo tanto, no tratarán de escapar a través del tubo de respiración, sino vía el agujero-plataforma y la caseta.

En consecuencia, el control de las moscas, que es una de las ventajas principales de las letrinas mejoradas de pozo ventilado, se vuelve ineficaz.

2.1.6.6. Ventilación

Las letrinas de pozo tradicionales (no ventilado), son una instalación de saneamiento muy común en muchos países en desarrollo, sin embargo estas poseen dos serias desventajas: generalmente tienen mal olor y también se reproducen en ellas un número sustancial de moscas portadoras de enfermedades.

Las letrinas mejoradas de pozo ventilado, reducen sustancialmente éstas desventajas, habiéndose encontrado que son muy bien aceptadas socialmente en aquellos países donde se han instalado.

Una letrina mejorada de pozo ventilado, difiere de la letrina de pozo tradicional, en que tienen un largo tubo de ventilación vertical, que tiene una malla contra moscas acoplada a la parte superior. Dicho tubo es responsable del control, tanto del olor que produce la letrina como de las moscas que quieren entrar y salir del mismo.

Experiencias de campo realizadas en otros países han demostrado que el mecanismo principal, que induce la ventilación en letrinas ventiladas, es la acción del viento que sopla sobre la parte superior del tubo de ventilación.

El viento efectivamente succiona aire fuera del tubo de ventilación y este aire es reemplazado desde la atmósfera, a través de la superestructura de la letrina y el agujero de la losa hacia arriba, y afuera del tubo de ventilación. Así, cualquier olor que emane de la materia fecal en el pozo, es extraído a través del tubo de ventilación y no a través del agujero de la losa hacia la superestructura que, como resultado, se mantiene sin olor.

Si las aberturas de la superestructura (puerta de entrada, etc.), están orientadas hacia el viento predominante, la mayor presión de aire resultante dentro de la superestructura, aumenta el flujo de aire hacia arriba en el tubo de respiración, ayudando así también a controlar el olor, por lo tanto la letrina debe de estar diseñada para que cualquier abertura, este dirigida hacia el viento predominante.

En las letrinas de pozo ventilado, el tubo de ventilación controla el ingreso de moscas de dos maneras:

En primer lugar, dado que los olores fecales provenientes de las letrinas de pozo atraen las moscas hacia ellos, casi todas las moscas trataran de entrar al pozo, a través de la parte superior, sin embargo, la malla contra moscas les impide el ingreso.

En segundo lugar, si bien unas pocas moscas pueden entrar al pozo vía la superestructura y el agujero de la plataforma y poner sus huevos en el pozo, las moscas adultas que resultan de esos huevos y que eventualmente buscan emerger, vuelan instintivamente en dirección a la luz más brillante; siempre y cuando la superestructura este razonablemente bien obscurecida, la luz más brillante vista por las moscas es aquella de la parte superior del tubo de ventilación: así, las moscas ascienden por el tubo de respiración pero, la malla contra moscas impide que escapen.

El tubo de ventilación con mosquitero tiene tres papeles importantes en el desempeño de las letrinas de pozo ventilado:

- Elimina los olores fecales en la superestructura
- Impide el ingreso de moscas al pozo
- Impide la salida de aquellas moscas que se han reproducido en el pozo

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

En el caso de techos planos, la parte superior del tubo debe ser por lo menos 0,50 metros más alto que el techo, y con respecto a techos inclinados, el tubo de ventilación también debe estar a 0,50 metros por encima del punto más alto del techo, y por lo menos 2 metros de ramas colgantes y de cualquier otra cosa que pudiera impedir la acción del viento, sobre el tubo de ventilación y deben estar ubicados en el exterior de la superestructura, ya que es más difícil y costoso asegurar que el sellado entre el tubo de respiración y el techo sea a prueba de lluvia y viento si es que lo atraviesa.

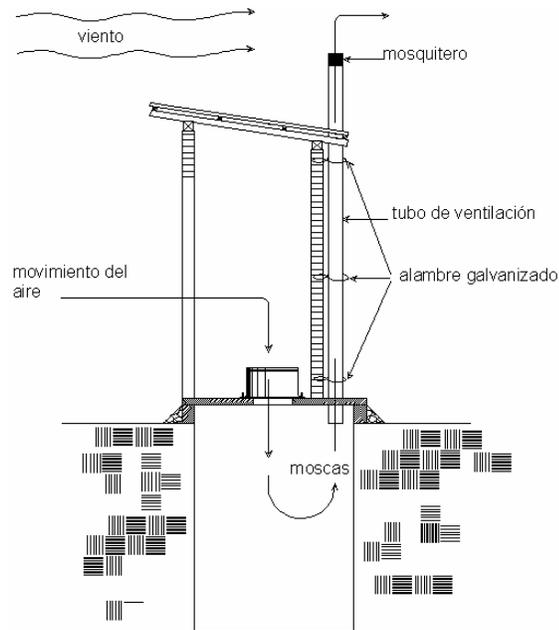
El material para el tubo de ventilación será de P.V.C. de 3 metros de longitud y el diámetro dependerá de las condiciones climáticas de la zona, para ello tendremos en consideración lo siguiente:

- Para climas fríos la ventilación se considerará P.V.C. de 6 pulgadas de diámetro.
- Para climas cálidos se considerará un tubo de P.V.C. de 4 pulgadas de diámetro.

Por lo tanto se considera un clima cálido para el diseño e incluir el tubo de P.V.C. de 4 pulgadas de diámetro.

Se debe fijar, firmemente el tubo de ventilación a la superestructura y a la plataforma o losa; la figura 8 muestra recomendaciones para el diseño.

Figura 8. **Funcionamiento del tubo de ventilación y detalle de colocación por medio de alambre galvanizado**

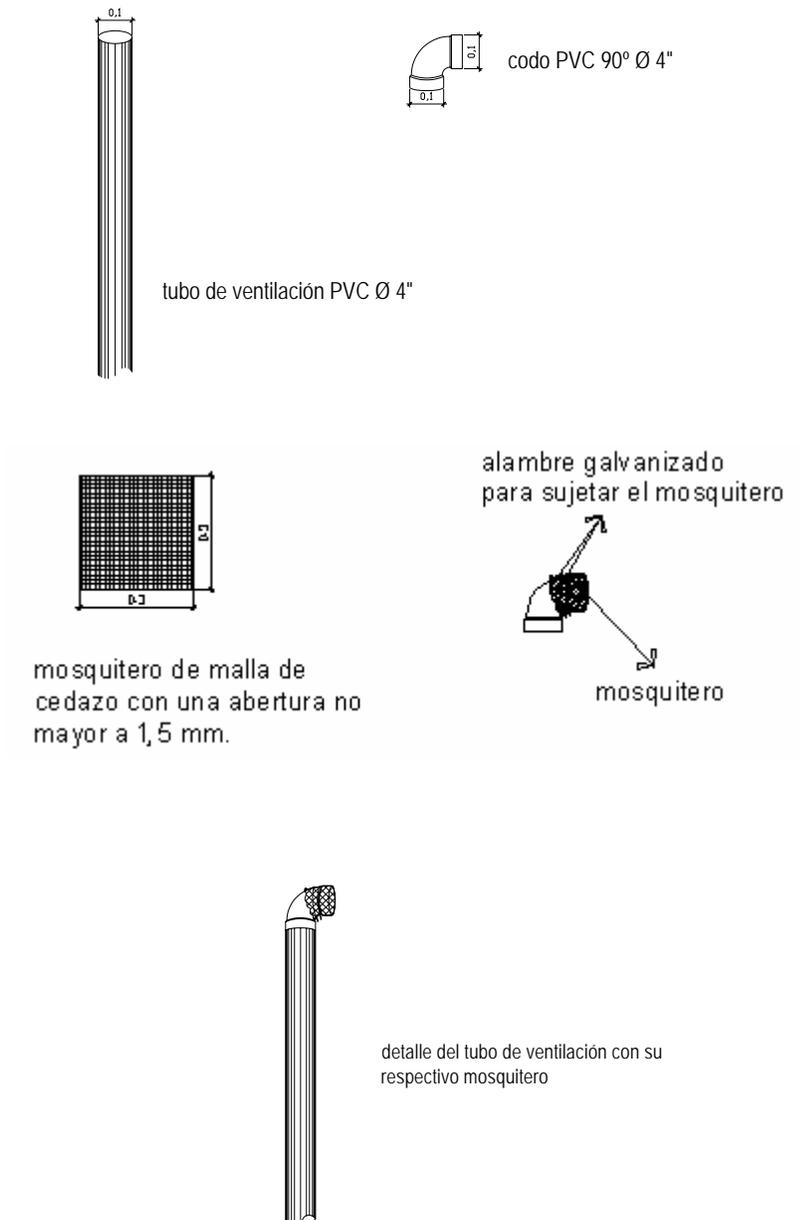


En la parte superior del tubo de ventilación, se debe colocar un codo de 90°, preferiblemente de color blanco, a fin de que, el color no obstruya el brillo producido por el sol, a efecto que los insectos busquen la salida por ese conducto, el codo debe llevar un mosquitero de malla de cedazo para prevenir el paso de moscas y mosquitos; por lo tanto el calado de la malla, no debe ser mayor a 1,5 mm de lado (Orificios más pequeños no son recomendables ya que disminuyen el nivel de ventilación debido al aumento de la pérdida por fricción), con un material resistente a la corrosión.

Es importante asegurarse, de que el mosquitero este firmemente a la parte superior del tubo de ventilación para prevenir el acceso de los insectos.

Cuando el mosquitero está bien colocado, no debe haber obstrucción a la corriente del viento en la parte superior del tubo de ventilación. La figura 9 muestra los detalles del diseño.

Figura 9. **Detalles de diseño del tubo de ventilación**



2.1.6.7. Conservación y mantenimiento

Es necesario conservar y mantener en buen estado la letrina para su funcionamiento, ya que una vez instalada, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Mantener limpio el piso, paredes, taza, y los alrededores de la caseta, esto se debe de hacer todos los días.
- No utilizar la caseta como granero o bodega, evitar que los animales domésticos entren o duerman dentro de la misma, y tampoco utilizarla para almacenar basura.

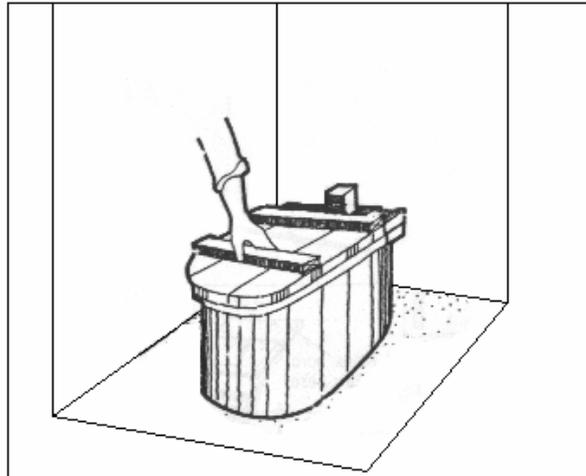
Figura 10. Limpieza de la letrina



Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico, reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Manejo y disposición de las excretas y aguas residuales. p. 75.

- Cuando no este en uso, mantener tapada tanto la caseta como la tasa.

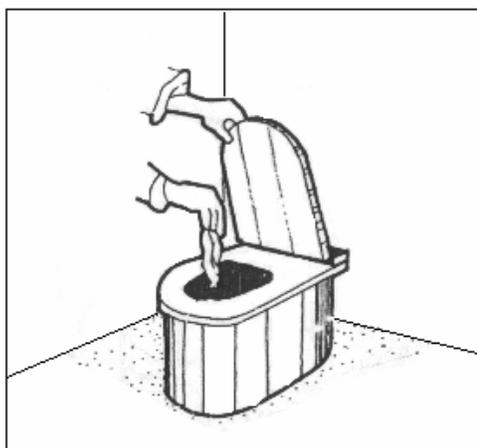
Figura 11. **Uso adecuado de la letrina**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 57.

- Arrojar dentro del foso los papeles sucios.

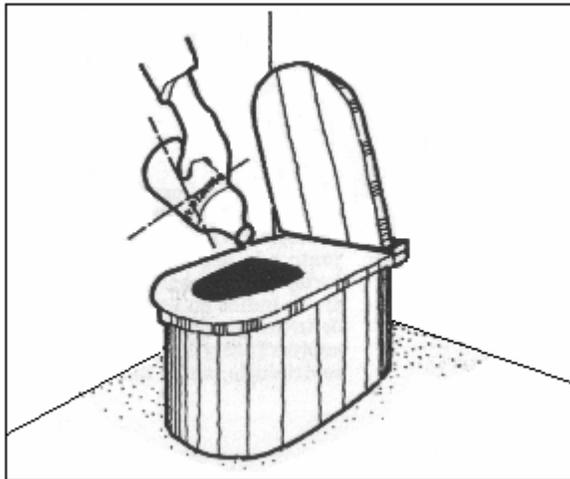
Figura 12. **Disposición de los papeles para la limpieza íntima**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 57.

- No arrojar dentro del foso las aguas de lluvia, cocina o de lavado, ni basuras o cenizas.
- No poner dentro del foso algún desinfectante.

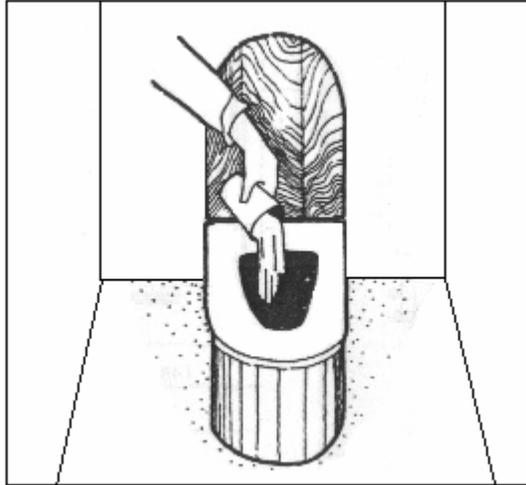
Figura 13. **Mal uso de desinfectantes dentro de la letrina**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 57.

- Si la tapa o el asiento se descomponen, arreglarla de inmediato para evitar la entrada de moscas y mosquitos al interior del foso.
- Si observa moscas en la letrina, agregue al pozo un vaso de aceite quemado o parafina líquida.

Figura 14. **Utilización de aceite quemado o parafina**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 57.

2.1.7. Reubicación del pozo

Cuando las letrinas de un solo pozo se llenan, los propietarios disponen de dos opciones: la construcción de una nueva letrina en un lugar adyacente o el vaciamiento de la letrina existente.

En áreas rurales, la construcción de una nueva letrina, empleando lo más posible de la antigua letrina (por ejemplo la plataforma o losa con la taza y el tubo de ventilación), es la solución que generalmente se prefiere, ya que normalmente se dispone de espacio para la nueva letrina.

La remoción manual, presenta riesgos para la salud, debido a los patógenos excretados que pueden existir en el material fecal fresco en la parte superior del pozo, y en cualquier caso, a menudo esta no es una tarea, socialmente aceptada; y el vaciamiento mecánico, normalmente no es factible en áreas rurales.

Consideraciones que se deben de tomar en cuenta para la reutilización

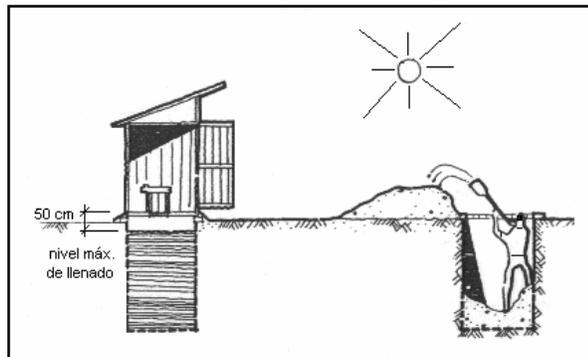
Una vez lleno el pozo de la letrina, si el material de la caseta lo permite, es posible efectuar el cambio del conjunto de: losa, taza, tapa y si es posible la caseta.

Cuando falte medio metro, para que la letrina se llene, se debe echar cal viva primero y luego tierra ligeramente apisonada, hasta alcanzar el nivel natural del terreno, se debe de clausurar y hacer otra en un lugar distinto, tomando en cuenta las mismas consideraciones que se utilizaron para la construcción de la antigua letrina.

La excavación para la nueva letrina, deberá estar alejada por lo menos 2 metros de la anterior, esto debido a que el suelo puede estar contaminado con microorganismos patógenos, y porque el pozo se podría derrumbar más fácilmente, pues la estructura del suelo puede haberse debilitado al excavar la letrina vieja.

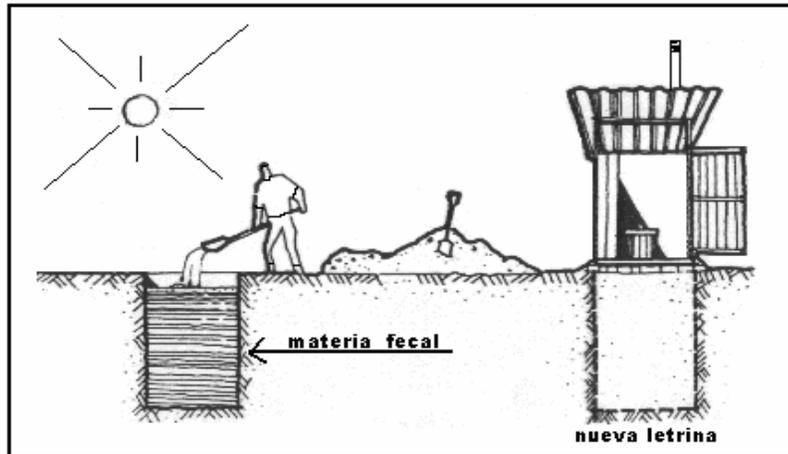
El pozo viejo, debe permanecer tapado por lo menos durante dos años, para después poderlo utilizar si se presenta la necesidad.

Figura 15. **Construcción de una letrina nueva adyacente a la antigua**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 60.

Figura16. **Relleno del antiguo pozo de la letrina con tierra ligeramente apisonada**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social.
Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 60.

2.2. Disposición sanitaria de basuras

Las condiciones de insalubridad, resultantes del manejo inadecuado de la basura, siguen en importancia a aquellas causadas por los desechos humanos, constituyendo con esto un serio peligro para la salud física de las personas, sobre todo en el área rural.

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

El manejo sanitario de la basura, consta de tres fases:

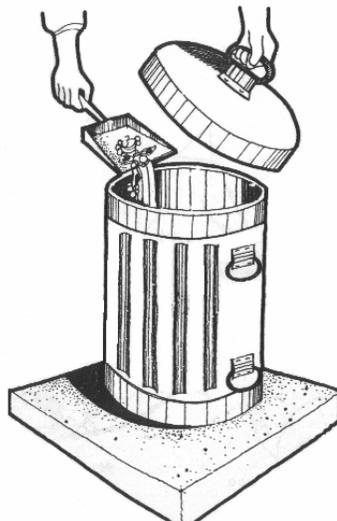
- Almacenamiento en las casas-habitación, establecimientos comerciales o industriales, educativos, etc.

- Recolección y confinamiento
- Tratamiento o eliminación

2.2.1. Almacenamiento

El almacenamiento adecuado de las basuras, en las casas-habitación, es responsabilidad de sus ocupantes; esto implica la selección de un tipo adecuado de recipiente, con tapadera para que no produzca malos olores, con la capacidad de retener basura, que sea impermeable, ya sea este de plástico, metal o cualquier otro material resistente, fáciles de limpiar, llenar y vaciar, de tamaño y peso adecuado para su traslado y vaciado hacia el tratamiento final o eliminación, y debe colocarse en un lugar que dé la máxima conveniencia para su acción y fácil manejo, para que también sea utilizado por los niños.

Figura 17. **Almacenamiento doméstico de basura**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 76.

2.2.2. Recolección y confinamiento

En zonas carentes o de escaso servicio municipal de recolección de basura, como es el caso del área rural, es necesario que el almacenamiento de la basura dentro de la vivienda, se recolecte frecuentemente y sea llevada hacia un lugar adecuado para su tratamiento, como se indica más adelante en la sección 2.2.5, para que ésta no produzca ningún tipo de molestia sanitaria.

2.2.3. Tratamiento o eliminación de basuras

A nivel familiar

- A) Tratamiento mediante métodos de confinamiento y enterramiento:
- a) Barrer y recolectar diariamente los desperdicios que se producen en el interior del hogar, principalmente en la cocina
 - b) Almacenar lo que no se pueda incinerar, en un depósito con tapa para evitar que proliferen las moscas y otros insectos
 - c) Proceder a la diaria incineración de la basura que si lo permita, y para aquella que no facilite esa operación, emplear métodos de confinamiento y enterramiento, los cuales consisten básicamente de lo siguiente:
 - Construcción de un foso excavado en el patio, seleccionando para un lugar alejado de la vivienda y cubriéndolo con lámina, madera o cualquier otro material

- Depositar dichos desperdicios en forma de capas y cubrirlos de igual manera, con tierra o con la ceniza producto de la basura que pudo ser incinerada diariamente

B) Destrucción mediante incineración

Donde el terreno es caro o no está disponible para rellenos sanitarios, los municipios pueden recurrir a la incineración de los desperdicios. Éstos comprenden todos los desechos sólidos, excepto los del cuerpo humano, este material generalmente no es homogéneo y sus características varían considerablemente.

La incineración, es un procedimiento para destruir basuras, que se utiliza con mucha frecuencia en las zonas rurales, a nivel familiar e incluso a nivel comunal. Para llevarlo a cabo se requiere de un pequeño cerco construído con piedra o adobe, para evitar que las cenizas o restos encendidos de basuras se dispersen, o bien con la construcción de un incinerador metálico, pero este es a su vez muy costoso.

El aire, suministra el oxígeno para la combustión de la materia orgánica y ayuda a secar la basura húmeda, si se da el caso de que se queme un exceso de materiales, el aire debe pasar por y entre la basura desde la parte inferior.

A nivel comunal

A) Recolección de basuras

La recolección diaria, es una operación obligada por la presencia de basuras en calles y espacios públicos de una localidad, llegando a realizarse individualmente en zonas que corresponden a cada familia, o bien en forma de equipo de trabajo colectivo. Tanto como medida educativa como para facilitar la operación de limpieza, en lugares de acceso a gran cantidad de personas (escuelas, oficinas de gobierno, parques y otros) resulta conveniente la utilización de depósitos para recolectar basura, estratégicamente colocados en el área referida.

B) Relleno sanitario:

a) Relleno tipo trinchera

Se recomienda en terrenos planos y firmes que permitan lograr una excavación sin derrumbes, con las siguientes dimensiones: 1,80 m de ancho, 5 m de longitud y una profundidad promedio de 1,50 m el volumen de tierra excavada se coloca en ambos lados de la trinchera en forma de bordo, a todo lo largo de ésta.

La basura se deposita en capas uniformes, de espesor aproximado a los 10 cm (de preferencia compactar continuamente), cada una de las cuales será cubierta a su vez con una capa de tierra extraída, compactándolas para aprovechar la capacidad de la trinchera, hasta llegar a unos 20 cm de la superficie, para terminar de llenarla de tierra, y proceder a la excavación de una nueva, paralela a la anterior, a una distancia de 1,50 m este método, es apropiado cuando esté a conveniente distancia de la población contribuyente.

Se debe planear de antemano, el drenaje del sitio, antes, durante y después del relleno. Se deben proveer abrigos contra el viento para impedir que se vuelen de los lugares de descargas, el polvo, papeles y otros objetos y puedan constituir una molestia. También debe planearse de antemano la disposición final del sitio.

La tierra que se utilice como cubierta, no debe tener una alta proporción de arena o arcilla. La arcilla es difícil de manejar y se agrieta al secarse, dejando aberturas para los roedores, insectos y el aire.

La descomposición de un relleno sanitario, es anaerobia y se realiza lentamente, por lo que se debe esperar un tiempo prudencial en años, antes de erigir algún tipo de construcción sobre un relleno sanitario.

Este tipo de rellenos sanitario puede llevarse a cabo por los métodos de zanja o de área, ambos métodos requieren que la basura se compacte y cubra frecuentemente. Se requiere construir un relleno sanitario de proporciones más grandes, las dimensiones y metodología a seguirse en ambos es la siguiente:

- Método tipo zanja

Se obtiene la tierra para recubrir un camellón compactado de basura, excavando de una zanja de 5,00 m a 8,00 m de ancho, de 30 m a 120 m de largo, y, por lo menos, 1 m de profundidad, adyacente al camellón.

Esta zanja se rellena, a su vez, con basura y se cubre con tierra procedente de una zanja adyacente, la basura se debe colocar en la zanja en capas de 30 cm a 60 cm de espesor y de 2,50 m a 3 m de ancho y compactarla. La altura final puede ser de 1,80 m a 3 m Se debe construir diariamente la longitud de camellón que permita alcanzar la altura total y que los lados y la parte superior queden cubiertos al final del día de trabajo.

- Método tipo área

Normalmente se emplea cuando se dispone de terrenos con hondonadas naturales o artificiales, canteras, pozos producidos por extracción de materiales (arena, arcilla, ripio), pantanos, ciénagas y terrenos por debajo del nivel, se apila la basura en capas de 1,80 m a 3 m de profundidad y se cubren frecuentemente con tierra traída de otra parte.

b) Relleno en depresiones

Se lleva a cabo en terrenos cuya topografía es completamente irregular, debido a socavaciones producidas generalmente por fuertes corrientes de agua.

El procedimiento, es idéntico al relleno tipo trinchera, obteniéndose la ventaja de recuperar áreas, que antes de ser niveladas, eran consideradas de nula o escasa utilidad.

Es importante considerar, siembras del relleno terminado, para evitar la erosión (zonas lluviosas).

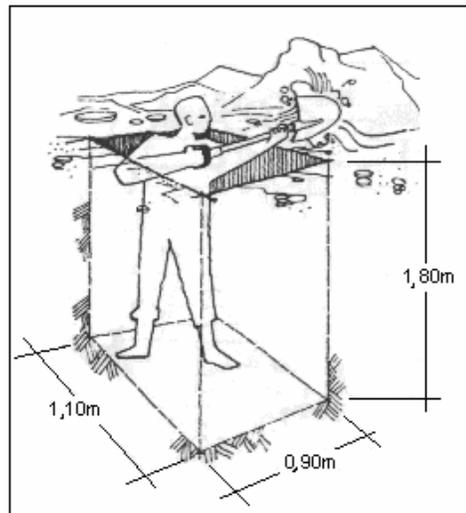
C) Transformación y aprovechamiento

Tanto a nivel familiar como colectivo o comunal, e independiente de la forma final de disposición sanitaria, es necesario seleccionar ciertos desperdicios de materiales (hojalata, vidrios, papel, etc.) en cuanto a basuras se refiere, y desechos provenientes de las excretas animales o de aguas residuales, para ser concentrados en un lugar alejado del área habitada, con la finalidad que aparte de evitar problemas de contaminación, se les pueda dar un previo tratamiento para su debido aprovechamiento.

2.2.4. Diseño de un foso para la eliminación por enterramiento a cielo abierto

En el medio rural, un procedimiento sencillo, económico y sanitario para eliminar basuras caseras, se logra mediante la excavación de un foso igual al de la letrina con las siguientes dimensiones: 0,90 m de ancho, 1,10 m de largo y 1,80 m de profundidad, como se muestra en la figura 18.

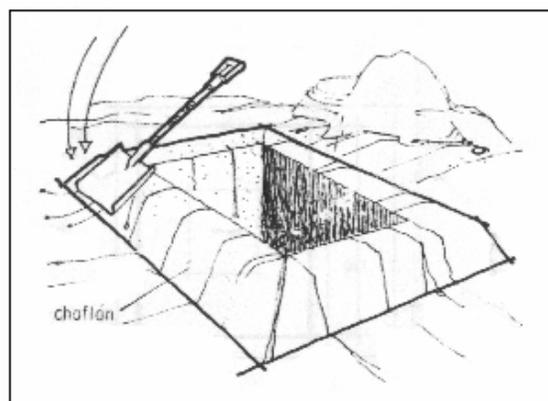
Figura 18. **Construcción de un foso para disposición sanitaria de basuras**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 82.

Luego de haber excavado el foso con las dimensiones dadas, construya un brocal con tierra apisonada para evitar que el agua de lluvia entre al agujero como se muestra a continuación.

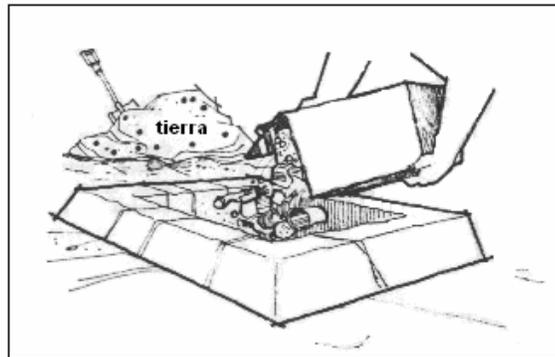
Figura 19. **Construcción de un brocal con tierra apisonada**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 82.

El procedimiento, consiste en vaciar dentro del foso, las basuras domésticas recolectadas en un bote con tapadera durante el día, luego cúbrase con tierra.

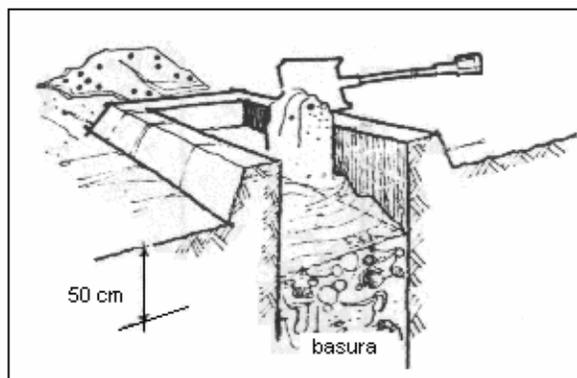
Figura 20. **Eliminación de basura doméstica por enterramiento a cielo abierto**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 83.

Una vez que la basura llega a una altura de 0,50 metros con respecto al nivel del terreno, quítese el brocal y cúbrase con tierra del nuevo foso que se excavo próximo al primero

Figura 21. **Relleno del foso para la eliminación de basura**



Fuente: Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos. p. 83.

2.3. Disposición de las aguas grises

2.3.1. Generalidades

Las aguas grises, son las generadas por los procesos de un hogar, tales como: el lavado de ropa, utensilios, fregaderos de cocina y baño. Básicamente son aguas con jabón, algunos residuos grasos de la cocina y detergentes biodegradables.

Es importante señalar que las aguas grises pueden transformarse en aguas negras si son retenidas sin oxigenar en un tiempo corto.

2.3.2. Tratamiento de las aguas grises

Existen varias alternativas para el tratamiento de las aguas grises, los denominados "filtros jardinera", consisten en una trampa que retiene las grasas, que provienen principalmente de la cocina. Posteriormente, se dirige esta agua pre-tratada hacia una jardinera impermeable, donde se siembran plantas de pantano, las cuales se nutren de los detergentes y la materia orgánica, evaporan el agua y así la purifican. Gracias a este proceso se puede llegar a rescatar hasta un 70% del agua, que a su vez puede ser utilizada para irrigación.

El sistema de "acolchado", consiste en dirigir el agua gris hacia zanjas rellenas de un acolchado, compuesto normalmente de corteza de árbol triturada, paja u hojas, que se encarga de tratar las aguas, y de paso aumentar la riqueza del suelo al seguir un proceso de compostaje.

Las zanjas y pozos de infiltración, los cuales tratan el agua gris por medio de la infiltración en el suelo, y consisten en excavaciones de profundidad variable, que están rellenas o no de material como la arena y grava.

También empiezan a aparecer en otros países, empresas que se encargan de instalar sistemas para reutilizar las aguas grises, muy demandados para su uso en viviendas unifamiliares, comunidades de vecinos, instalaciones deportivas como campos de fútbol o piscinas, hoteles y universidades.

Estas instalaciones constan de tuberías independientes, por donde circulan las aguas grises hasta llegar a unos depósitos, donde se lleva a cabo un tratamiento de depuración. Gracias a la depuración, el agua se puede reutilizar para alimentar las cisternas de los inodoros, para el riego del jardín o la limpieza de los exteriores.

2.3.3. Método de tratamiento propuesto

Este método, consiste en llevar las aguas grises provenientes del lavado de ropa, regadera o limpieza de utensilios de cocina por medio de un tubo de P.V.C. con un diámetro de 100 mm hacia un pozo de infiltración, el cual consiste en una excavación de forma cuadrada, de profundidad variable, que pueden estar rellenas o no de material como la arena y grava, que permiten infiltrar el agua gris directamente al suelo en espacios reducidos, siempre y cuando, un estudio previo de infiltración en el suelo lo permita.

2.3.4. Lugares de implantación

Los pozos de infiltración de aguas grises, se implantaran en áreas rurales o zonas urbanas, donde aún no exista sistema de alcantarillado sanitario.

2.3.5. Limitaciones

Al pozo de infiltración de aguas grises, no se debe verter el agua proveniente del lavado de maíz, trigo o maicillo, que hayan sido preparados con ceniza ó cal, ya que estos materiales son tan finos que obstruyen la porosidad del suelo muy rápidamente y hace que el agua no se infiltre en el suelo.

Se deben construir a una distancia horizontal, igual o mayor de 15 metros de donde, se ubique los pozos de agua potable, a 5 metros, de una vivienda y a 3 metros, sobre el nivel freático de las aguas.

2.3.6. Pruebas de infiltración

Para efectuar la profundidad del pozo, debe hacerse la prueba de absorción a diferentes profundidades y generalmente el término medio del coeficiente obtenido, sirve para determinar las características de terreno de un sector, para efectuar la prueba de absorción, a medida que se va excavando el pozo a diferentes profundidades, se hacen excavaciones de 0,30 m x 0,30 m de base por 0,35 m de profundidad, a fin de obtener una cifra media.

Después de extraer la tierra desprendida, se coloca en el fondo una capa de 5 cm de arena gruesa o gravilla, luego se llena con agua y se deja que se filtre totalmente. Después se vuelve a llenar de modo que el agua permanezca en él, por lo menos 4 horas, y de preferencia por la noche, para que el terreno se sature, posteriormente se ajusta la altura del agua hasta una profundidad de 0,15 m y se determina el tiempo que tarda en bajar 2,5 cm, a la velocidad de infiltración, midiendo el descenso después de 30 minutos para terrenos normales ó 10 minutos para terrenos arenosos o muy permeables.

Si, por ejemplo, el nivel del agua desciende 0,25 m en treinta minutos, la velocidad de filtración es de 3 minutos (tiempo que tarda en bajar 2,5cm) con esta velocidad de filtración se determina el coeficiente de absorción.

La tabla III, reproduce los coeficientes de absorción del terreno, para un gasto de 190 litros/habitante/día.

Si el consumo de agua, es distinto al indicado, las cifras varían proporcionalmente. Para calcular la dimensión del pozo no debe considerarse el fondo de la excavación, porque se colmata rápidamente, sino la superficie de los taludes bajo la línea de agua, determinada por el nivel de la cañería de llegada.

Tabla III. **Coefficiente de absorción del terreno para gasto de 190l/h/día**

Tiempo en minutos para que el nivel del agua baje 2,5 cm (prueba de absorción)	Superficie de filtración requerida por persona y día en m ²
t	k1
1	0,88
2	1,08
5	1,44
10	2,25
30	4,5
más de 30	terreno inadecuado

Fuente: Francisco Unda Opazo. Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública. p.363.

Conociendo el coeficiente de absorción, la profundidad del pozo se determina con base en la siguiente fórmula.

$$H = \frac{K1 * N}{\pi * D}$$

Donde:

H= profundidad del pozo en metros

K1= coeficiente de absorción en m²/habitante/día

N= número de personas servidas

D= diámetro medio del pozo en metros

Para el presente estudio, las pruebas de infiltración se determinaron por el método de infiltración de doble cilindro, el cual consiste en:

- Instalar en el terreno escogido para la prueba, un juego de dos cilindros de acero, P.V.C., u otro material; huecos en el centro, de 50 cm. de alto, y 30 cm y 20 cm. de diámetro respectivamente;
- Se coloca una placa de acero o de madera, sobre los cilindros golpeándolos con un mazo hasta que el cilindro profundice unos 10 o 15cm, procurando que los mismos estén siempre a nivel;
- Se pone un pedazo de plástico en el interior del cilindro de menor diámetro, para proteger la superficie y se llena de agua el cilindro interior, cubierto con el plástico, midiéndose el tirante y la lectura inicial antes de quitarlo. El cilindro exterior debe de llenarse hasta que alcance aproximadamente un mismo nivel;
- Se retira el plástico rápidamente y se hace la primera lectura del nivel del agua, utilizando una regla o tornillo micrométrico colocado en el interior del cilindro;
- Las lecturas se hacen para diferentes intervalos de tiempo, donde se van anotando descensos en el nivel del agua 2 cm a 3 cm y volviendo a agregar agua. El agua se agrega en un intervalo corto de tiempo, llamado tiempo muerto, por lo general un minuto, en el cual no se calcula la velocidad de infiltración.

Es importante hacer la observación que el agua entre los dos cilindros, es para minimizar la infiltración lateral, por lo que es necesario mantener los dos niveles de agua a la misma altura.

Es recomendable que en suelos de alta permeabilidad (arenas), hacer la lectura inicial retirando el plástico con la menor pérdida de tiempo posible, de modo de poder evaluar correctamente la velocidad de infiltración, que es más rápida al inicio de la prueba.

Los sitios de los ensayos, se realizaron en los caseríos Amatillo Centro y El Chucte, con una infiltración básica de 9,56 cm/h y 13,85 cm/h respectivamente, promediando una infiltración básica aceptable para el área bajo estudio de 11,71 cm/h ($3,25 \times 10^{-3}$ cm/s) por lo que considera un suelo apto para la construcción del pozo según OPS/CEPIS, Diseño de Pruebas de Infiltración, pág. 8.

Tabla IV. **Clasificación de los terrenos según su infiltración**

CLASE DE TERRENO	TIEMPO PARA INFILTRAR 5,0 cm
Rápidos	Menos de 10 minutos
Medios	Entre 10 a 30 minutos
Lentos	Entre 30 a 60 minutos

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. Especificaciones técnicas para el diseño de zanjas y pozas de infiltración. p. 8.

2.3.7. Diseño de un pozo de infiltración para el tratamiento de aguas grises

Los pozos de infiltración de aguas grises, consisten en un foso de forma cuadrada en un rango de 1 m, hasta 2 m de lado y profundidad mínima de 2 m, el cual es relleno con una capa de piedra bolón de 4 a 9 centímetros de diámetro, en un espesor de 1 m, más una capa de arena con granulometría entre # 20 y # 60, de 0,50 m de espesor, dejando 0,50 m libre para colocar la tubería de entrada, y para el mantenimiento cuando este sea requerido. La capacidad de los pozos depende de las siguientes condiciones:

- Calidad del agua que se vierta, puesto que entre menos cantidad de sólidos, aceites y grasas, contengan, el agua tendrá mayor facilidad de infiltración.
- Capacidad de infiltración del suelo.
- Mantenimiento frecuente del sistema.

La forma del dispositivo, será cuadrada, por lo que el largo será igual al ancho.

L = largo en metros

A= ancho en metros

L =A

Profundidad útil mínima= 1,50 m

Espacio vacío = 0,50 m

Volumen de diseño = 3,0 * Qm.

Para la dotación de agua potable, se utilizará por llena-cántaros, con un valor de 60 litros/habitante/día, ya que se consideran poblaciones rurales de escasos recursos según el Instituto de Fomento Municipal INFOM.

Para el factor de consumo de agua potable (fcap), se tomará un valor del 80%, ya que se considera que del 75% al 90% del consumo de agua de una población, retorna al alcantarillado, es decir que el agua de desecho doméstico esta relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje, por lo que el caudal domestico o domiciliar queda integrado de la siguiente manera.

$$Q_m = \frac{\text{dotación} * \text{población} * \text{fcap}}{86\ 400}$$

$$Q_m = \frac{60 \text{ lt/hab/dia} * 2000 \text{ hab} * 0,80}{86400} = 1,11 \text{ lt/seg}$$

$$\text{Vol.diseño} = 3 * Q_m$$

$$\text{Vol.diseño} = 3 * (1,11 \text{ lt /seg}) = 3,33 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol.pozo} = L * A * \text{profundidad}$$

$$\text{Donde } L = A$$

$$\text{profundidad} = \frac{\text{Vol.pozo}}{(L * A)}$$

Se propone el largo y ancho para el pozo de 1,25 m para una profundidad de:

$$\text{profundidad} = \frac{3,33 \text{ m}^3}{(1,25 \text{ m} * 1,25 \text{ m})} = 2,13 \text{ m}$$

Dimensiones del pozo

$$\text{Largo} = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad} = 2,13 \text{ m}$$

Para un volumen total de $3,3 \text{ m}^3$

2.4. Diseño de campaña de educación sanitaria

El saneamiento básico, consiste también en educar a las personas, tanto adultos como niños y se debe tener en cuenta las percepciones, creencias y prácticas de la gente, prestando especial atención al papel de la mujer en la comunidad. Los métodos y materiales educativos deben tener sensibilidad cultural y relativa al género, y usar un nivel de lenguaje comprensible y adecuado para el grupo, aunque lograr el cambio de hábitos de higiene en las comunidades rurales es una tarea primordial de la educación sanitaria, un componente generalmente marginado en los proyectos de saneamiento básico.

Por lo general, son los agentes de salud comunitarios (ASC) los encargados de la educación sanitaria en la comunidad.

Los ASC, son personas escogidas por la comunidad y formados para hacer frente a los problemas de salud de sus miembros, trabajando en estrecha relación con los servicios de salud, por lo general poseen un nivel de instrucción elemental, es decir, saben leer, escribir y hacer cálculos matemáticos sencillos.

Las campañas de educación sanitaria, se deben realizar, en trabajo con la población, mediante métodos auxiliares de enseñanza, o por medios de comunicación social de la comunidad, estas nos enseñan a tomar buenos hábitos de higiene personal y del medio, para tener una vida saludable y libre de enfermedades, siempre y cuando se sigan los consejos que a continuación se presentan y de algunos conceptos que debemos de tomar en cuenta.

La higiene, se refiere al conjunto de prácticas y comportamientos, orientados a mantener unas condiciones de limpieza y aseo que favorezcan la salud de las personas. Esta se divide en: higiene corporal e higiene mental; las dos son importantes para garantizar salud y bienestar para las personas.

La higiene corporal, se refiere al cuidado y aseo del cuerpo

La higiene mental, se refiere al conjunto de valores y hábitos que nos ayudan a relacionarnos de mejor forma con los demás y nos hacen sentirnos valorados, respetados y apreciados dentro de un grupo social.

La falta de hábitos higiénicos adecuados, por parte de las personas, se convierte en un problema grave, no sólo por lo desagradable de una mala apariencia o de los malos olores, sino por el potencial peligro de transmisión de virus y gérmenes a otras personas.

La buena o mala higiene, incide de manera directa en la salud de las personas, son muchas las enfermedades relacionadas con las malas prácticas de higiene. Por ejemplo: la diarrea, las enfermedades gastrointestinales, la conjuntivitis, las infecciones de la piel, la pediculosis, la gripa, etc.

A continuación se describen los principales hábitos de higiene personal y del medio y su importancia, que se deben tomar en cuenta en una campaña de educación sanitaria:

La ducha diaria es la mejor forma de aseo

Con esta práctica se controlan olores naturales de nuestro cuerpo, que son producidos básicamente por la transpiración o sudor. De igual forma evitamos la presencia de gérmenes y bacterias que puedan afectar la salud de nuestra piel.

Figura 22. **Aseo personal**



Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico, reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Alimentos e higiene, hábitos de higiene personal y del medio. p. 143.

El lavado del cabello, debe realizarse por lo menos dos veces por semana, teniendo cuidado de usar un champú acorde al tipo de cabello. La caspa no es necesariamente sinónimo de desaseo, puede darse por resequedad en el cuero cabelludo.

Cuidado con los piojos, los piojos son parásitos que se adhieren al cuero cabelludo (los niños más pequeños son los más afectados). Se propagan fácilmente, especialmente en lugares donde muchos niños, conviven o comparten gran parte de su tiempo.

Los adultos deben estar atentos a su posible aparición y solo en caso de producirse, debe seguirse un tratamiento correcto y completo como el siguiente:

- Empapar el cabello sin lavar, con una loción o champú contra piojos, dejándolo actuar durante unas 2-4 horas;
- No tapar la cabeza con toallas, porque absorben el producto. Se puede cubrir la cabeza con un gorro plástico;
- No secar el cabello con secador, pues se pierde el efecto de la loción;
- Lavar el cabello con champú normal o contra piojos y enjuagarlo con agua y vinagre (una parte de vinagre y dos de agua), para despegar las liendres;
- Este tratamiento se puede realizar 3 veces, cada 10 días; aunque depende de las indicaciones de la fórmula registrada en el medicamento;
- Quitar las liendres con la mano, que es lo más eficaz, o usar la peinilla para piojos durante 5-10 minutos;
- Las prendas; toallas, ropa de cama, etc., debe lavarse con agua caliente;
- Los peines, adornos del pelo, etc., se sumergirán en loción contra piojos durante unos 10 minutos;
- Es muy importante examinar a todos los que conviven en una casa, cuando hay una persona con piojos, y aplicar el tratamiento a los que estén afectados;
- No intercambiar objetos de uso personal como toallas o peines.

Importante: jamás intente empapar o lavar el cabello de los niños o niñas, con plaguicidas agrícolas o caseros para pulgas u otros insectos. Estas sustancias pueden intoxicar o envenenarlo causando lesiones graves y hasta la muerte.

La limpieza y corte de las uñas de manos y pies, evita la adquisición de gérmenes y bacterias así como de infecciones.

El cuidado de los ojos, previene de enfermedades e infecciones

Los ojos son órganos muy delicados, por lo tanto no deben tocarse con las manos sucias ni con pañuelos u otros objetos. Su mecanismo propio de limpieza son las lágrimas.

Al estudiar, leer o ver televisión, es importante mantener buena iluminación de los espacios, evitando así un mayor esfuerzo de la vista. Es importante hacer un control médico para prevenir cegueras y otras enfermedades de la vista.

La higiene de la nariz es fundamental para lograr una buena respiración

La nariz deja entrar el aire para que llegue a los pulmones, con la temperatura y humedad adecuadas, y libre de partículas extrañas. La producción de segregación mucosa es un proceso natural que sirve como lubricante y filtro para el aire. Sin embargo, es necesario retirarlos varias veces al día, pues además de la incomodidad que representan, contienen partículas y microorganismos filtrados que pueden propiciar enfermedades. Es conveniente evitar meterse objetos en la nariz.

La higiene de las manos es la mejor barrera para evitar muchas enfermedades

Gracias a las manos, nos es posible desarrollar todas las actividades de la casa, la escuela y el trabajo. El contacto permanente de estas con papeles, alimentos crudos, objetos, dinero, animales o ambientes sucios, favorece el transporte de gérmenes y bacterias causantes de enfermedades como la conjuntivitis, el herpes e infecciones gastrointestinales.

Debemos mantenerlas limpias, porque con ellas nos tocamos la cara, los ojos, la boca, agarramos algunos alimentos y tocamos a los bebés y otras personas.

Un hábito fundamental debe ser el lavado de las manos después de ir al baño y también antes de tocar o consumir los alimentos, tanto en la casa como en la escuela y en cualquier otro lugar.

¿Cuándo se contaminan nuestras manos?

- Al utilizar el baño
- Al manipular residuos
- Al coger objetos sucios o contaminados
- Al cambiar pañales a los niños pequeños
- Al tocar animales domésticos o sus heces
- Al manipular alimentos crudos como carne, pollo, frutas y verduras
- Al tener contacto con objetos utilizados por muchas personas como el dinero, las barandas de las escaleras, las manijas de los buses, el teléfono público, etc.
- Al taparnos con nuestras manos para estornudar o toser
- Al tocar diversas zonas corporales contaminadas como boca, nariz o cabello

Figura 23. **Contaminación de las manos**



Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guía práctica para maestras y maestros de escuelas rurales. p. 24.

¿Cuándo hay que lavarse las manos?

- Antes de las comidas
- Antes de alimentar a los niños
- Antes de darle de mamar
- Antes y después de preparar la comida, especialmente cuando se manipula carne cruda, pollo o pescado
- Tras usar el baño o ayudar a limpiar a un niño, o bien después de cambiarle los pañales a un bebé
- Después de sonarse la nariz, toser o estornudar sobre las manos
- Antes y después de estar con una persona enferma
- Antes y después de curar una herida
- Antes de ponerse o quitarse lentes de contacto
- Después de jugar con juguetes que se han compartido con otros niños o niñas
- Después de tocar a una mascota o tener contacto con sus desperdicios

Recomendaciones para el lavado de manos:

- Mojarse de las manos a los codos con agua, y enjabonarse hasta formar espuma;
- Refregarse las manos durante 20 segundos;
- Enjuagarse bien las manos y los codos;
- Secarse las manos con toallas personales;
- Usar la misma toalla para cerrar la llave;
- Usar esa misma toalla para abrir la puerta.

La higiene de la boca evita diversas enfermedades

El mal aliento, así como los malos olores, se constituye en una de las principales causas de rechazo a las personas. La mejor forma de prevenirlo es haciendo un adecuado y periódico lavado de los dientes.

De esta forma, también prevenimos la caries dental y la enfermedad periodontal (debilidad y sangrado de las encías). El cepillado en forma de "barrido" de los dientes con una crema fluorada tras cada comida, y la limpieza entre los dientes con seda dental es la medida de prevención más importante. El uso de enjuagues también fortalece la salud oral.

Figura 24. **Lavado de los dientes**



Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico, reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Alimentos e higiene, hábitos de higiene personal y del medio. p. 146.

La higiene de los oídos facilita la buena escucha

Es conveniente evitar que el agua entre a los oídos, y su aseo debe hacerse de manera periódica, teniendo en cuenta las recomendaciones de un médico. Es importante tener en cuenta que no se deben introducir objetos en los oídos como: ganchos, pinzas, palillos u otros. El lavado de los oídos debe practicarlo un experto.

La higiene de los genitales es clave para evitar infecciones

Aunque el baño diario no hace daño a nadie, hay momentos en los que algunas personas a causa de enfermedades, tratamientos o accidentes no pueden hacerse un baño completo. Sin embargo el aseo de las zonas genitales debe hacerse a diario. Con ello no sólo se evitan los malos olores, sino la adquisición de infecciones y enfermedades.

Higiene de la vivienda

El aseo diario de la vivienda, se constituye en una de las principales formas de evitar la contaminación de los diferentes espacios y de prevenir la presencia de plagas y por ende de enfermedades.

Esta rutina incluye:

La limpieza de la cocina, quitando la basura y limpiando las hornillas y todos los utensilios (molino o piedra de moler, estantes, plateras, refrigeradora, etc.).

Es necesario barrer y limpiar diariamente la vivienda y sus alrededores, tomando en cuenta que si el suelo es de tierra es necesario humedecerlo, para evitar el amontonamiento de residuos.

En el interior de la vivienda, es necesaria la limpieza de techos, paredes, puertas, ventanas y muebles, incluyendo las camas. Se recomienda mover o cambiar periódicamente de sitio los muebles, por lo menos unas dos veces al año.

Es importante el aseo diario del baño, letrina o unidad sanitaria para evitar malos olores y proliferación de gérmenes, hongos y bacterias. Para ello es importante usar jabón y desinfectante.

Se le debe de inculcar a los niños y las niñas, responsabilidades relacionadas con el aseo de los diferentes espacios del hogar. Por ejemplo, el lavado del baño es una responsabilidad compartida con todos los miembros de la familia, pues todos hacen uso del sanitario, y los niños y las niñas deben contribuir a mantenerlo limpio.

El baño, al ser un espacio privado, debe contar con puerta y seguro. Es necesario que los adultos de la casa den ejemplo de respeto a la privacidad del niño o niña así como a ellos se les exige lo propio con los adultos.

La ropa de camas, debe lavarse con cierta periodicidad, dado que allí por falta de aseo se reproducen ácaros que causan problemas en la piel y alergias en las personas.

De igual forma el lavado de la ropa exterior e interior de las personas es fundamental. En lo posible esta ropa debe ser expuesta al sol, con lo cual se logran erradicar muchos microbios.

Es importante ventilar diariamente la vivienda. Para ello se deben abrir puertas y ventanas.

Los alrededores de la vivienda como patios, jardines y solares, deben mantenerse limpios y libres de basura, para evitar la proliferación de ratas, zancudos, moscos y plagas.

En sitios de clima caliente, en donde proliferan los insectos, es importante colocar mallas muy finas o cedazo en las ventanas y utilizar toldillos o pabellones en las camas. De esta forma se pueden evitar picaduras de insectos y sus consecuentes enfermedades.

Los recipientes con agua para consumo humano y para otros usos, deben mantenerse bien tapados.

El lugar en donde duermen y permanecen los animales debe estar lejos de la vivienda y mantenerse también aseado y libre de estiércol.

Es necesario disponer de recipientes con tapa para el almacenamiento adecuado de las basuras. Estas deben estar alejadas de la cocina, los dormitorios y el comedor.

Higiene en la escuela

Una buena higiene solo se logra si las personas aprenden a tener hábitos que protejan su salud y bienestar. Los hábitos, son aquellos comportamientos que se hacen a diario y de manera permanente; sólo se consideran hábitos cuando se practican todos los días.

La escuela se constituye en un espacio fundamental para lograr inculcar hábitos.

Los docentes de la escuela deberán enseñar a los niños y a las niñas a:

- Trabajar juntos para mantener limpia la escuela y sus alrededores
- Barrer la escuela todos los días
- Recoger la basura de los alrededores de la escuela (todos los niños y niñas deberán participar de esta actividad)
- Tener un sitio dispuesto para almacenar la basura y cada semana quemarla o enterrarla, si no se cuenta con un carro recolector
- Asear los salones o aulas de clase todos los días
- Rosear las matas y jardines de la escuela
- Lavar los baños (también es importante que todos los niños y niñas participen de esta actividad)

Todos somos responsables del buen uso y aseo de los baños, puesto que todos hacemos uso de ellos y al hacerlo nos beneficiamos.

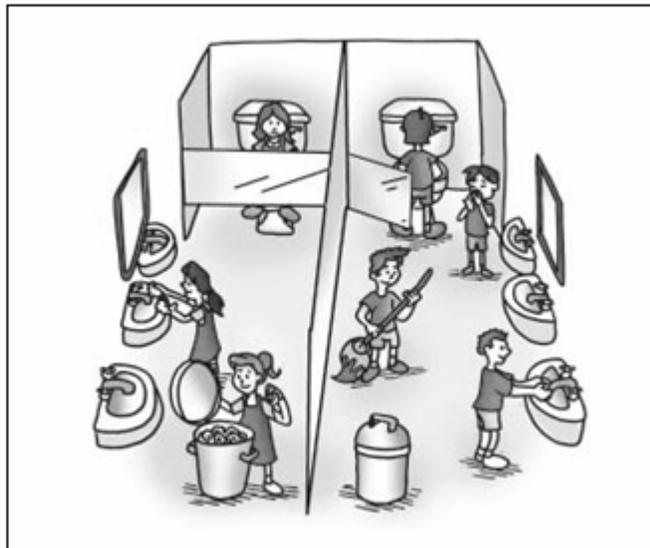
Pero esta responsabilidad no es sólo de los adultos. También los niños y las niñas están llamados a asumir comportamientos y prácticas adecuadas, para contribuir al cuidado de estos espacios.

En la escuela; debemos promover en los niños y las niñas, prácticas y comportamientos adecuados a través de diferentes estrategias como, establecimiento de horarios para uso de los sanitarios en la escuela.

Si la escuela no cuenta con personal para el aseo es importante que maestros, niños y niñas, hagan el aseo diario de los mismos (estimular a los niños que logren mantener los sanitarios en buenas condiciones). Para ello se sugiere establecer turnos; en todo caso el lavado de los sanitarios debe ser tarea de todos y no ser considerado como un castigo para quienes no han cumplido con algún deber.

Asignar el uso de unos baños para uso exclusivo de niñas y otros para uso exclusivo de los niños.

Figura 25. **Limpieza de los sanitarios en la escuela**



Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico, reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Manejo y disposición de las excretas y aguas residuales. p. 84.

Si la institución educativa, cuenta con sanitarios exclusivos para maestros, se recomienda que el personal encargado o los mismos maestros, sean quienes les hagan aseo. En ningún caso deberá asignarse esta responsabilidad a los niños y niñas, pues ellos no los están utilizando. Es importante recordar que el maestro debe dar el ejemplo.

Para fortalecer la práctica de hábitos de aseo personal es importante que el docente:

- Haga que cada día, antes y después del refrigerio o almuerzo escolar, los niños y las niñas, se laven las manos y se cepillen los dientes
- Inspeccione las uñas de los niños y niñas, y haga que las corten una vez a la semana
- Inspeccione sus cabezas para ver si tienen piojos. Si es así se deberá comunicar a sus padres para que inicien un proceso de limpieza en los niños
- No permita que anden descalzos, ya que por la piel entran los parásitos, escupan en el suelo, boten basura o pongan cosas sucias en su boca.
- Resalte siempre las conductas higiénicas de niños y niñas, y valore su esfuerzo por mantenerse limpio

Lo más importante es que el maestro de el ejemplo, para ello se recomienda que el maestro deba:

- Preocuparse por su apariencia personal
- Presentarse limpio y arreglado al aula de clase
- Exigir que el salón siempre esté limpio y bien dispuesto para iniciar la clase

- Participar con los niños y las niñas en las actividades del aseo sin descargar en ellos la total responsabilidad

Higiene de los alimentos

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la higiene alimentaria comprende todas las medidas necesarias para garantizar la inocuidad sanitaria de los alimentos, manteniendo a la vez el resto de cualidades que les son propias, con especial atención al contenido nutricional.

La higiene de los alimentos abarca un amplio campo que incluye la manipulación de los alimentos de origen vegetal, la cría, alimentación, comercialización y sacrificio de los animales, así como todos los procesos sanitarios encaminados a prevenir que las bacterias de origen humano lleguen a los alimentos.

La contaminación de alimentos se produce desde diferentes fuentes así: el aire, el agua, el suelo, los seres humanos, los animales y demás seres vivos.

No todos los microorganismos que contaminan los alimentos crudos tienen la misma importancia sanitaria, unos se denominan microorganismos alterantes y los demás se denominan microorganismos patógenos.

En la vivienda

La preparación de los alimentos en la vivienda, también requieren cuidados especiales por parte de las personas implicadas.

La limpieza, empieza por las personas que van a manipular los alimentos, y en orden de prioridad sigue la cocina con sus estantes, alacenas, electrodomésticos, recipientes y loza. Estos cuidados garantizan que los alimentos estén libres de contaminación.

Algunas normas importantes a tener en cuenta:

- Escoger alimentos cuyo tratamiento previo garantice que son seguros (que su manipulación se haya basado en las indicaciones expuestas)
- Preparar los alimentos con agua hervida o potable
- Lavar y desinfectar las frutas verduras y hortalizas, especialmente si se van a consumir crudas
- Antes de abrir un enlatado leer su fecha de vencimiento
- Hervir la leche cruda antes de consumirla
- No guarde alimentos enlatados, estos deben ser consumidos en su totalidad de forma inmediata una vez destapados
- No mezclar alimentos crudos con alimentos cocidos
- Consumir los alimentos inmediatamente después de su preparación y si no se consumen de inmediato, refrigerarlos
- Lavarse las manos con la frecuencia necesaria
- No estornudar o toser sobre los alimentos
- Tener los recipientes de basura alejados de la zona de preparación de alimentos
- Enseñar a los niños y niñas a no consumir alimentos preparados en sitios públicos, como la calle y las ventas ambulantes
- Proteja los alimentos y las áreas de la cocina, de insectos, mascotas y de otros animales (guarde los alimentos en recipientes cerrados)

Figura 26. **Contaminación de los alimentos por medio de los insectos**

Excremento → **INSECTOS** / Alimentos / **BOCA** → **Diarrea**



Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guía práctica para maestras y maestros de escuelas rurales. p. 25.

Higiene de los animales

La higiene relativa a los animales domésticos, es esencial. El contacto entre el hombre y el animal es frecuente, en ocasiones, este contacto puede ser un riesgo y se puede entrar en contacto con agentes patógenos.

En las viviendas, es un acto frecuente que las personas acaricien y consientan sus mascotas. A los perros, gatos, roedores o incluso a animales exóticos. El pelo es portador de sustancias que pueden ser muy alérgicas para la piel y la piel del animal puede tener parásitos.

También es habitual que los perros y los gatos laman las manos de las personas.

En muchas ocasiones, laman la boca de los niños y hasta comparten sus alimentos, lo cual favorece la transmisión de agentes patógenos (cuyo número, es especialmente elevado en la saliva).

Las mordeduras y los arañazos, facilitan la transmisión de enfermedades al hombre, ya que los agentes patógenos pueden pasar a la sangre. Una mordedura, por ejemplo, puede transmitir el virus de la rabia si éste se encuentra presente en la saliva del animal.

La inhalación, aunque resulta más difícil de percibir, provoca el contacto del organismo con los agentes causantes de alergias.

Recomendaciones para el manejo adecuado de los animales domésticos:

- Vacunar periódicamente a los animales
- Proporcionar buen trato a las mascotas
- Destinar un lugar apartado de los habitantes de la vivienda para el alimento y descanso de los animales
- Si hay animales de distinta especie, cada uno debe contar con su lugar especial
- Lavar y desinfectar periódicamente los sitios donde permanecen los animales
- Disponer a diario y de manera adecuada las excretas de los animales.
- Bañar por lo menos una vez al mes al perro
- Lavarse las manos después de tocar las mascotas
- Asearse muy bien después de tener contacto con los animales, en especial si se van a preparar los alimentos
- Consultar al médico veterinario o promotor de salud del municipio, cómo y cuándo se deben vacunar los animales, y qué tipo de alimentación y tratamiento requieren según sea su especie

2.5. Presupuesto en obra en construcciones sanitarias

2.5.1. Costo de materiales

Tabla V. Costo de materiales para letrina

No.	REGLÓN/DESCRIPCIÓN	COSTO (Q)
	letrina mejorada de pozo ventilado	
1	plancha 1,10m x 1,30 m	98,80
2	brocal de piedra bola 0,30 x 0,30 m	154,24
3	taza de concreto sin armado	91,35
4	ventilación p.v.c. 4" de diámetro	130,00
5	asiento y tapadera para taza	37,60
6	puerta para caseta de madera	172,00
7	caseta bahareque	150,00
8	techo palma	100,00
	total	933,99

Tabla VI. Costo de materiales para pozo de infiltración

No.	REGLÓN/DESCRIPCIÓN	COSTO (Q)
	pozo de infiltración para aguas grises	
1	losa + tapadera de concreto armado	383,18
2	brocal de piedra bola de 0.20 x 0.20 m.	89,65
3	conexión tubo p.v.c. 4" diámetro	90,00
4	relleno del pozo	351,00
	total	913,83

2.5.2. Costo de la mano de obra

Tabla VII. Costo de la mano de obra para letrina

No.	RENGLÓN DE TRABAJO	COSTO (Q)
	letrina mejorada de pozo ventilado	
1	plancha de concreto armado 1,10 m x 1,30 m	39,52
2	brocal de piedra bola de 0,30 m x 0,30 m	189,70
3	taza de concreto sin armado	36,54
4	ventilación p.v.c. 4" de diámetro	52,00
5	asiento y tapadera para taza	15,04
6	puerta para caseta de madera	68,80
7	caseta de bahareque	80,00
8	techo de palma	40,00
9	excavación del foso	72,00
	total	593,60

Tabla VIII. Costo de la mano de obra para pozo de infiltración

No.	RENGLÓN DE TRABAJO	COSTO (Q)
	pozo de infiltración para aguas grises	
1	excavación del foso	131,20
2	losa + tapadera de concreto armado	153,27
3	brocal de piedra bola	167,86
4	conexión tubo p.v.c. 4" de diámetro	36,00
5	relleno del pozo	140,40
	total	628,73

Tabla IX. **Costo de la mano de obra para disposición sanitaria de basura**

No.	REGLÓN DE TRABAJO	COSTO (Q)
	foso para disposición sanitaria de basura	
1	excavación del foso	72,00
	total	72,00

2.5.3. Integración del costo final

Tabla X. **Integración del costo final**

No.	REGLÓN/DESCRIPCIÓN	COSTO (Q)
1	plancha letrina concreto 1.10x1.30m.	138,32
2	brocal para letrina de piedra bola	343,94
3	taza de concreto sin armado	127,89
4	ventilación tubo p.v.c. 4" diámetro	182,00
5	asiento y tapadera para taza	52,64
6	puerta de caseta de madera	240,80
7	caseta bahareque	230,00
8	techo palma	140,00
9	excavación del foso	72,00
10	losa+tapadera agua gris	536,45
11	brocal agua gris de piedra bola	257,51
12	conexión tubo p.v.c. 4" de diámetro	126,00
13	excavación del pozo agua gris	131,20
14	relleno del pozo agua gris	491,40
15	excavación del foso para basura	72,00
16	fletes	600,00
17	imprevistos 5%	187,11
	COSTO TOTAL DE CONSTRUCCIÓN	3.929,26

2.6. Evaluación de impacto ambiental

Evaluación de impacto ambiental del proyecto de saneamiento básico en la comunidad El Amatillo, municipio de Jocotán, Chiquimula.

Descripción del proyecto: consiste en la construcción de un sistema de letrización, un foso para basura y un pozo de infiltración. El proyecto abarcara los cuatro caseríos de la aldea, por lo que se construirá una letrina de pozo ventilado para la disposición de las excretas, un pozo de infiltración para aguas grises, y un foso para basura doméstica en cada casa, el proyecto se construirá con materiales propios de la región en su gran mayoría.

Evaluación

Área y situación legal del sitio de ubicación:

El proyecto se ubicará en cada casa, en el cual el dueño es propietario de la misma y se utilizará un área aproximada de 12 metros cuadrados para la ocupación del proyecto.

Aspecto ambiental Aire

El tipo de impacto ambiental que se producirá será el polvo, y se espera que sea generado al momento de la excavación y extracción del suelo del foso para letrina, basura y aguas grises, este se evitará tapándolo para que el aire no levante partículas de polvo.

Aspecto ambiental Agua

No se utilizará agua en gran medida, más que solo la necesaria para la dosificación de los materiales con los que se construirá el proyecto, ni presentará ningún problema a los nacimientos de agua, ya que las letrinas y los pozos para aguas grises se construirán con las medidas y distancias reglamentarias antes vistas para que no se contaminen los mismos, por lo que no generará ningún impacto al ambiente de manera negativa.

Aspecto ambiental suelo

Se excavarán 3 agujeros, para la letrina, para el foso de basura y para el pozo para aguas grises, no tendrán ningún impacto al ambiente, debido a que no serán de gran profundidad ni causará problema alguno a la persona que lo construya, y el suelo que se extraiga será utilizado para la construcción de las paredes de la letrina, siempre y cuando este lo permita.

Aspecto ambiental Biodiversidad

La flora no será afectada, ya que la madera que se utilice para la construcción del techo para la letrina, será la necesaria, al igual que las hojas de palma que se utilicen para la construcción del mismo, de manera que no se deforestarán los bosques de la región para no afectar ningún ecosistema.

Efectos en la salud humana del vecindario

La actividad no representa ningún tipo de riesgos ni molestias a los pobladores cercanos al sitio ni a los trabajadores, ya que no es un proyecto de gran magnitud.

CONCLUSIONES

1. La mejor alternativa para la eliminación de las excretas en zona rural o urbana marginal, cuyas condiciones socioeconómicas no permitan una solución con arrastre hidráulico, es la construcción de letrinas de cualquier tipo.
2. El tipo de letrina que se propone, es la letrina mejorada de pozo ventilado, esto debido a sus ventajas como la eliminación de los malos olores, su fácil construcción, mantenimiento y el bajo costo, ya que muchos materiales para su construcción son propios del lugar.
3. Con la construcción de la letrina de pozo ventilado, se estará aislando las excretas, eliminando los malos olores, lo desagradable que son a la vista, al igual que se reducirán los focos de contaminación, ya que al estar expuestas al aire libre, éstas contaminan el agua, suelo, alimentos y animales ya que son elementos que llevan los microbios al hombre, afectando principalmente a los niños.
4. Los conocimientos y las actitudes que se obtengan mediante una campaña de educación sanitaria, no sólo aumentan el bienestar de la población, sino que también les permite ayudarse a sí mismos, a su familia y a la comunidad.

5. La construcción de obras de saneamiento que vienen acompañadas de un fuerte componente de capacitación y promoción de la salud, logra un mayor impacto en la salud de los beneficiarios y mejora la sostenibilidad de los proyectos.
6. Los resultados obtenidos de los ensayos de infiltración en el campo, se comportan aceptablemente, ya que la infiltración básica promedio para el área bajo estudio es de 11,71 cm/h ($3,25 \times 10^{-3}$ cm/s), por lo que el suelo se clasifica como medio, ya que es capaz de infiltrar 5 cm entre 10 a 30 minutos, lo que equivale a 30 cm/h a 10 cm/h, según OPS/CEPIS.
7. Mediante la construcción de un pozo para tratar las aguas grises, se mejorará la salud de la comunidad, puesto que se evitará el estancamiento de aguas que propician el desarrollo de mosquitos transmisores de enfermedades tales como: malaria, dengue, fiebre amarilla, entre otras; así como también lo desagradable que es a la vista, los malos olores, y la contaminación de las fuentes de agua cercanas.
8. Se reducirán los focos de contaminación, generados por la basura doméstica, mediante la construcción de un foso para su tratamiento, ya que la basura es tirada a la calle y ésta se convierte en criadero de insectos y roedores.

RECOMENDACIONES

1. Velar por el buen uso y conservación de las obras sanitarias, durante su ejecución y cuando esté en servicio, en coordinación con miembros de los comités de desarrollo y salud, para prolongar la vida útil de las mismas.
2. Promover hábitos de higiene por medio de campañas de educación sanitaria, como la que se presenta en este informe, para hacerle frente a los problemas de salud, éstas pueden ser impartidas por personas escogidas por la comunidad que sepan leer y escribir, por medio de métodos auxiliares de enseñanza o por medios de comunicación social de la zona.
3. Los pozos de infiltración para aguas grises, sólo deberán ser construídos en suelos permeables, para suelos arcillosos se deberán usar otros métodos.
4. Los precios de los materiales y la mano de obra para la construcción de las diferentes obras sanitarias, fueron tomados al momento de realizar este informe y se deben actualizar al momento de construirlas.
5. No se debe excluir el empleo de materiales poco resistentes para la construcción de casetas para letrinas, si han sido usados tradicionalmente en la construcción de casas de la zona.

6. La basura doméstica, no debe quedar expuesta en el foso, por lo tanto ésta debe ser enterrada, para no convertirse en un criadero de insectos y roedores.

BILBIOGRAFÍA

1. ALVARADO REYES, Samuel Porfirio. “Ventilación de letrinas y soluciones alternativas”. Tesis. Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1987. p. 13-37.
2. BERDUCIDO SANTIZO, Guillermo Novel. “Técnicas de promoción, organización comunitaria y de construcción, para el saneamiento del medio rural”. Trabajo de Graduación. Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. p. 75-89.
3. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio. *Normas Técnicas para diseños de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural y saneamiento básico rural*. NTON 09 002-99. Nicaragua, 2001. p. 9-11.
4. Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia Social. *Manual de saneamiento. Vivienda, agua y desechos*. México: Limusa, 1978. p. 33-82.

5. GALÁN GARCÍA, Roberto, GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Ernesto, HERRERA RÍOS, Nubia. “Estudio sobre la capacidad de infiltración y permeabilidad de la cuenca Santa María de Jesús”. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1987. p. 22-39.
6. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Manual de educación en salud*. Guatemala, 1992. p. 5-9.
7. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Secretaría de Recursos Hidráulicos de la Presidencia; FONAPAZ; UNICEF. *Guía práctica para maestras y maestros de escuelas rurales*. Programa Agua Fuente de Paz. Guatemala: Serviprensa Centroamericana, 2005. p.19-28.
8. OPS/CEPIS. *Guía de diseño para letrinas de procesos secos*. Lima, 2005. p. 13-21.
9. UNDA OPAZO, Francisco. *Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. México: Unión Tipográfica Hispano Americana, 1969. p. 345-366.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE SANEAMIENTO REALIZADA EN LA ALDEA EL AMATILLO MUNICIPIO DE JOCOTÁN, CHIQUIMULA

1. ¿Cuenta con agua entubada para consumo humano en su comunidad?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	220	88%
NO	30	12%
Total	250	100%

2. ¿Utilizan el agua de lluvia para consumo humano?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	55	22%
NO	195	78%
Total	250	100%

3. ¿Utilizan cloro o algún otro método para la desinfección del agua?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	118	47%
NO	132	53%
Total	250	100%

4. ¿Sabía usted que el agua contaminada es causante de muchas enfermedades como la diarrea?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	242	97%
NO	8	3%
Total	250	100%

5. ¿Qué hacen con la basura que sacan de su casa?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
a	188	75%
b	62	25%
Total	250	100%

6. ¿Sabía que la basura es un medio apropiado para la multiplicación de moscas, cucarachas y roedores la cual es causante de muchas enfermedades?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	250	100%
NO	0	0%
Total	250	100%

7. ¿Cuenta con letrina propia?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	40	16%
NO	210	84%
Total	250	100%

8. ¿Si no cuenta con letrina propia sus necesidades las realiza en el monte?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	210	84%
NO		
Total	210	84%

9. ¿Sabía usted que hacer sus necesidades en la calle o en un lugar que no sea una letrina puede contaminar los nacimientos de agua y quebradas cuando llueve?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	112	45%
NO	138	55%
Total	250	100%

10. ¿Estaría dispuesto a construir su propia letrina si le indicaran como hacerlo?

Respuesta	No. Viviendas	Porcentaje
SÍ	230	92%
NO	20	8%
Total	250	100%

APÉNDICE 2: PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

Tabla XI. Prueba de infiltración 1

PRUEBA DE INFILTRACIÓN 1 CON CILINDRO CONCÉNTRICO								
1	2	3	4	5	6	7	8	
tiempo	intervalo tiempo muerto	intervalo entre lecturas (min)	tiempo acumulado	lectura (cm)	diferencia de lectura (cm)	infiltración en (cm/hora)	infiltración a partir del modelo $I=20,365(T)^{-0,1655}$	infiltración acumulada (cm) $Z=0,4067I^{0,8345}$
10:50:00				36				
10:50:15		0,25	0,25	35,9	0,1	24	25,62	0,13
10:50:30		0,25	0,50	35,8	0,1	24	22,84	0,23
10:50:45		0,25	0,75	35,7	0,1	24	21,36	0,32
10:51:00		0,25	1,00	35,6	0,1	24	20,37	0,41
10:52:00		1,00	2,00	35,3	0,3	18	18,16	0,73
10:53:00		1,00	3,00	35	0,3	18	16,98	1,02
10:54:00		1,00	4,00	34,8	0,2	12	16,19	1,29
10:55:00		1,00	5,00	34,6	0,2	12	15,60	1,56
11:00:00		5	10,00	33,5	1,1	13,2	13,91	2,78
11:05:00		5	15,00	32,5	1	12	13,01	3,90
11:10:00		5	20,00	31,4	1,1	13,2	12,40	4,95
11:15:00		5	25,00	30,4	1	12	11,95	5,97
11:20:00		5	30,00	29,4	1	12	11,60	6,95
11:21:00	1		31,00	38			11,54	7,14
11:26:00		5	36,00	37,1	0,9	10,8	11,25	8,09
11:31:00		5	41,00	36,9	1,2	14,4	11,01	9,02
11:36:00		5	46,00	34,9	1	12	10,81	9,93
11:41:00		5	51,00	33,8	1,1	13,2	10,62	10,82
11:46:00		5	56,00	32,9	0,9	10,8	10,46	11,70
11:51:00		5	61,00	31,9	1	12	10,31	12,56
11:56:00		5	66,00	31	0,9	10,8	10,18	13,42
12:01:00		5	71,00	30,2	0,8	9,6	10,06	14,26
12:06:00		5	76,00	29,5	0,7	8,4	9,95	15,09
12:07:00	1		77,00	33			9,92	15,26
12:17:00		10	87,00	31,4	1,6	9,6	9,73	16,90
12:27:00		10	97,00	29,9	1,5	9	9,55	18,50
12:37:00		10	107,00	28,5	1,4	8,4	9,40	20,08
12:47:00		10	117,00	27	1,5	9	9,26	21,64
12:57:00		10	127,00	25,6	1,4	8,4	9,13	23,17

Figura 27. Velocidad de infiltración 1

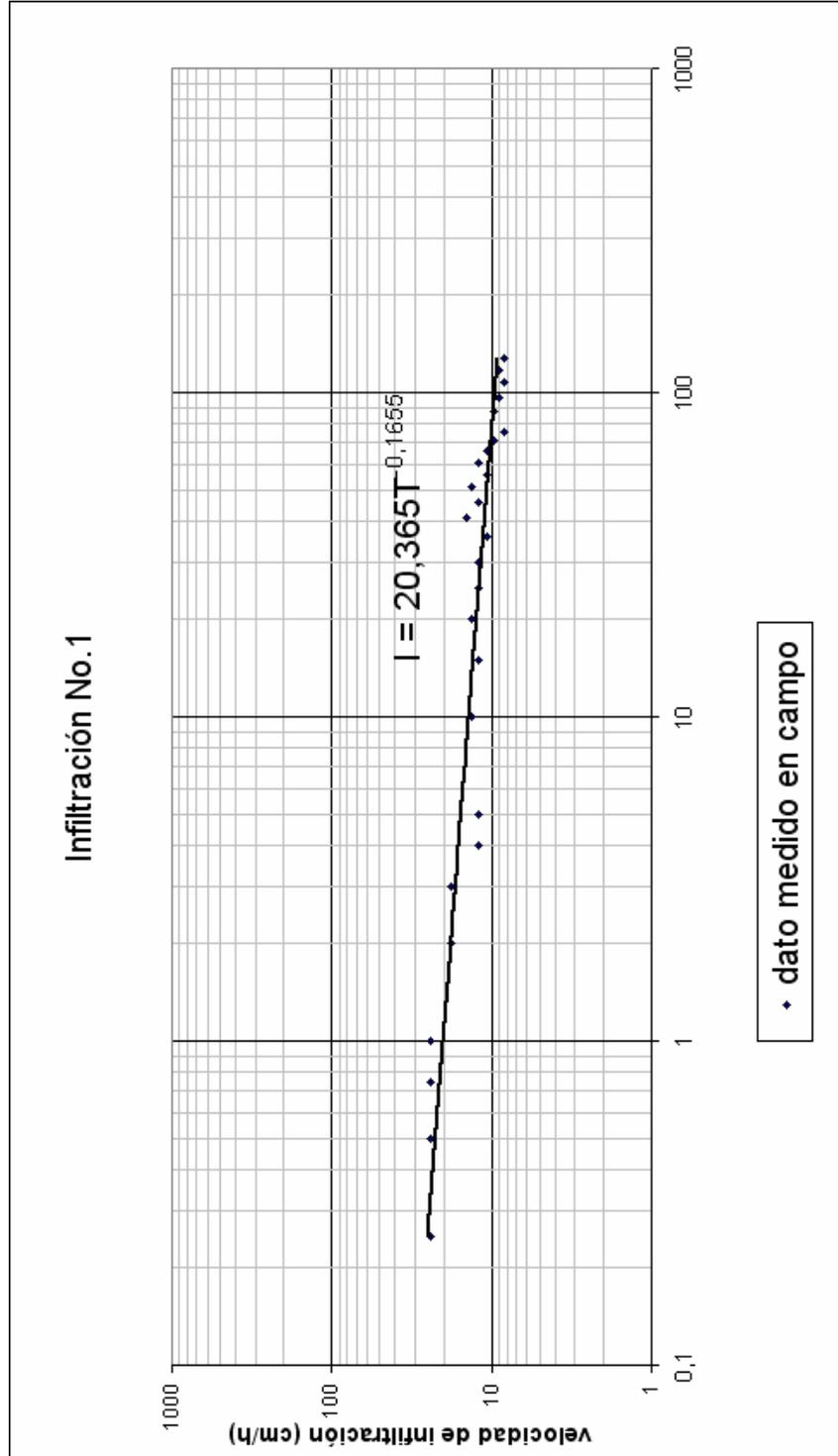


Figura 28. Curvas de velocidad de infiltración e infiltración acumulada

Ensayo 1

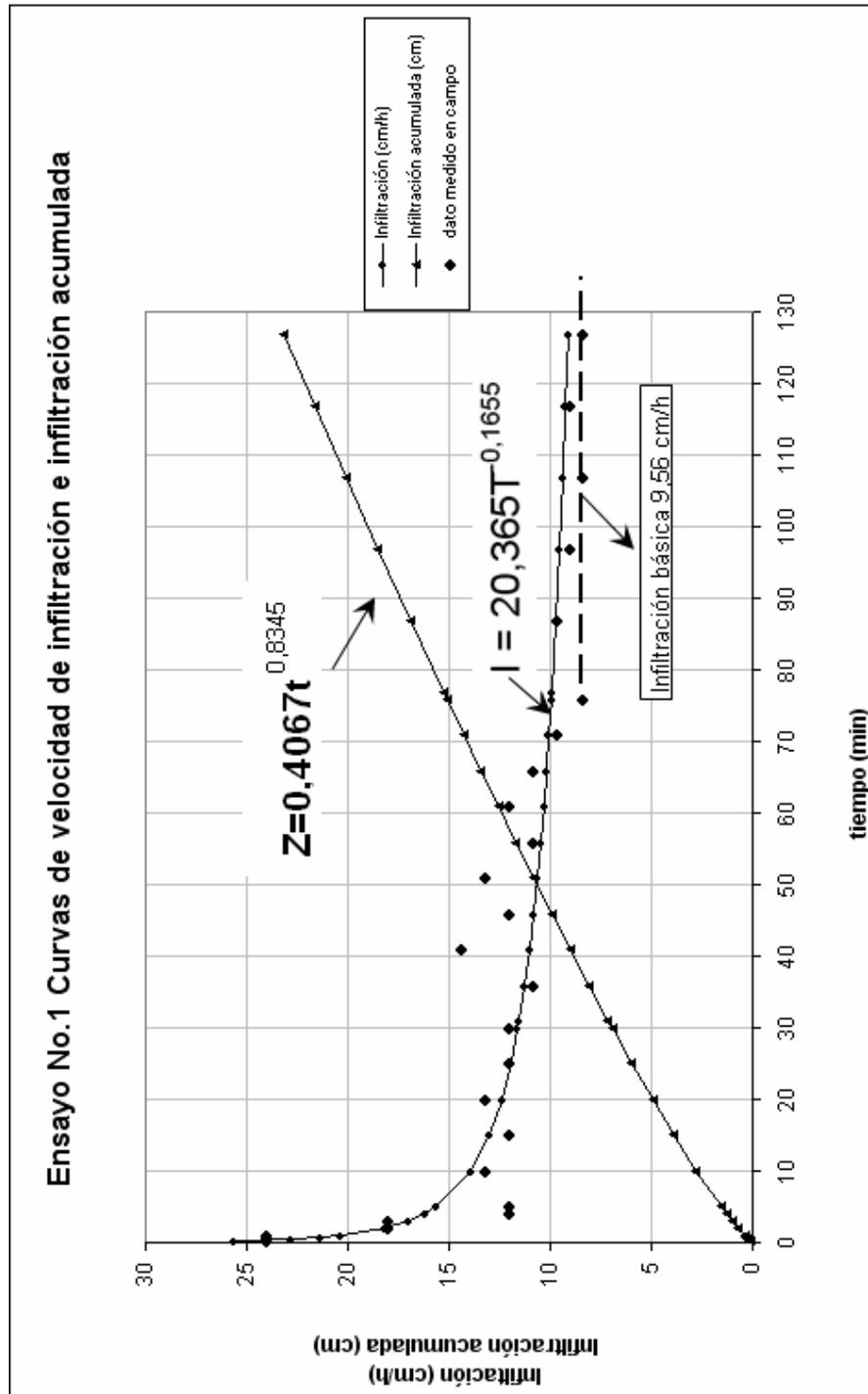


Tabla XII. Prueba de infiltración 2

PRUEBA DE INFILTRACIÓN 2 CON CILINDRO CONCÉNTRICO							
1	2	3	4	5	6	7	8
tiempo	intervalo tiempo muerto	intervalo entre lecturas (min)	tiempo acumulado	lectura (cm)	diferencia de lectura (cm)	infiltración en (cm/fora)	infiltración a partir del modelo $I=26,255(T)^{-0,136}$ (cr) $Z=0,5065(T)^{0,864}$
13:30:00				32			
13:30:15		0,25	0,25	31,9	0,1	24	31,70
13:30:30		0,25	0,50	31,7	0,2	48	28,85
13:30:45		0,25	0,75	31,6	0,1	24	27,30
13:31:00		1,00	1,00	31,3	0,3	18	26,26
13:32:00		1,00	2,00	30,9	0,4	24	23,89
13:33:00		1,00	3,00	30,6	0,3	18	22,61
13:34:00		1,00	4,00	30,3	0,3	18	21,74
13:35:00		1,00	5,00	29,9	0,4	24	21,09
13:40:00		5,00	10,00	28	1,9	22,8	19,20
13:41:00	1		11,00	37			18,95
13:46:00		5,00	16,00	35,1	1,9	22,8	18,01
13:51:00		5,00	21,00	33,3	1,8	21,6	17,35
13:56:00		5,00	26,00	31,5	1,8	21,6	16,86
14:01:00		5,00	31,00	29,5	2	24	16,46
14:06:00		5,00	36,00	27,8	1,7	20,4	16,13
14:07:00	1		37,00	35			16,07
14:12:00		5,00	42,00	33,5	1,5	18	15,79
14:17:00		5,00	47,00	32,2	1,3	15,6	15,55
14:22:00		5,00	52,00	30,8	1,4	16,8	15,34
14:27:00		5,00	57,00	29,6	1,2	14,4	15,15
14:32:00		5,00	62,00	28,3	1,3	15,6	14,98
14:33:00	1		63,00	36			14,95
14:38:00		5,00	68,00	34,8	1,2	14,4	14,79
14:43:00		5,00	73,00	33,5	1,3	15,6	14,65
14:48:00		5,00	78,00	32,5	1	12	14,52
14:53:00		5,00	83,00	31,6	0,9	10,8	14,40
14:58:00		5,00	88,00	30,5	1,1	13,2	14,28
15:03:00		5,00	93,00	29,2	1,3	15,6	14,17
15:08:00		5,00	98,00	28,3	0,9	10,8	14,07
15:09:00	1		99,00	34			14,05
15:19:00		10	109,00	31,9	2,1	12,6	13,87
15:29:00		10	119,00	29,9	2	12	13,71
15:39:00		10	129,00	28,1	1,8	10,8	13,56
							33,74

Figura 29. Velocidad de infiltración 2

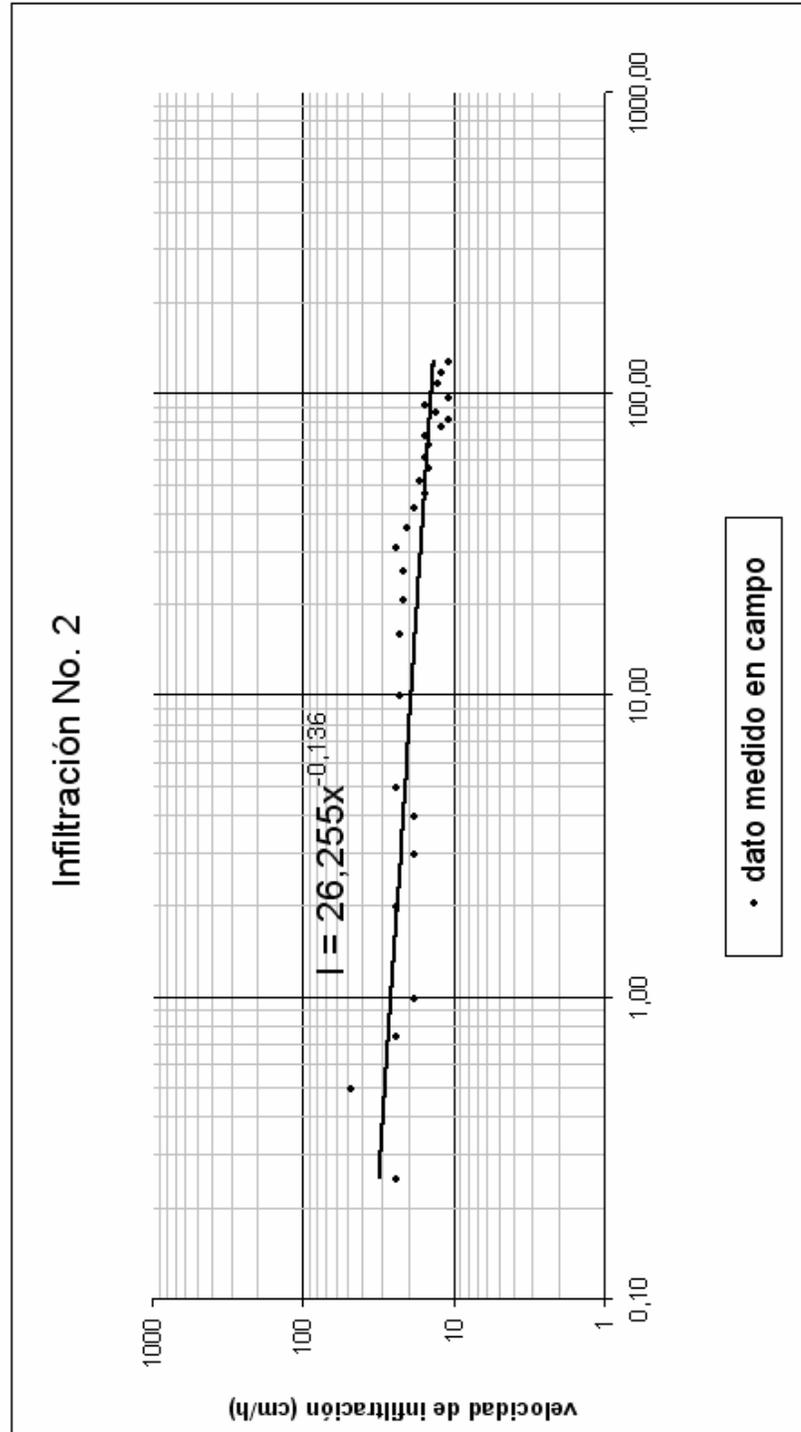
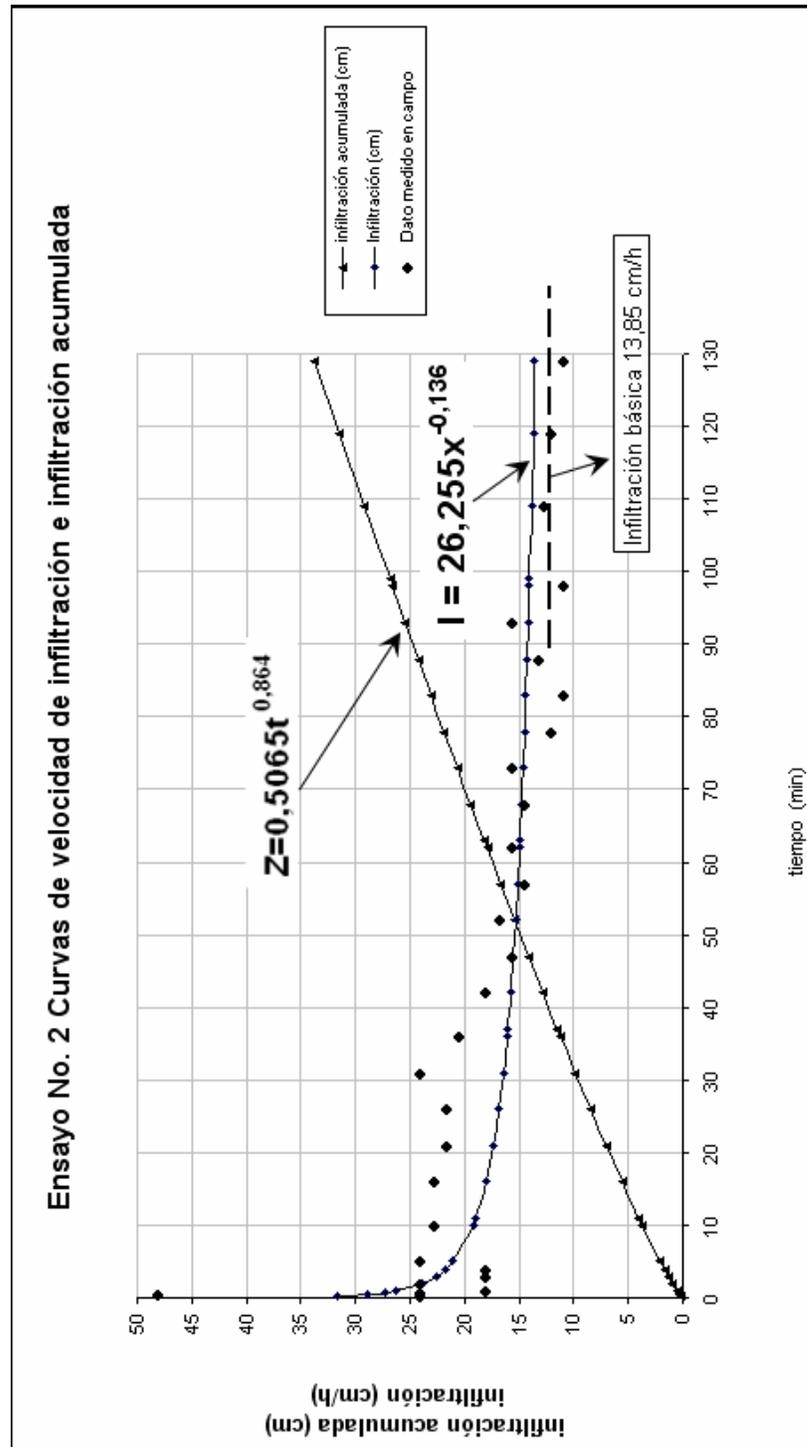


Figura 30. Curvas de velocidad de infiltración e infiltración acumulada

Ensayo 2



APÉNDICE 3: CILINDROS CONCÉNTRICOS

Figura 31. **Cilindros de PVC de 8" y 12" para determinar la infiltración**

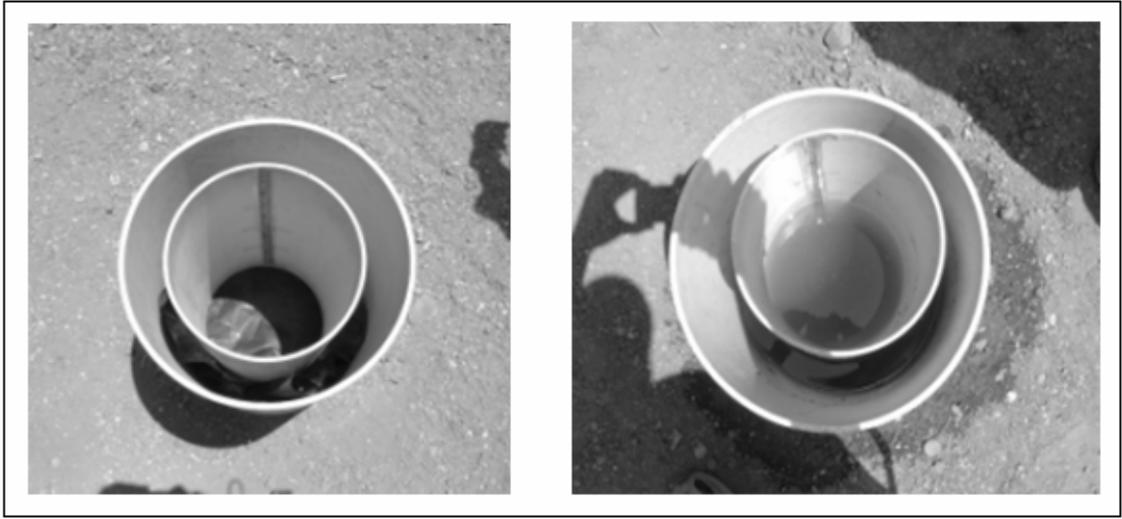
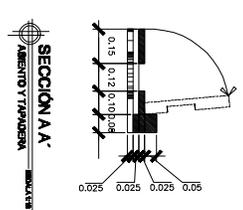
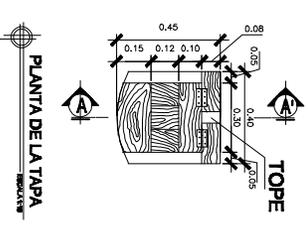
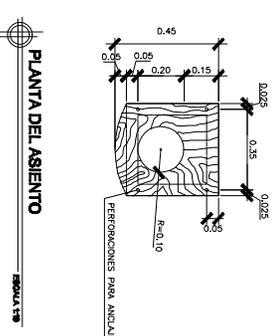
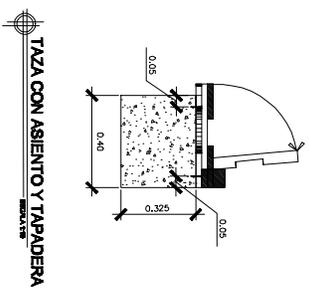
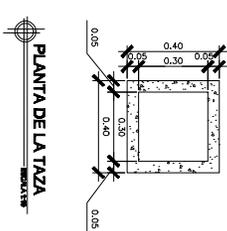
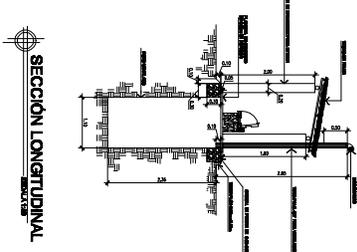
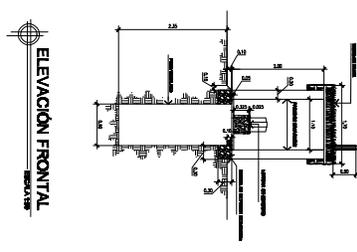
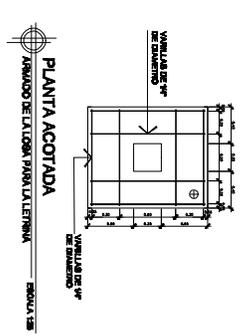
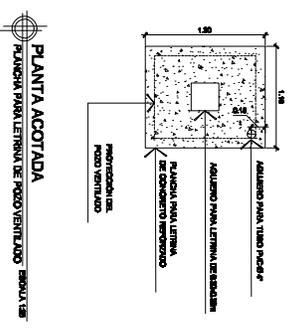
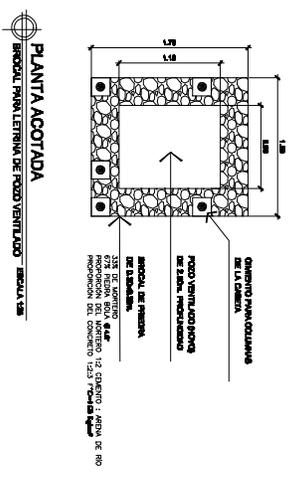
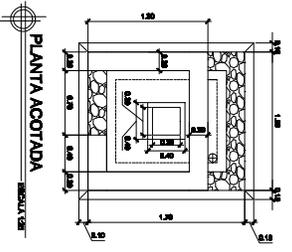
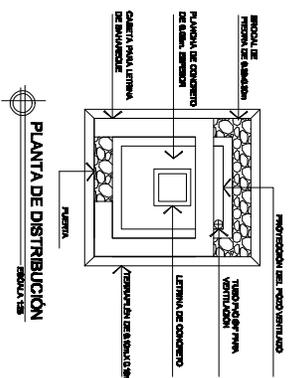


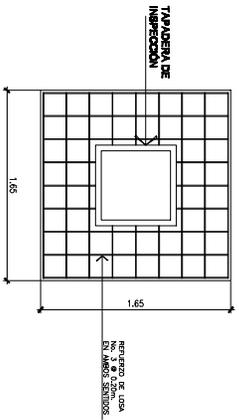
Figura 32. **Toma de lecturas en diferentes intervalos de tiempo**



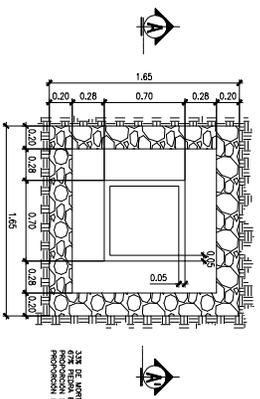


LETREDA MEJORADA DE POZO VENTILADO

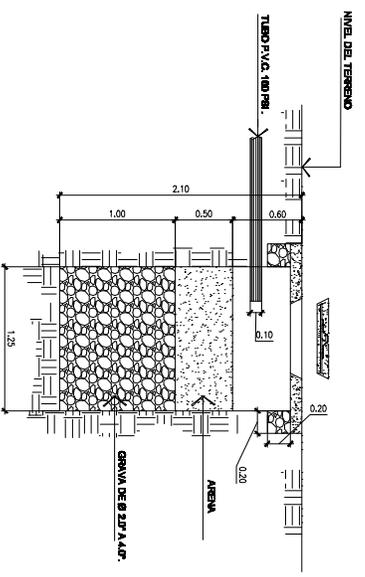
		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado
Proyecto: Saneamiento básico, área El Amotillo		
Escala: Proporción: Municipio de Jocotán, Chiquimula		
Fecha: Plano de:		
Correl: 1999 - 11243		
Diseño y cálculo: Carlos Amoldo Bocche Pineda		Dibujo: Carlos Amoldo Bocche Pineda
Vo. Bo.		Hoja No.
Ing. Manuel Arriaga Asesor		Firmado por: <input type="checkbox"/> Arquitecto <input type="checkbox"/> Estructuras <input type="checkbox"/> Instalaciones



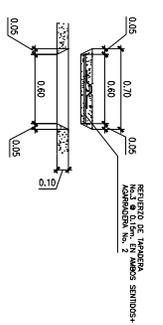
DETALLE DE ARMADO DE LA LOSA
ESCALA 1:20



PLANTA ACOTADA DEL POZO
ESCALA 1:20



SECCION DEL POZO A-A'
ESCALA 1:20



SECCION DE LA TAPADERA
ESCALA 1:20

POZO DE INFILTRACION PARA AGUAS GRISAS

		Universidad de San Carlos de Guatemala	
		Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado	
Escuela:		Proyecto:	
Indicador:		Municipalidad de Jocotán, Chiquimula	
Fecha:		Plano de:	
Carnet:		Dibujo:	
1999 - 11243		Correa Arnoldo Bocche Pineda	
Diseño y cálculo:		Hoja No.	
Correa Arnoldo Bocche Pineda		02 / 02	
Vo. Bo.		<input type="checkbox"/> Estructuras <input type="checkbox"/> Instalaciones	
Ing. Manuel Arriola Asesor		<input checked="" type="checkbox"/> Arquitecturas	