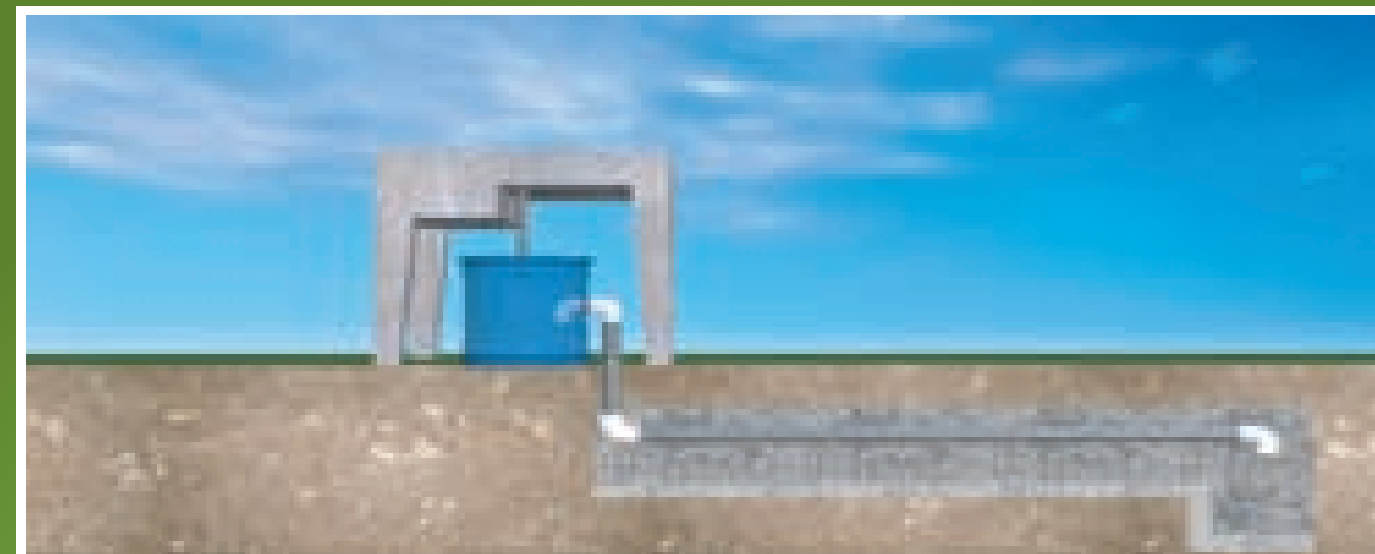


EL DESARROLLO REQUIERE
UN CAMBIO DE ACTITUD

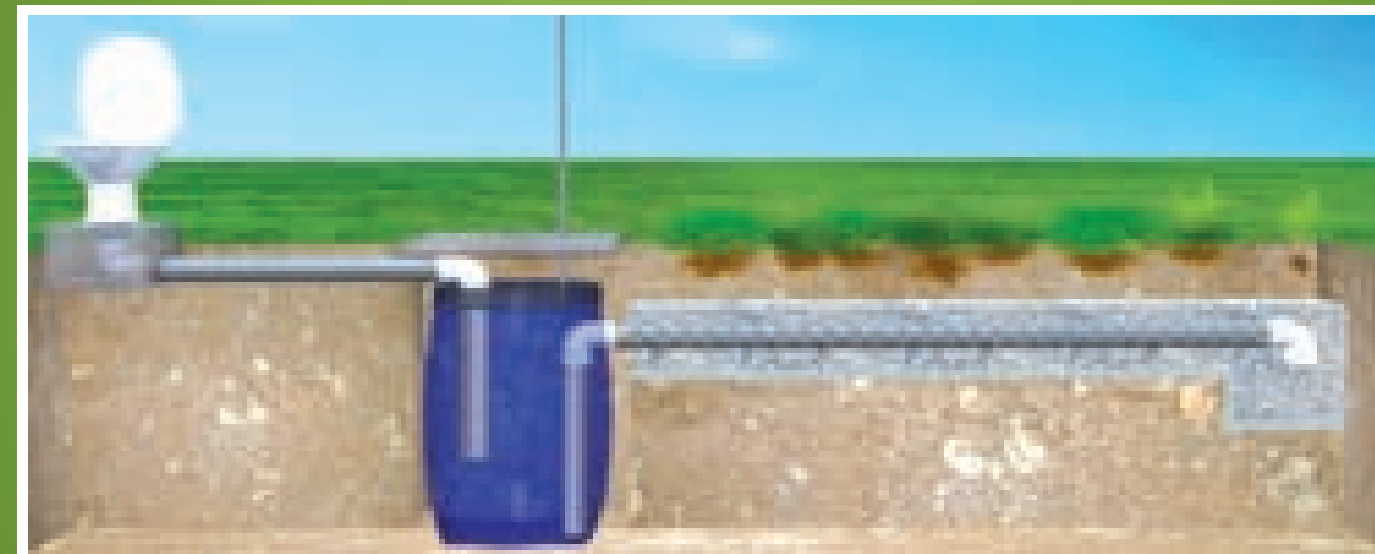
EL ASEO, LA SALUD Y LA
BELLEZA, CONTRIBUYEN A
MODIFICAR NUESTRAS
ACTITUDES

Centro para la Promoción, la Investigación y el Desarrollo Rural y Social (CIPRES)
Dirección: Rotonda Rubén Darío 100 metros abajo
Teléfono: 278-7068 - Telefax: 267-2989
Apartado Postal: MR-045
E-mail: direccion@cipres.org.ni
Web: www.cipres.org.ni
Managua, Nicaragua

SISTEMA HIGIENICO AMBIENTAL PARA ELIMINAR CHARCOS,
DESCONTAMINAR AGUAS NEGRAS Y GENERAR BIOGAS



L
A
V
A
N
D
E
R
O



I
N
O
D
O
R
O



B
I
O
D
I
G
E
S
T
O
R





N Núñez Soto, Orlando
 628.74 Sistema higiénico ambiental para eliminar
 N972 charcos, descontaminar aguas negras y generar
 biogás / Orlando Núñez Soto. – Managua:
 CIPRES, 2008. 24 p.

ISBN: 978-99924-915-4-6

1. Aguas de albañal - 2. Instalaciones sanitarias
 3. Biogás. 4. Viviendas – Condiciones sanitarias

© CIPRES

Autor del documento:

Orlando Núñez Soto

Edición a cargo:

Irma Ortega Sequeira/CIPRES

Diseño de portada y texto:

Jorge Abdalah y Reyna Poveda

Impresión:

GRAFITEX

Agradecimiento

En primer lugar queremos agradecer al compañero Orlando Núñez, gestor de la idea, diseño, construcción y validación de este sistema higiénico ambiental. Igualmente agradecemos a los diferentes especialistas e instituciones relacionadas con la protección del medio ambiente, el tratamiento de aguas residuales y el desarrollo comunitario en Nicaragua, por sus valiosos comentarios y constructivas sugerencias respecto al Inodoro Ecológico Popular que hoy ofrecemos a quien quiera implementarlo. Entre estas instituciones queremos señalar las siguientes: SILAIS-Managua del Ministerio de Salud (MINSA), Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA-UNAN), Centro de Investigación y Estudio en Medio Ambiente de la Universidad de Ingeniería (CIEMA-UNI), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Instituto Ambiental de Brasil, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE), Instituto Nicaragüense de Turismo (INTUR), Dirección General de Medio Ambiente y Urbanismo de la Alcaldía de Managua (ALMA), otros consultores y especialistas en saneamiento ambiental y tecnología rural alternativa.

Gloria Cardenal - Directora CIPRES

© CIPRES

Managua, Nicaragua, Mayo 2008

personal administrativo encargado de la oferta, contratación y garantía; costos de funcionamiento del organismo. Es recomendable que la cavada de pozos y zanjas esté a cargo de los usuarios, sobre todo en aquellos proyectos de promoción social.

c) Transporte: para la compra y acarreo de materiales, el traslado de piezas y del personal, y el llenado del biodigestor con estiércol.

d) Otros: A estos costos habría que agregar la depreciación de los vehículos, equipos y herramientas, así como los costos del entrenamiento del personal que lleva a cabo la construcción, instalación, capacitación a los usuarios y seguimiento y garantía de las obras.

El costo aproximado de los componentes del sistema higiénico ambiental, incluyendo construcción e instalación, ha sido hasta ahora de USA \$ 80 dólares para el sistema de filtro y drenaje de aguas grises para lavadero, USA \$ 500 para los inodoros ecológicos, incluyendo la caseta y la instalación del baño y USA \$ 550 para los biodigestores. Estos costos están calculados para distancias promedio de 100 kilómetros entre el lugar de construcción y el lugar de instalación de las unidades.

No es recomendable construir e instalar menos de 100 unidades de lavadero sin charco, 50 inodoros ecológicos y/o biodigestores, ya que la construcción e instalación de un menor número de unidades encarece sumamente los costos por unidad.



Inodoros ecológicos instalados en dos comunidades del municipio de Rosita (Costa Caribe).

SISTEMA HIGIENICO AMBIENTAL PARA ELIMINAR CHARCOS, DESCONTAMINAR AGUAS NEGRAS Y GENERAR BIOGAS

RECONOCIMIENTO

La innovación y aplicación de estas tecnologías fueron concebidas, adaptadas, construidas, validadas y sistematizadas por el Doctor Orlando Núñez Soto, en el marco del acompañamiento a 5,000 familias campesinas por parte de CIPRES. Los derechos que se desprenden de estas innovaciones fueron donados al CIPRES para ser puestos a disposición de las familias marginadas de Nicaragua o de cualquier otro país que quiera poner en práctica dichas innovaciones.

*Gloria Cardenal Downing
Directora CIPRES*

INDICE

Introducción.....	Pág.5
A) Lavandero sin charco (Sistema de filtro y drenaje).....	Pág.6
El problema de los charcos.....	Pág.6
Podemos eliminar todos los charcos del país.....	Pág.7
B) Inodoro ecológico popular (Letrina horizontal).....	Pág.11
¿Cómo se logra el proceso de descomposición?.....	Pág.12
Ventajas del inodoro ecológico popular.....	Pág.12
Caseta para inodoro y baño (zanja adicional).....	Pág.14
C) El biodigestor adaptado y promovido por CIPRES.....	Pág.15
¿Qué es un biodigestor?.....	Pág.15
La experiencia de CIPRES.....	Pág.16
Construcción e instalación de un biodigestor.....	Pág.17
D) Costos de construcción, traslado e instalación del sistema higiénico ambiental.....	Pág. 21
Agradecimiento.....	Pág. 23

D) COSTOS DE CONSTRUCCIÓN, TRASLADO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA HIGIÉNICO AMBIENTAL

El sistema higiénico ambiental puede construirse parcial o totalmente, según las posibilidades y voluntades de las instituciones o familias. Existen tres componentes del costo, a saber: a) los materiales, b) la mano de obra y personal en general, y c) el transporte de materiales; siendo este último el de mayor peso,

dependiendo del lugar de instalación. Aprender a construir el sistema higiénico ambiental permite al mismo tiempo estar preparados para poder repararlo cuando sufra daños; para esta última tarea se recomienda tener una reserva de medio metro de plástico, tiras de tapa gotera y un tubo de pega para PVC.



Cocina con Biogas de Guillermina García en Lechecuagos, León

Componentes:

a) Materiales: taza sanitaria, llaves, moldes, tanque y cubetas, diferentes tipos de plásticos, tubos y codos de PVC de diferente calibre, varillas y angulares

de hierro, zinc, cemento, arena, piedras, herrajes, madera, cedazos, pegamento, cocina de hierro.

b) Personal: mano de obra para la construcción y la instalación en la zona;

Asimismo, se recomienda construir una cerca alrededor de la caseta para proteger el biodigestor de los animales. También se recomienda bordear el biodigestor con una zanja de drenaje para evitar que durante la época de lluvia, la corriente en el suelo impacte directamente el biodigestor, o bien que el agua de lluvia proveniente del techo caiga cerca de la fosa del biodigestor.

Conexión de la tubería de gas y de la cocina

Finalmente se procede a conectar el biodigestor con la tubería por donde circulará el gas. En la parte central del plástico se abre un hueco de ½ pulgada de diámetro, y para reforzar esa área se procede de la siguiente manera: del mismo material plástico se cortan dos parches redondos de 2 pulgadas de diámetro los que se pegan en ambas caras de la capota. Se corta otro par de parches de 4 pulgadas de diámetro, los que se pegan sobre los primeros parches, haciendo coincidir los orificios de ½ pulgada de diámetro que llevan todos los parches en el centro. Los adaptadores se colocan sobre esos parches, el adaptador hembra en la parte interna del plástico y el adaptador macho en la parte superior del mismo.

Enseguida se conecta al adaptador un tubo de PVC de ½ pulgada de diámetro y 1 metro de altura, el que gira en dirección a la cocina a través de un codo. A una distancia de 1.5 metros de este codo se coloca una T de PVC que comunica la tubería de gas, que va hacia la cocina, con un pequeño bidón de plástico colgado y lleno de agua, cuyo fin es recibir el gas acumulado en exceso, o no gastado y

evitar así una posible explosión por sobre carga (válvula de seguridad). Finalmente se conecta el tubo de PVC a la cocina, a través de un nipple de hierro de 35 centímetros de largo.

Una vez que comienza la producción de gas, hay que estar alimentando diariamente el biodigestor con la mezcla de estiércol y agua en la proporción señalada anteriormente. Se recomienda baquetear periódicamente el material que está dentro de la cámara de digestión, a fin de remover la nata que se forma, agitar la masa y facilitar la combustión. Hay que tener cuidado de mantener cerradas las llaves de la cocina para evitar la fuga de gas, así como mantener el nivel de agua del recipiente plástico que hemos colgado o válvula de seguridad.

Con este sencillo sistema se puede dotar a cada familia campesina de energía renovable, lo que significa proporcionarle el equivalente a 1 cilindro de gas de 25 libras cada mes, frenando así la deforestación del país.



SISTEMA HIGIENICO AMBIENTAL PARA ELIMINAR CHARCOS, DESCONTAMINAR AGUAS NEGRAS Y GENERAR BIOGAS

Introducción

Una de las problemáticas higiénico-sanitarias más sentidas en el sector rural y en los barrios urbanos marginales, es la contaminación causada por las aguas negras y grises provenientes de las excretas y desperdicios, así como la polución causada por el humo al cocinar con leña. El mal manejo de desechos y aguas servidas, así como la exposición al fogón, ocasiona diversas y graves consecuencias:

- ▶ Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales;
- ▶ Incremento de enfermedades gastrointestinales, particularmente en niñas y niños;
- ▶ Irritación de la vista y afectaciones del sistema respiratorio causadas por el humo y las cenizas provenientes de cocinar con leña (el consumo de leña implica además continuar con el despale y la deforestación).

La introducción de tecnologías amigables con la salud y el medio ambiente, así como el entrenamiento en hábitos higiénico-sanitarios puede mejorar significativamente la calidad de vida de las familias y proteger la ecología nacional.

Nuestra propuesta apunta a resolver esta problemática con técnicas sencillas, empíricamente probadas y a costos relativamente bajos.

Ofrecemos tres sistemas y equipos suficientemente validados, a saber: a) un sistema de filtro y drenaje de aguas grises para lavadero (filtro-trampa de desperdicios y grasas) que evita la formación de charcos y la contaminación, b) un inodoro ecológico o letrina horizontal que descontamina las aguas negras, al cual se le puede adicionar una caseta donde alcanza un baño, c) un biodigestor que evita la deforestación, así como el humo y las cenizas generadas al cocinar con leña, e introduce el uso de energía renovable en la familia.

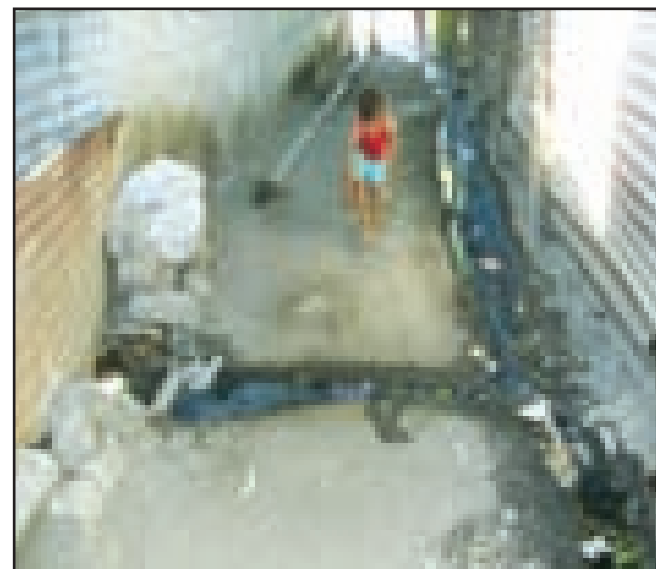
A) LAVANDERO SIN CHARCO (sistema de filtro y drenaje de aguas grises para lavadero)

El problema de los charcos

Más del 70% de la población nicaragüense, es decir, alrededor de 700,000 familias, no tienen servicio de alcantarillado. Las aguas grises resultantes de las labores cotidianas de preparación de alimentos, baño y lavado de ropa, son generalmente liberadas a los patios de las casas, calles, callejones y caminos, produciendo encharcamiento. A estas aguas se les llama aguas grises, pero debido a que en los lavaderos y baños se limpian residuos fecales (ropa de criaturas), podemos afirmar que los charcos son también reservorio de aguas negras, fuente a su vez de enfermedades.

Hasta la fecha, pocas iniciativas de saneamiento han abordado o resuelto el problema de los charcos y letrinas, que afectan a las familias de escasos recursos. Se hace entonces urgente la construcción y el entrenamiento en obras de saneamiento de las aguas grises y negras, así como la capacitación en prácticas higiénico-ambientales, con el fin de mejorar la calidad de vida de las familias, proteger a los grupos más vulnerables y facilitar el uso sostenible de uno de los recursos más preciados para la vida, como es el agua.

Anteriormente existía el hábito de cavar pequeñas fosas donde el agua, proveniente de los baños y lavaderos, llegaba a través de una zanja, que se utilizaba para regar el patio o la calle, combatiendo así el polvo en verano. Últimamente se ha perdido aquella costumbre y ahora vemos un mayor nivel de encharcamiento e insalubridad en las casas y calles, en parte por el tamaño cada vez más pequeño de los patios (lo que genera mayor contacto de las personas con el charco), en parte por la impermeabilidad del suelo, producida por mayor uso de jabón y detergente, con el consiguiente explayamiento de las aguas.



CALLEJON EN BARRIO EL RODEO-MANAGUA

facilitar la salida del efluente, igualmente está unido al biodigestor por un tubo de 1.5 metros de largo por 4 pulgadas de diámetro.

Llenado del biodigestor y protección de las instalaciones

Una vez instalada la bolsa de plástico y colocados los recipientes con sus respectivos tubos de entrada y salida, se procede a llenar la cámara de digestión con la mezcla del estiércol y agua con una proporción de 1 parte de estiércol con 1 parte de agua.

Se recomienda previamente inflar el plástico con una bomba de aire, tanto para saber si no tiene perforación alguna como para evitar arrugas del plástico, y también para facilitar la entrada de la mezcla del estiércol con agua. El estiércol debe

estar lo más limpio posible, y no debe estar muy seco, pues de ser así, habría perdido bastante gas. Esto es necesario tanto para el llenado inicial, como para la alimentación diaria del equipo.

No se debe utilizar el estiércol de ganado recién vacunado. En este caso se debe esperar un periodo de ocho días después de las vacunaciones para utilizar el estiércol de la finca para la alimentación del biodigestor. El antibiótico en el estiércol mata las bacterias neutralizando la producción de gas.

Una vez instalados la bolsa de plástico y los recipientes, así como terminado de llenar el biodigestor, se procede a instalar una caseta hecha de postes de tubo-cemento, platinas y zinc con el fin de proteger el plástico de cuerpos extraños que puedan dañarlo (ramas, piedras, animales), así como del sol y la lluvia.



Biodigestor de Leonte Espinoza - Chacraseca, León

apropiada para que el campesinado nicaragüense sustituya total o parcialmente el consumo de leña, evitando así la deforestación, la contaminación de los suelos y la afectación a la capa de ozono, mejorando además la calidad de vida de las mujeres que son usualmente quienes preparan los alimentos en el hogar.

La experiencia de CIPRES

El biodigestor es una técnica utilizada en muchas partes del mundo. En América Latina se conocen experiencias con biodigestores de mediana escala, siendo el modelo adaptado por CIPRES muy asimilable por la familia campesina, tanto por los costos de construcción, como por el tamaño y volumen requerido de estiércol para alimentarlo.

El CIPRES ha instalado centenares de biodigestores en el campo nicaragüense

con buenas experiencias de asimilación y funcionamiento. Estos biodigestores generan alrededor de 5 horas de gas por día, siendo alimentados por el estiércol de vacas o cerdos, y/o por las excretas humanas provenientes del inodoro ecológico promovido por el CIPRES.

La producción de gas genera un subproducto o efluente (bioabono) en cantidades suficientes para fertilizar una pequeña parcela o patio. No menos importante ha sido la limpieza que se logra por el hecho de que el biodigestor absorbe los residuos del estiércol de los animales. Quienes más entusiasmo han mostrado han sido las mujeres, aunque después de cierto tiempo de uso familiar, el hombre también aprende a valorar el biodigestor por el trabajo que personalmente se ahorra en cortar, acarrear, rajar y almacenar la leña.



Biodigestor alimentado por excretas humanas en el CIPRES -Managua



ANTES



DESPUES

Patio de Delia Guido
Chacaraseca - León



ANTES



DESPUES

Patio de Blanca Rosa Lechado
Chacaraseca - León



ANTES



DESPUES

Patio de Cándida López
Chacaraseca - León

Se recomienda limpiar el balde, tirando los residuos cada mañana, antes de comenzar a usarlo, con el fin de evitar ensuciar el tubo de desagüe con desechos y grasas, mejorando así la capacidad de absorción de la zanja de infiltración y logrando una mayor durabilidad del sistema de filtro y drenaje.

Este sistema no necesita alcantarillado y por lo tanto resulta más barato para la comuna. Podríamos proponernos terminar para siempre con los

charcos caseros, disponiéndonos a instalar 700,000 módulos entre todos: el Ministerio de Salud y otros ministerios, el FISE y las 153 alcaldías, al menos 100 ONGs, el Movimiento Comunal y otras asociaciones, incluso los mismos pobladores. Si unos 300 organismos-instituciones se comprometieran a instalar 50 módulos por mes, podríamos estar declarando a Nicaragua territorio libre de charcos después de cuatro años ($300 \times 50 \times 12 \text{ meses} \times 4 \text{ años} = 720,000$).



C) EL BIODIGESTOR ADAPTADO Y PROMOVIDO POR CIPRES

El tercer componente del sistema higiénico ambiental alternativo es el biodigestor; un sistema adaptado y validado por el CIPRES en diferentes comunidades campesinas de Nicaragua. La necesidad de instalar biodigestores en Nicaragua obedece en primer lugar a la urgencia de frenar la deforestación causada últimamente por el uso de leña para cocinar por parte de las familias

empobrecidas del campo y la ciudad; en segundo lugar a la urgencia de instalar sistemas de energía renovable, única forma, en las actuales condiciones para llevar la energía al campo; y en tercer lugar, para mejorar el nivel de vida de la población de escasos recursos. El biodigestor ahorra leña, dinero y tiempo de trabajo para mujeres y hombres.



¿Qué es un biodigestor?

El biodigestor es una tecnología por la cual una variedad de desechos orgánicos de origen vegetal, animal y humano se degradan produciendo gas metano para cocinar. Además de producir energía renovable, el biodigestor produce un efluente que sirve como bioabono para fertilizar

el suelo. Disponer de un biodigestor mejora las condiciones higiénico-sanitarias de la familia, y contribuye a la protección del medio ambiente, ya que al quemar gas metano, se disminuye la contaminación de la atmósfera. La fácil adopción de esta tecnología, así como el bajo costo de producción de este gas para cocinar convierten al biodigestor en una técnica

conserva las ventajas del inodoro convencional de poseer un sello hidráulico al interior del barril, lo que impide los malos olores.

16) No necesita sistema de alcantarillado, ahorrándole gastos significativos a las alcaldías.

Caseta para inodoro y baño (zanja adicional)

La caseta para baño (que contiene además el inodoro ecológico descrito anteriormente) está compuesta por tres partes principales, a saber:

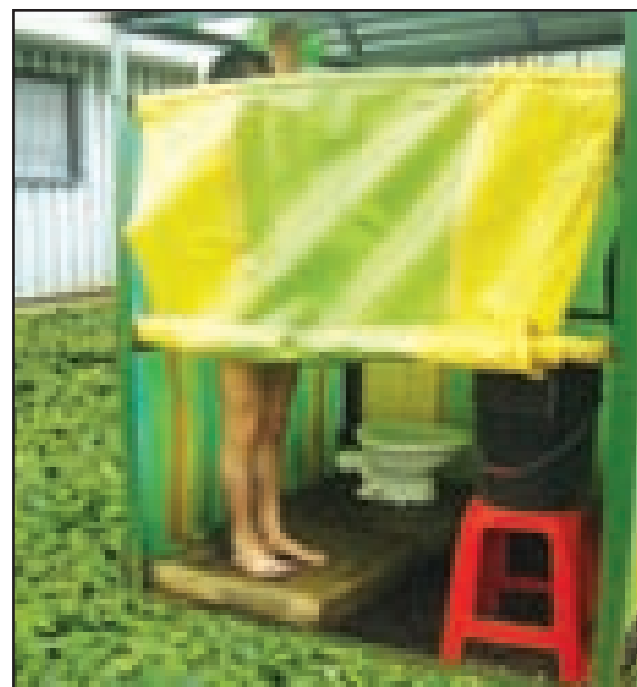
- o La caseta propiamente dicha;
- o El piso del baño (formado por un pedestal de covintec y cemento) y el piso de la caseta cubierto por una capa de piedrín para evitar el encharcamiento;
- o Una zanja de infiltración de 50 cm. de profundidad, con un lecho de piedra y arena,



que contiene un tubo de drenaje perforado en sus costados inferiores.

El baño funciona como los baños tradicionales donde no hay sistema de alcantarillado. Se trata de un pedestal donde se para la persona y toma el agua de un balde que se coloca sobre un banco situado frente al pedestal.

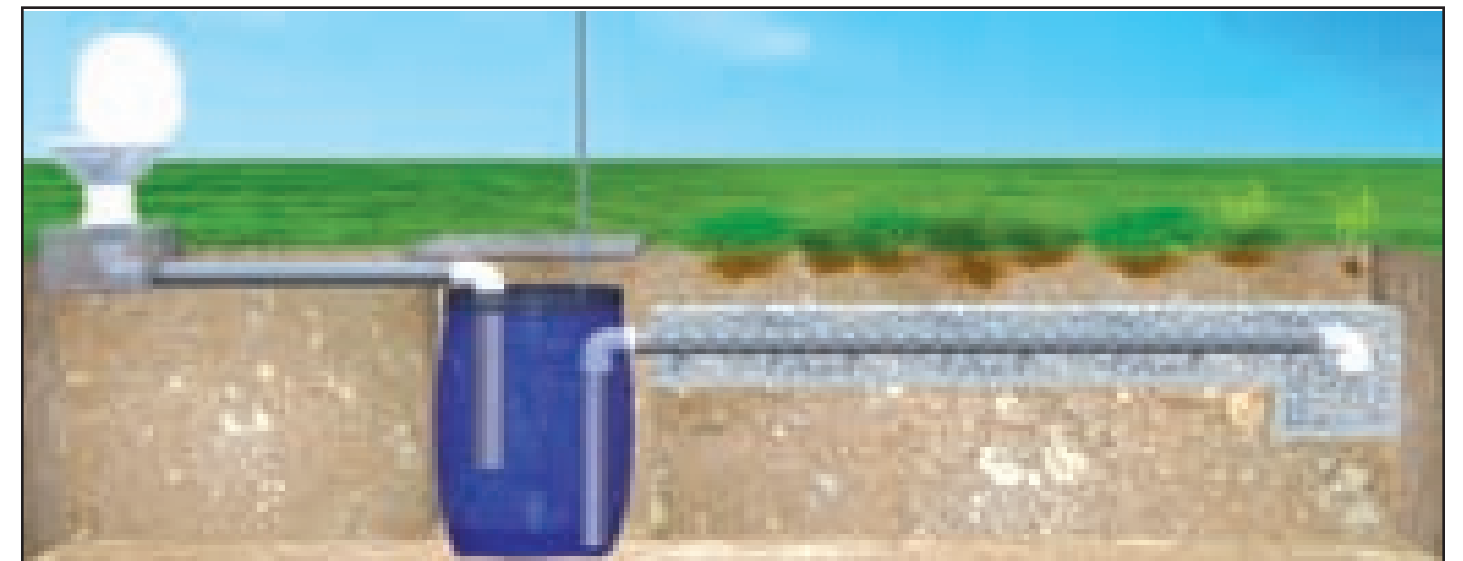
El pedestal tiene un orificio en el centro y una inclinación circular que hace que las aguas corran por gravedad hacia el orificio. Este orificio se encuentra conectado a un tubo de PVC de 3 pulgadas de ancho, el que a través de un codo se acuesta en la zanja de infiltración. Esta zanja donde se aloja el tubo de drenaje lleva en el fondo una capa de arena recubierta con piedrín grueso. La zanja se llena con tierra hasta formar un camellón, sobre el cual se recomienda sembrar arbustos o cepas de plátano, que sirven tanto como descontaminante, como para aprovechar la humedad y nutrientes residuales.



B) INODORO ECOLÓGICO POPULAR (LETRINA HORIZONTAL)

La población nicaragüense, por el uso de letrinas, deposita anualmente 2 millones de toneladas de excretas humanas (sólidos fecales y orina) en la tierra, el subsuelo y cuerpos de agua, convirtiéndose dichas excretas en fuente de contaminación e insalubridad. Esta situación nos obliga a gastar muchos millones de dólares para combatir distintas enfermedades infecto-contagiosas, principalmente malaria y dengue.

Todo esto lo podemos resolver si dejamos de construir letrinas convencionales (pon-pon) y nos dedicamos a construir sistemas ecológicos para el tratamiento de aguas negras. La opción que proponemos está al alcance de nuestras familias y de nuestras instituciones, el inodoro ecológico es cómodo de usar, fácil de manipular, logra la aceptación de la población y tiene varias ventajas en relación a la letrina tradicional,

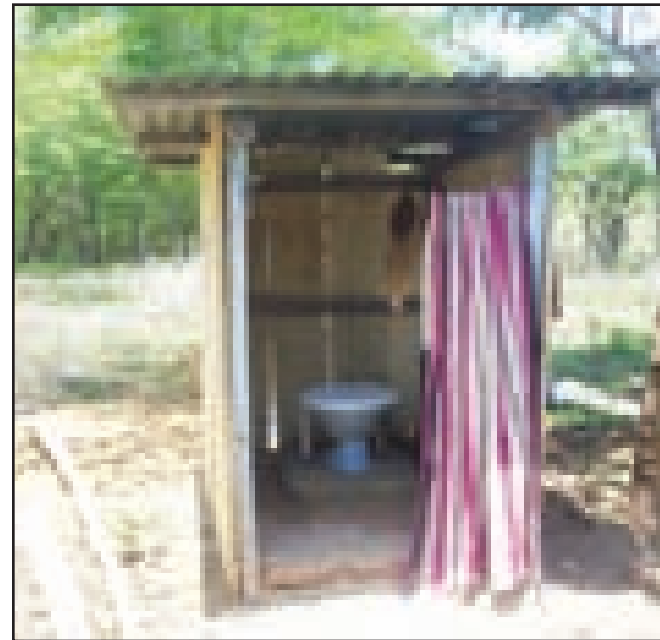


superando incluso a los inodoros convencionales en cuanto a gasto en alcantarillado y contaminación de agua limpia (cada familia gasta y contamina alrededor de 80 galones de agua limpia por día).

El sistema está compuesto por: a) una taza sanitaria de porcelana con su tapadera que se instala sobre un pedestal, b) un tanque séptico (barril de plástico con su tapadera y tubo respiradero) donde se insertan los tubos de acarreo y desagüe, c) una zanja de infiltración- evaporación

de 3 metros de largo y 50 cm. de profundidad por 40 cm. de ancho, al fondo de la cual se coloca una capa de 10 cm. de arena y encima una capa de 20 cm. de piedra pequeña; sobre la capa de piedra y a lo largo de la zanja se coloca un tubo de drenaje de PVC de 3 metros de largo y 3 pulgadas de ancho. El tubo de drenaje es perforado con ranuras en la parte inferior y superior de sus costados (nunca encima del tubo) y posteriormente recubierto con piedras, desembocando al final y a través de un codo de 3 pulgadas

en un hoyo de 60 cm. de profundidad y 40 cm. de diámetro, igualmente relleno de piedras. Sobre esta capa de piedras se coloca una tira de plástico de 15 cm. de ancho que cubra la parte superior del tubo y se acomode sobre los flancos del mismo, evitando así la entrada de tierra a las ranuras del tubo y de agua de lluvia al efluente resultante. Finalmente la zanja se rellena con tierra hasta formar un camellón; se recomienda sembrar plantitas alrededor de la zanja para conformar el área de raíces, completando así el proceso de descomposición.



Inodoro ecológico en Los Tololos, Villanueva

¿Cómo se logra el proceso de descomposición?

Este sistema descontamina las aguas negras a través de tres mecanismos de descomposición: a) sometimiento de los sólidos a un estado de disolución y a una afectación por el ambiente anaeróbico producido al interior del

tanque séptico, b) sometimiento del efluente a un proceso de mineralización logrado a través de la evaporación y de la infiltración que se lleva a cabo en la zanja, c) exposición de los patógenos restantes a un medio hostil representado por los rayos ultravioleta y por la competencia de las raíces que despojan a los patógenos de agua, aire y nutrientes.

El inodoro ecológico está diseñado pensando en las necesidades de las familias pobres del campo y de los barrios periféricos de las ciudades. Puede instalarse en los patios, requiriéndose un área de saturación de 12 metros cuadrados.

Ventajas del Inodoro Ecológico Popular

- 1) Evita la contaminación que producen las excretas, tanto las que se encuentran al aire libre como en las letrinas tradicionales (pon-pon).
- 2) No produce malos olores, ni es desagradable a la vista como lo son las letrinas tradicionales (pon-pon).
- 3) No genera criaderos de cucarachas, moscas u otros insectos.
- 4) Es muy fácil de trasladar porque está compuesto por piezas que no pesan mucho.
- 5) En caso de sedimentación o congestión (cosa que hasta ahora no se ha observado), es muy fácil de limpiar.
- 6) Utilización de la capa vegetal como filtro para la depuración de los efluentes (evaporación e infiltración).

7) Ofrece una taza-sanitaria de porcelana con su tapadera (idéntica a los inodoros convencionales), la que ha sido muy apreciada por las familias en cuyos hogares se han instalado los inodoros ecológicos.

8) No presenta ningún riesgo para los niños, como es el caso de las letrinas tradicionales (pon-pon).

9) Puede instalarse dentro o fuera de la casa, incluso en una esquina de los baños tradicionales que la gente ya tiene instalados en los patios de las casas humildes.

10) Es muy fácil de construir, armar e instalar, mucho más que la letrina tradicional (pon-pon) y que cualquier otra letrina de tecnología alternativa.

11) No hay que estar cavando fosas periódicamente pues este sistema no se satura,

como es el caso de las letrinas tradicionales. Tampoco hay que estar cambiando el barril de plástico, pues este material tarda centenares de años en degradarse.

12) Crea un área de ferti-irrigación en un perímetro de 12 metros cuadrados alrededor de las instalaciones, que puede aprovecharse para sembrar algunas plantas de fruto alto, como el plátano o plantas ornamentales.

13) Es muy accesible económicamente para familias de bajos ingresos

14) Es muy asimilable por las familias campesinas, a juzgar por la aceptación de aquellas en cuyos hogares se han instalado dichos inodoros ecológicos.

15) Consume muy poca agua, aunque



Inodoros ecológicos en el Hospital de Campaña de Muelle de Los Bueyes -RAAS