



**ALEGRÍA**  
VILLAGE

# Manual de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales Ordinarias

Elaborado por: Ing. Mónica Salas Chaverri  
[msalas@auroraingenieria.com](mailto:msalas@auroraingenieria.com)

**AURORA**  
INGENIERIA Y AMBIENTE

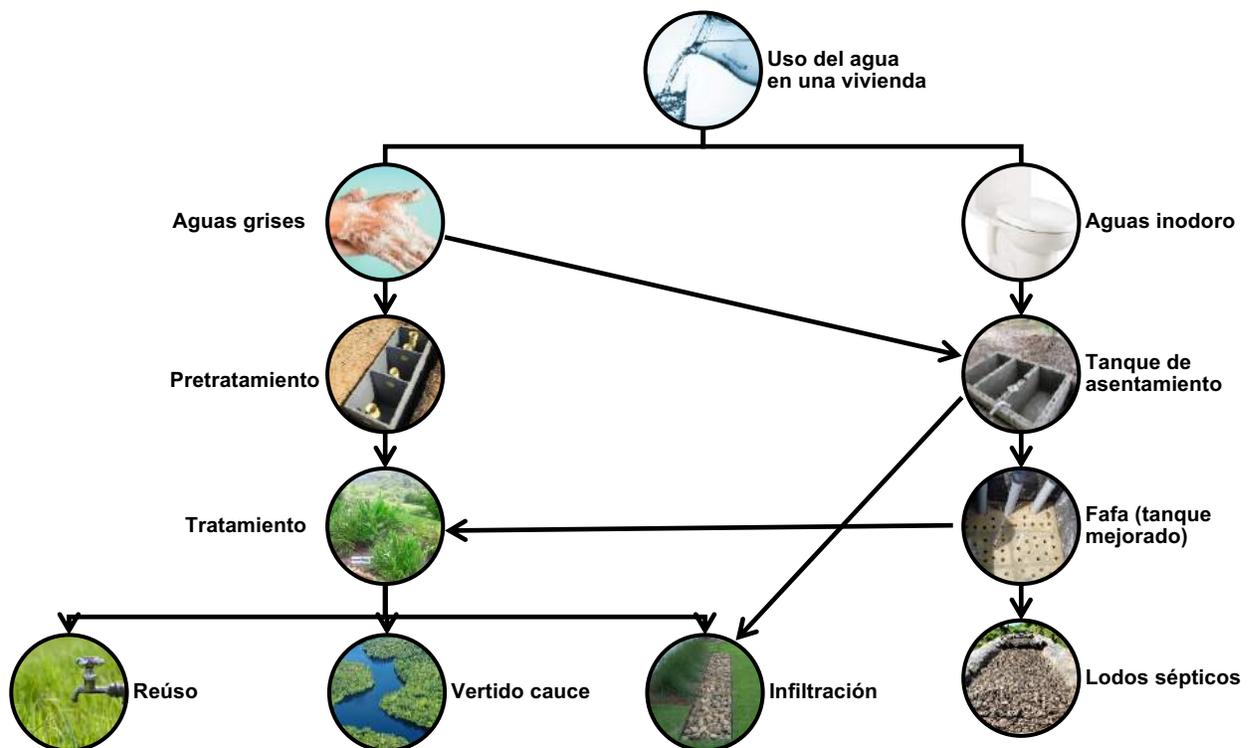


# INTRODUCCION

El Manual que estás leyendo ahora, lo hemos hecho porque queremos que los ríos y manantiales canten siempre. Que el agua fluya transparente y dulce esparciendo vida y salud. Que en nuestro hogar sea bienvenida, cuidada y tratada bien. Que haya suficiente para todas y todos por el resto de los tiempos.

El Manual te dice cómo y para qué resulta vital tratar y disponer de forma adecuada las aguas residuales que generas en tu hogar de modo que permitan asegurar la salud ambiental, no contaminen, e inclusive puedas volverlas a usar si te interesa.

En nuestros hogares generamos dos tipos de aguas residuales: las aguas grises provenientes de lavatorios, duchas y pilas de lavado, y las aguas del inodoro. Estas aguas una vez que salen de nuestros hogares debemos tratarlas para reducir su contaminación, y podemos elegir diferentes formas para tratarla, y posteriormente disponerlas al medio ambiente de tres posibles maneras. En la Figura 1 podrás observar un esquema donde se ejemplifica esta información.



**Figura 1.** Tratamiento y disposición de las aguas residuales que se generan en los hogares

Este Manual describe CINCO diferentes Esquemas de Sistemas para que los usuarios puedan elegir su manera de tratar y disponer las aguas residuales:

**Sistema 1:** PTARs modulares individuales

**Sistema 2:** Letrinas aboneras

**Sistema 3:** Retrete seco sin agua con separador de orina

**Sistema 4:** Tanques sépticos mejorados FAFA

**Sistema 5:** Biojardineras con pretratamiento

Aunque las combinaciones más lógicas las encontrarás aquí, las diferentes tecnologías y los vínculos asociados no son exhaustivos. El diseñador encargado de la obra deberá intentar minimizar la redundancia, optimizar la infraestructura existente y hacer uso de los recursos locales.

Este Manual te permitirá entender y trabajar con el concepto de algunos sistemas, para poder seleccionar un sistema completo y unir interactivamente tecnologías apropiadas; al conocer las ventajas y desventajas específicas de los distintos sistemas. Los sistemas presentados son los autorizados por el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones y por el Ministerio de Salud de Costa Rica.

## DEFINICIONES

**Aguas residuales:** Aplica para todas aquellas aguas que utilizamos y cargamos con algún contaminante. Las aguas residuales ordinarias o domésticas están constituidas por las aguas de los inodoros (conocidas como aguas negras) y las aguas jabonosas (o grises).

**Artefactos de bajo consumo de agua:** Se califican como tales a los inodoros que funcionan con menos de 6 litros por descarga y a las “llaves” o grifos que funcionan gastando menos de 10 litros de agua por minuto.

**Bio-Jardinera.** Es una unidad para el tratamiento de aguas residuales que mejora la calidad del agua a disponer. Consiste en una especie de *macetera* grande que contiene piedras o algún otro medio filtrante, donde el agua contaminada pasa en *flujo sub-superficial*, esto es, sin mostrar agua en la superficie. El proceso conlleva la remoción de contaminantes al pasar por el material filtrante y por las raíces de plantas. Estas plantas utilizadas suelen ser lirios de agua o heliconias, es decir, con habilidad de crecer en el agua. La función de una bio-jardinera es depositar las aguas residuales de manera menos contaminada en los drenajes o subsuelo o también, con tratamientos adicionales, reutilizar el agua para usos como limpieza de pisos o también riego de plantas o algunos cultivos.

**Disposición:** El agua residual después de tratada debe “descargarse” en algún sitio. La disposición es el sitio a donde se llevan las aguas. En Costa Rica utilizamos dos medios: descarga en cuerpos de agua (ríos, lagunas, esteros, el mar) o la descarga por infiltración en el suelo.

**Eco-inodoro o sanitario de bajo caudal:** Estos inodoros están en la línea del saneamiento sostenible, donde se sigue utilizando agua para el acarreo de las excretas, pero en este caso en volúmenes menores a un litro.

**Eco-inodoro o sanitario seco:** Se conoce así al inodoro utilizado para facilitar la disposición de las excretas humanas en forma seca, es decir sin hacer arrastre con agua. Además de ahorrar agua potabilizada, el sanitario seco permite un aprovechamiento de la materia líquida o sólida que se recoja, normalmente para ser usados como fertilizantes agrícolas. Este tipo de sanitario es una

alternativa frente a la carencia y carestía del agua potable. En Costa Rica más de un tercio del agua tratada o potable se destina en el sistema de sanitarios convencionales.

**Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA):** Esta es una técnica o unidad para el tratamiento de aguas residuales. Se utiliza como segunda o tercera etapa. Es un filtro donde los microorganismos a cargo llevan a cabo su metabolismo sin oxígeno. El agua a tratar ingresa por la parte inferior del recipiente y sube a través del medio filtrante.

**Infiltración:** Disposición de aguas residuales en el subsuelo (percolación).

**Inodoro compostero.** Este es un tipo de eco-inodoro donde la materia depositada se recoge en un recipiente, que a la vez permite procesarse bajo los principios del compostaje. La materia a extraer, al final del proceso de compostaje tendrá un estado con el que será posible hacer un uso agrícola.

**Lodos:** Es la materia sólido-acuosa extraída de un tanque séptico y del FAFA que requiere de otras etapas de tratamiento. La materia depositada en un tanque séptico, ya con varios años ahí, se mineraliza; esto es, logra la reducción de su composición hasta su expresión elemental, por procesos naturales físicos, químicos y microbiológicos de biodigestión. Los lodos de un tanque séptico y de origen doméstico, también se llaman *lodos sépticos*.

**Saneamiento:** Acciones de limpiar o para mejorar condiciones sanitarias prevalecientes que afecten la salud de las personas y la salud del medio.

**Saneamiento ecológico:** Acciones de saneamiento sin hacer uso del agua para la remoción de excretas y acciones para aprovechar los componentes de los residuos, luego de su tratamiento.

**Saneamiento sostenible:** Acciones de saneamiento, mejorando el comportamiento de las personas con relación a reducir los volúmenes primarios utilizados y haciendo uso más eficiente de los recursos. Así, usando agua en volúmenes menores a los tradicionales para la remoción de excretas y otras acciones higiénicas.

**Tanque séptico mejorado (TSM):** El TSM es un tanque séptico (sedimentador y biodigestor) seguido por ejemplo de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y luego también de una biojardinera, antes de hacer el vertido de las aguas tratadas. Entendiendo que el TSM permite mejorar la calidad del agua residual.

**Tratamiento:** Proceso para quitar los contaminantes del agua, constituido por al menos una etapa, al utilizar una técnica o una unidad operativa. Este proceso reduce o elimina los contaminantes, sin reducir el volumen de agua residual que produce la edificación o la comunidad.

**Vertido o disposición:** Las aguas residuales después de recibir tratamiento (eliminación de contaminantes) deben disponerse, colocarse o llevar a otro lugar en procura de no dañar o para causar el menor impacto negativo al ambiente. El vertido o disposición se hace al descargar las aguas tratadas en un cuerpo de agua, cauce superficial o cuando esa agua se “entierra” por infiltración. Se deben respetar niveles de calidad o “limpieza” antes de hacer el vertido.

# 1 // PTARs MODULARES

## 1.1. DESCRIPCION

Es posible instalar Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) individuales y ya prediseñadas. El diseño de estos sistemas se ajustan a las necesidades y gusto del cliente, ya que existen muchas opciones distintas según el monto de inversión. Según el sistema que se instale, así variarán sus tareas de mantenimiento, sus ventajas y desventajas. Si enlista a continuación una lista de proveedores de sistemas individuales en Costa Rica; la aprobación de la instalación de estos sistemas requiere un respaldo técnico-científico.

### 1.1.1. BIONEST<sup>MD</sup>:

El Bionest<sup>MD</sup> puede ser construido con fibra de vidrio o concreto. Este sistema incluye un pretratamiento de las aguas seguido de un tratamiento biológico. El pretratamiento está conformado por un tanque de sedimentación de sólidos, y para el tratamiento se utiliza un procedimiento biológico con oxígeno que mediante microorganismos fijados sobre un soporte llamado Bionest, que permite la eliminación de la carga contaminante. Al usar oxígeno el tratamiento no genera gases con malos olores. Además, se generan muy pocos lodos en las unidades. La disposición final de las aguas se puede realizar por medio de infiltración o vertido a un cuerpo de agua. Si se desea reutilizar las aguas es necesario instalar una unidad adicional usando rayos UV, ozono o cloración.

### VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- + El mantenimiento y la instalación la realiza un equipo de profesionales calificado.
- + Larga vida útil.
- + Alta reducción de materia contaminante.
- + Garantía de 1 año de sus componentes y 20 años de garantía del medio filtrante.
- + Resistente al choque hidráulico.

- Requiere consumo eléctrico para las bombas.
- Requiere supervisión de expertos.

## COSTOS APROXIMADOS

Instalación: \$5100 - \$5800

Mantenimiento: \$125/año (incluye una visita de inspección por parte de un experto).

## DIAGRAMA



**Figura 2.** Diagrama de un Bionest<sup>DM</sup>

### 1.1.2. HIDROTECO:

La planta de tratamiento de Hidroteco, denominada I-500-PLT, ofrece una alternativa a un tanque séptico tradicional. Este sistema puede depurar hasta 500 galones de agua residual por día y su operación y mantenimiento son sencillos. Está fabricada con polietileno para ofrecer una durabilidad a largo plazo. Esta planta cuenta con el respaldo de profesionales técnicos certificados.

El sistema opera anaeróbicamente, es decir con oxígeno, por lo que se utiliza un soplador durante su operación. En el Segundo compartimiento, denominado clarificador, se da la sedimentación de los sólidos finales, y el agua pasa a través de un clorinador para eliminar patógenos y poder reutilizarla en riego.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

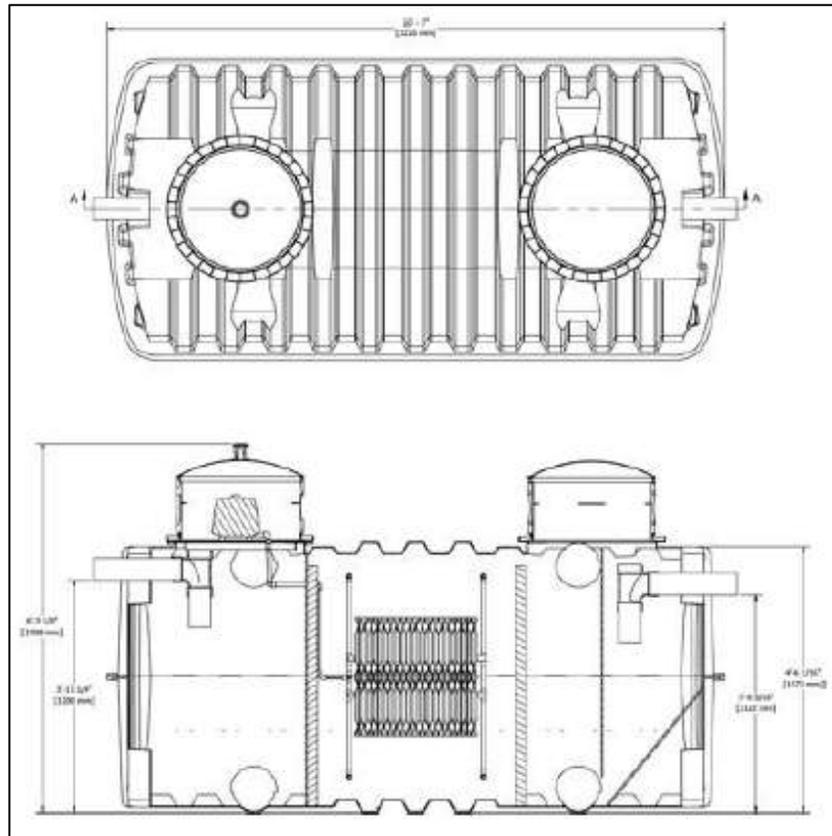
- + Alta reducción del material orgánico contaminante.
- + Un año de garantía de todos sus componentes.
- + Resistente a choques hidráulicos.
  
- Requiere un consumo eléctrico constante para la operación de la bomba y el soplador.
- Es necesaria la supervisión de un experto durante la instalación y para su mantenimiento.

## COSTOS APROXIMADOS\*

Instalación: \$6600-67000 (Incluye 1 galón del producto Biojet 7<sup>®</sup>, el cual es una solución orgánica que permite acelerar el proceso de descomposición dentro del sistema).

Mantenimiento: \$130/año (Incluye la visita anual de un profesional).

## DIAGRAMA



**Figura 3.** The *Jet 1500* plant of Hidroteco

### 1.1.3. ELOY OXYPLANTA®:

La planta OXYPLANTA® es un sistema de tratamiento aeróbico y su alta eficacia permite depurar las aguas domesticas residuales. Está conformada por tres tanques distintos: el sedimentador primario que permite la sedimentación de material en suspensión y además permite remover grasas y aceites, el reactor biológico que contiene un soporte de pequeñas estructuras hechas con polipropileno reciclado que permiten la adhesión de los microorganismos depuradores, y un clarificador secundario, este precipita las partículas remanentes y recircula los lodos para reenviarlos al sedimentador primario. También, es posible instalar un cuarto tanque de almacenamiento de las aguas limpias, listas para ser bombeadas al sistema de irrigación en caso de reusarse las mismas para riego.

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS

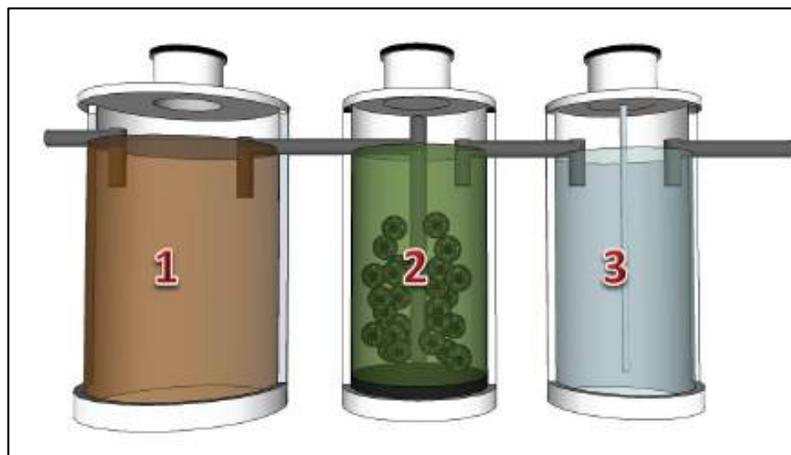
- + Eloy es una empresa Belga con más de 40 años de experiencia en tratamiento de aguas.
  - + Alta y eficiente reducción de la materia contaminante.
  - + Baja producción de lodos.
  - + 1 año de garantía de todos los componentes electromecánicos.
- 
- Consumo constante de electricidad para el soplador.
  - Requiere la supervisión de expertos durante la instalación.
  - Utiliza tres o cuatro tanques para el tratamiento, lo que la hace más grande que otras plantas y requiere mayor espacio para la instalación.

## COSTOS APROXIMADOS\*

Instalación: \$6000 - \$6400

Mantenimiento: \$150/año + costos de las piezas que deban remplazarse

## DIAGRAMA



**Figura 4.** The OXYPLANTA®

#### 1.1.4. TIM-AT8:

Las plantas de tratamiento Tim-AT se fabrican de polipropileno de alta densidad con tapa desmontable resistente a rayos UV. Este sistema de tratamiento es anóxico y utiliza un proceso denominado filtración ascendente mediante un lecho de lodos (USBF, por sus siglas en inglés), por lo que utiliza un soplador de aire para la introducción de oxígeno. Es un sistema compacto ya que todas las etapas del tratamiento suceden dentro del mismo tanque con divisiones. La tecnología USBF mantiene un nivel de lodos alto y por ende estabilizados, con un período de remoción entre los 12 a 24 meses.

#### VENTANAS Y DESVENTAJAS

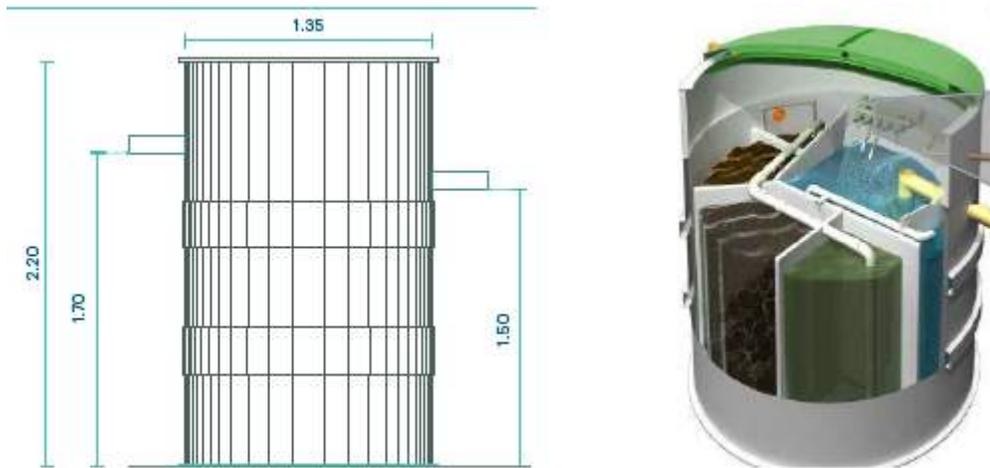
- + Sistema compacto, requiere poco espacio para su instalación.
- + Reducción elevada de la carga contaminante.
- + Flexibilidad hidráulica, es capaz de operar con un +- 10% de la capacidad de la planta.
  
- Se requiere la aprobación del Ministerio de Salud para su importación e instalación.
- Consumo eléctrico constante para la operación del soplador de aire.
- Requiere la supervisión de un profesional durante su instalación.
- Debe ser importada desde México, no hay distribuidores oficiales en Costa Rica.

#### COSTOS APROXIMADOS\*

Instalación: \$2800 + costos de importación + impuestos

Mantenimiento: \$150/año

## DIAGRAMA



**Figura 5.** Planta de tratamiento TIM-AT8

### 1.2. PROVEEDORES

Bionest: [www.bionest-tech.com](http://www.bionest-tech.com) / Tel: (506) 2288 4358

GTWE German Technology: <http://www.tratamiento-de-aguas.cr/> / Tel: 2249-0314

Depuragua: [www.depuragua.com](http://www.depuragua.com) / Tel: (506) 4081-4900

Gaia: [www.gaiacr.com](http://www.gaiacr.com) / Tel: (506) 2430-5834

Eloy: <http://www.loyamericalatina.com/> / Tel: (506) 8712-3319

TIM: <https://thinktim.mx/residencial/>

## 2 // LETRINAS ABONERAS

### 2.1. DESCRIPCIÓN

En las letrinas aboneras se realiza un proceso de compostaje con la mezcla de heces y orina. El compostaje se refiere al proceso por el cual los componentes biodegradables son descompuestos biológicamente bajo condiciones aeróbicas por bacterias y hongos. En una cámara de compostaje se convierte las excretas y materiales orgánicos en composta, que es un estable e inofensivo que puede ser manejado con seguridad y usado para enriquecer del terreno. Pudiendo también participar otros organismos, tales como las lombrices californianas, las que al colocarse en el proceso ayudan con el transporte de oxígeno y de humedad a través del material en compostaje.

Este sistema está conformado por cuatro partes distintas:

- Un reactor o cámara de almacenamiento.
- Una unidad de ventilación para proporcionar oxígeno y permitir que escapen los gases que se generan en el reactor.
- Un sistema de recolección de lixiviado;
- Una puerta de acceso para sacar el producto tratado.

Se debe contar con la salida apropiada de líquidos por un punto inferior y de esa manera conducirlos hacia donde se les de tratamiento. Se debe permitir el sistema de ventilación lateral apropiado, para el ingreso permanente de aire, a través y a lo alto de la masa a acumular. Entrando por ambos lados del recipiente y permitiendo cerrar o abrir el flujo de aire, según se determine la necesidad. Se debe contar con una compuerta para el acceso al material y su manipuleo. Este acceso será utilizado para realizar a través de él las acciones de operación requeridos por el proceso de compostaje, revolver y cambiar de posición la masa en proceso de degradación. Esta compuerta luego de las labores que por medio de ella se realicen deberá ser hermética.

Se debe lograr la separación del material sólido del líquido, por medio de un “entrepiso” perforado, ranurado o poroso. Por lo que se debe contar con la salida apropiada de líquidos por un punto inferior, esa salida debe tener una unión de PVC para interconectarse a una tubería, de ese mismo material y no menor a 25 mm.

Se debe tener como insumo borucha o aserrín de madera liviana con el fin de mezclarlo a la mezcla y ayudar a la aireación y al aporte de Carbono necesario para lograr un equilibrio.

El producto final de la composta es un material que huele a “tierra mojada” rico en elementos que contribuyen con las características del suelo natural, mejorando su condición física y disponibilidad de elementos nutrientes para las plantas. Los líquidos efluentes, también ricos en nutrientes, son un fertilizante orgánico natural que igualmente puede ser aplicado a diferentes plantas.

Las aguas grises deben ser tratadas por aparte con otro sistema.

## 2.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- + La composta que es sacada es segura para su manejo y puede ser usada como acondicionador de terreno.
- + Puede ser construido y reparado con materiales disponibles localmente.
- + Larga vida de servicio.
- + Si es usada correctamente no hay problemas reales con moscas ni olores.
- + Costos de capital bajos a moderados dependiendo del vaciado; bajos costos de operación.
- + Alta reducción de patógenos.
- + No requiere una fuente constante de agua.
  
- El lixiviado requiere tratamiento secundario y/o descarga adecuada.
- Requieren diseño experto y supervisión de construcción.
- Puede requerir algunas partes especializadas.
- Delicadas de manejar, se debe tener un manejo adecuado de la humedad y del oxígeno presente.
- Puede requerir un largo tiempo de arranque/estabilización.

## 2.3. MANTENIMIENTO

Se recomienda la adición de borucha o aserrín de madera liviana después de cada uso, esto sirve como material absorbente y previene malos olores y la atención de las moscas. Estas labores serán, al menos, una vez por semana, utilizando una herramienta semejante a un “rastrillo” y utilizando guantes de protección. Se recomienda contar con al menos una ventana transparente de observación, para verificar periódicamente la parte interna de la cámara.

Dependiendo del diseño, la Cámara de Compostaje debe ser vaciada cada 2 a 4 años. Sólo se debe sacar la composta completamente madura. Con el tiempo, se depositarán sal u otros sólidos en el tanque o en el sistema de recolección de lixiviado, los cuales se pueden disolver con agua caliente y/o raspándolos. Se puede usar una prueba de apretón, que requiere que el usuario apriete una porción de composta con la mano. La composta no se debe desmoronar y sentir seca, tampoco se debe sentir como una esponja húmeda.

## 2.4. PROVEEDORES EN COSTA RICA

Fibromuebles: [www.fibromuebles.com](http://www.fibromuebles.com) / **Tel:** (506) 2288-6338

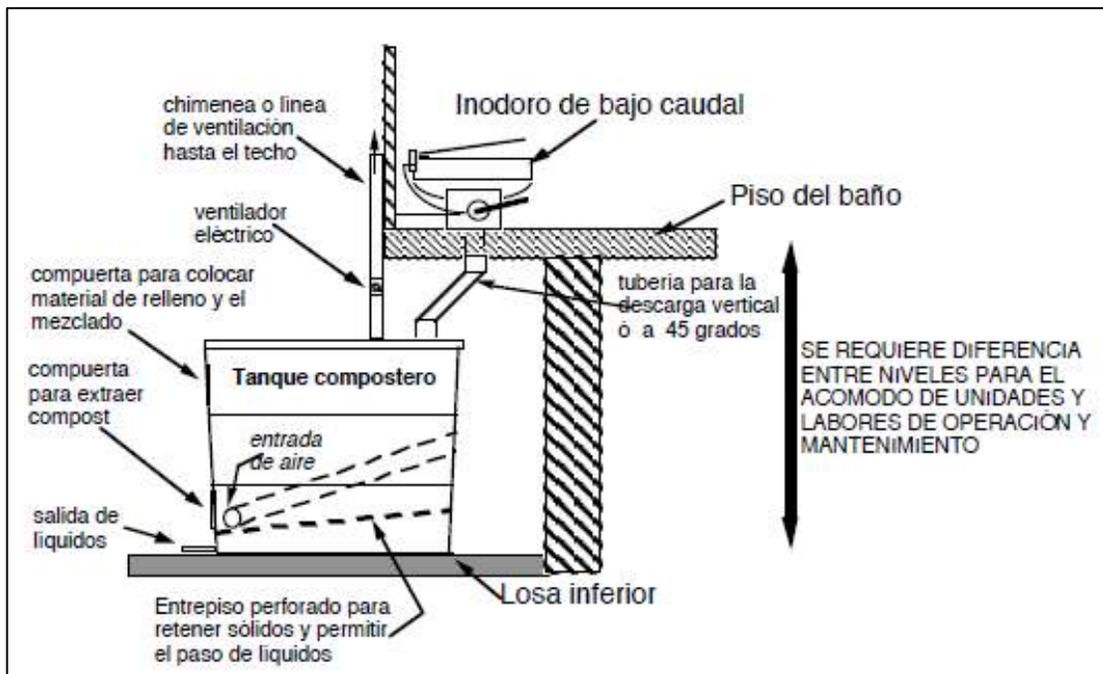
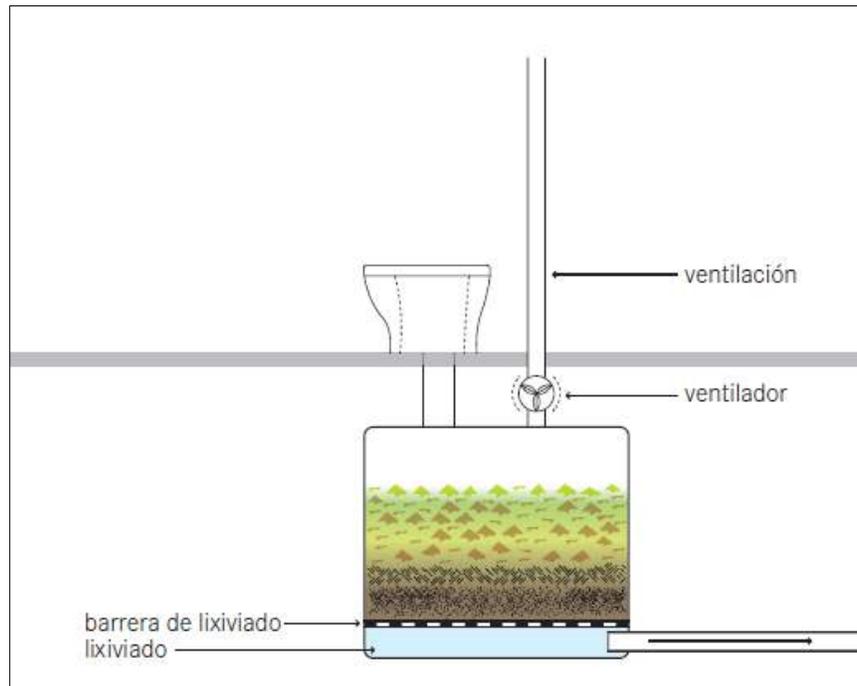
Diseño por profesional contratado.

## 2.5. COSTOS APROXIMADOS

Construcción: \$850 - \$1350

Mantenimiento: \$40/mes para compra de material seco.

## 2.6. DIAGRAMA



**Figura 6.** Diagramas de una letrina compostera.

## 3 // RETRETE SECO

### 3.1. DESCRIPCION

El retrete seco es sanitario porque satisface la necesidad de tratar con las excretas de una forma saludable, es ecológico porque aprovecha los ciclos biológicos naturales para transformar una materia orgánica –las excretas- en un producto inofensivo y listo para nutrir al suelo, y es seco porque no utiliza agua, no la desperdicia y evita contaminarla.

En Costa Rica, según la normativa vigente, sólo se puede instalar un retrete seco con separación de orinas y heces. Hay dos Tecnologías de Interfase de Usuario para este sistema: se puede adquirir un Retrete Seco con Separador de Orina (UDDT = Urine Diverting Dry Toilet) o un urinario.

Los sanitarios secos se deben colocar sobre una estructura de concreto, que posea al menos dos cámaras continuas de almacenamiento y deshidratación de las heces. El volumen de cada cámara debe ser de al menos 0,6 m<sup>3</sup>. Máximo 6 habitantes por cámara.

Las excretas humanas se tratan mediante un proceso aeróbico, es decir, con oxígeno. Por lo que es necesario las condiciones ambientales para lograr que la materia orgánica depositada dentro de las cámaras permanezca con caliente, oxigenada y balanceada. Cuando se almacenan las heces en las cámaras, se les debe mantener tan secas como sea posible para favorecer la deshidratación e higienización. Por lo que se deben cubrir las excretas con una mezcla rica en carbono cada vez que usamos el sanitario, así logramos transformar el excremento en abono libre de microbios que nos podrían enfermar. Esto permite también minimizar los olores y establecer una barrera entre las heces y vectores potenciales (ej: moscas).

Las excretas solas no tienen la capacidad de transformarse, necesitan materiales con otros elementos que alimenten los microorganismos que las transforman. Siempre debemos cubrir las excretas cuando usamos el sanitario, por ello nunca debe faltar un bote con mezcla dentro baño, el secreto para evitar olores desagradables es cubrir con mezcla limpia y rica en carbono cualquier cosa sospechosa de malos olores. Se puede usar: **cal, aserrín, cáscara de arroz, ceniza, tierra seca** o una mezcla de estas.

Los sanitarios secos deben poseer al menos dos confinamientos continuos fabricados con concreto. Que se alternará su uso de forma anual. Las cámaras deben contar con un tubo de ventilación que sobre salga por encima del techo del sistema de sanitario seco. La materia orgánica producto de los sanitarios secos y composteros no debe utilizarse para abonar hortalizas ni otras plantas que se consuman frescas.

Si se instala este sistema. Se debe instalar por aparte un sistema para el tratamiento y disposición de las aguas grises. El retiro mínimo que se debe respetar respecto a linderos será de 5 metros.

### 3.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- + No requiere una fuente constante de agua
  - + Puede ser construido y reparado con materiales disponibles localmente
  - + Bajos costos de capital y operación.
  - + Adecuado para todos los tipos de usuario.
  - + Se da un aprovechamiento de la orina como fertilizante.
- 
- Los olores son normalmente perceptibles (aún si la cámara o el pozo usado para recolectar los excrementos está equipado con ventilación)
  - La pila de las excretas es visible, excepto cuando se construye un pozo profundo.
  - Involucra más trabajo en su operación diaria.
  - Es primordial educar a los usuarios en el adecuado uso.

### 3.3. MANTENIMIENTO

La superficie del asiento o para pararse debe mantenerse limpia y seca para prevenir la transmisión de patógenos/enfermedades y para disminuir los olores. No hay piezas mecánicas así que los Retretes Secos no requieren reparaciones excepto en el caso de que se quiebren.

#### **La orina:**

Toda la orina se debe recolectar separado de las heces. Almacenándola en recipientes de 2 a 5 litros. Una vez que el recipiente se encuentre lleno se debe almacenar tapado en un lugar seco y fresco por al menos 6 semanas. Transcurrido este tiempo se debe generar una mezcla de la orina descompuesta con agua en una relación 1:3.

**Cuadro 1.** Mezcla de orina:agua para utilización como abono.

Cantidad de mezcla (L)	Orina (L)	Agua (L)
4	1	3
8	2	6
12	3	9
16	4	12
20	5	15

Esta mezcla se podrá utilizar para el riego de las plantas, ornamentales o césped, en caso de cultivos o árboles con frutos únicamente se podrá aplicar en la parte inferior de las plantas de manera que no entre en contacto con los frutos se usa la orina en cosechas que serán consumidas por personas ajenas al productor de la orina, deberá ser almacenada durante 6 meses. La orina no debe ser aplicada el último mes antes de realizar la cosecha.

Con el tiempo de almacenamiento se formará una capa de lodo orgánico y minerales precipitados en el fondo del tanque, por lo que debe limpiarse periódicamente. Cualquier equipo que se utilice en la recolección, transporte o aplicación de la orina (ej. regaderas) se pueden tapar con el tiempo. La mayoría de los depósitos se pueden quitar fácilmente con agua caliente y un poco de ácido (vinagre), o en casos más extremos, raspados manualmente.

#### **Manejo de las heces:**

La estructura del inodoro debe ser móvil y situarse sobre una losa o piso colocado sobre los dos confinamientos o cámaras. La losa deberá tener un orificio sobre cada una de las cámaras, en el que se instalará el inodoro, estos orificios deberán permanecer tapados cuando no se estén utilizando.

Se debe utilizar cada confinamiento o cámara por un periodo de un año máximo, transcurrido este tiempo, el inodoro se deberá mover hacia la cámara continua la cual se utilizará por el siguiente año. El cambio del inodoro entre cámaras se deberá hacer una vez al año de manera que la cámara llena de material se descomponga. Se deberá retirar el residuo de la descomposición resultante de cada cámara luego del año de degradación y previo a colocar nuevamente el inodoro.

Se debe utilizar guantes para el manejo de la materia orgánica resultado de la descomposición y procurar que la misma no toque la piel. Este material resultado de la descomposición deberá ser enterrado o utilizado como fertilizante, el cual se debe aplicar a la base de las plantas, en este

último caso se deberá cubrir con un poco de tierra para evitar pérdidas por escorrentía en caso de lluvias.

### 3.4. PROVEEDORES EN COSTA RICA

Asesores: Finca Agroecológica El Tablazo [www.fincaeltablazo.com](http://www.fincaeltablazo.com)

WCEco Costa Rica: <http://wceco.mx/> / Tel: (506) 8837 0971 ó 8705 9424

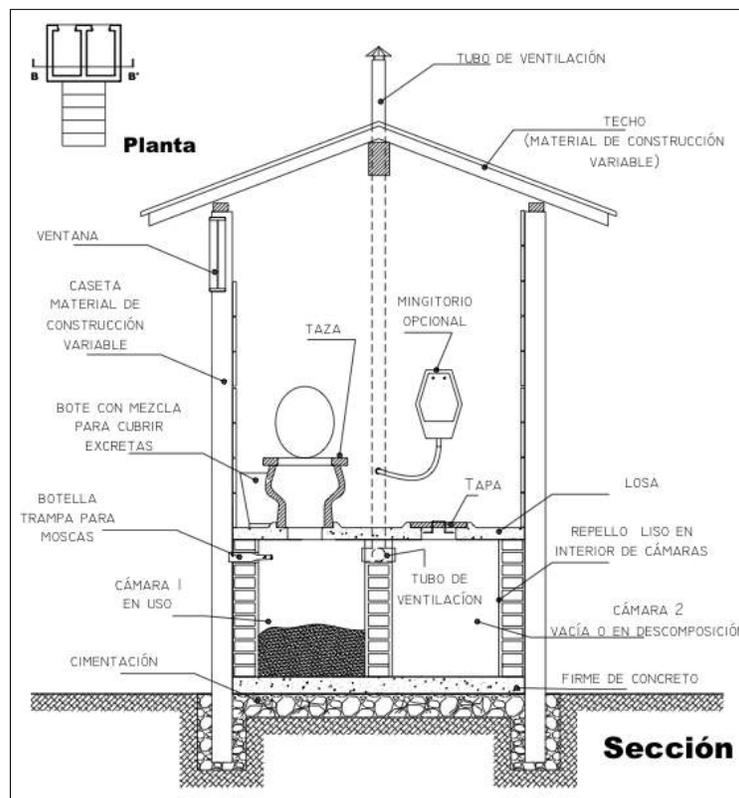
AguaOff: [www.aguaoff.com](http://www.aguaoff.com) / Tel: (506) 2560-5454

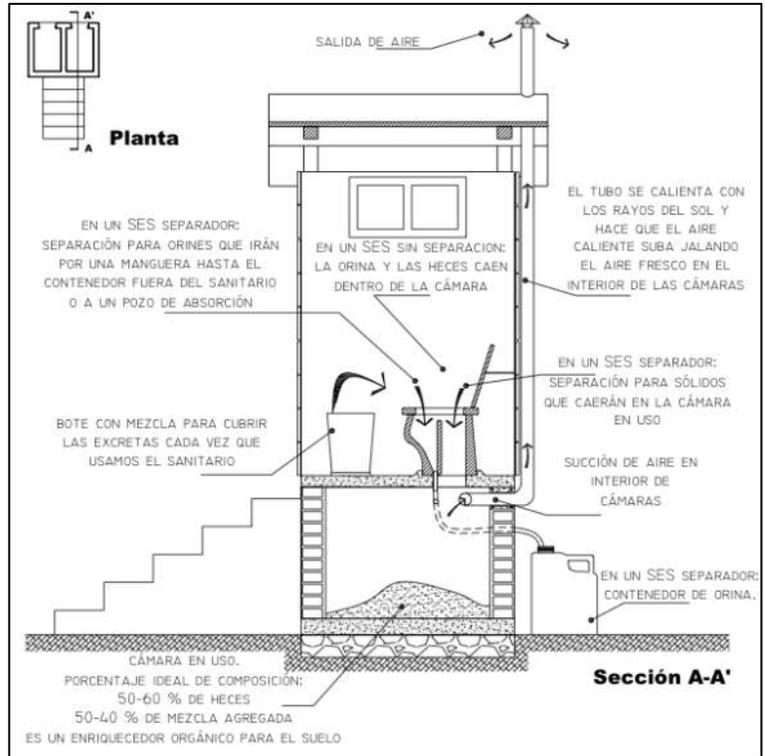
### 3.5. COSTOS APROXIMADOS

Construcción: \$1600 - \$2100

Mantenimiento: \$40/mes

### 3.6. DIAGRAMA





**Figura 8.** Diagrama de un retrete seco y su sección A-A'

## 4 // FAFA- TANQUE SÉPTICO MEJORADO

### 4.1. DESCRIPCION

Un Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA) es un reactor biológico de cama fija más conocido como un filtro. Las aguas residuales al fluir por el filtro que se encuentra lleno de bacterias, se purifica ya que en el filtro quedan retenidas las partículas y se degrada la materia contaminante. Este sistema siempre se instala después de un tanque séptico, y pueden instalarse una o más cámaras de filtración.

Los materiales comúnmente usados para el filtro incluyen grava, piedras quebradas, carboncillo, o piezas de plástico. El agua entra por abajo y se recoge por encima. Las piedras o medios filtrantes son soportados por un "piso" o base falsa. Este filtro al proporcionar una gran superficie para la masa bacteriana, hay un mayor contacto entre la materia orgánica y la biomasa activa que la degrada efectivamente. Este filtro es anaerobio, en ausencia de oxígeno, por lo que debe ser hermético.

Como la unidad del Filtro Anaeróbico es subterránea, los usuarios no entran en contacto con el afluente o el efluente.

### 4.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- + Resistente a cargas de choque orgánicas e hidráulicas
- + No requiere energía eléctrica
- + Puede ser construido y reparado con materiales disponibles localmente
- + Larga vida útil
- + Costos de capital moderados, costos de operación moderados dependiendo del vaciado; puede ser reducido dependiendo del número de usuarios
- + Alta reducción de materia contaminante.
  
- Requiere una fuente constante de agua
- El efluente requiere tratamiento secundario y/o descarga adecuada.
- Baja eliminación de patógenos y nutrientes.
- Requiere diseño y construcción por expertos.
- Largo tiempo de arranque y estabilización.

### 4.3. MANTENIMIENTO

Para el arranque del sistema FAFA se recomienda agregar bacterias activas para asegurar una operación adecuada. El FAFA debe revisarse periódicamente el registro del tubo vertical de entrada al fafa, después de los primeros seis meses de funcionamiento.

Con el tiempo los sólidos tapan los poros del filtro. Asimismo, la masa creciente de bacterias será demasiado gruesa y se romperá y tapan los poros. El filtro debe limpiarse cuando baje su eficiencia, y debe haber un año de período máximo entre limpiezas.

Los filtros se limpian haciendo funcionar el sistema en modo inverso para desbloquear la biomasa acumulada y las partículas, es decir mediante un flujo de agua descendente se arrastran todos los sólidos acumulados, se descarga agua un máximo de tres veces sobre el filtro. No dejar totalmente limpio el filtro ya que debe quedar un remanente de bacterias adheridas. También se pueden diseñar de forma tal que el filtro sea extraíble y se limpie fácilmente afuera de su unidad.

### 4.4. PROVEEDORES EN COSTA RICA

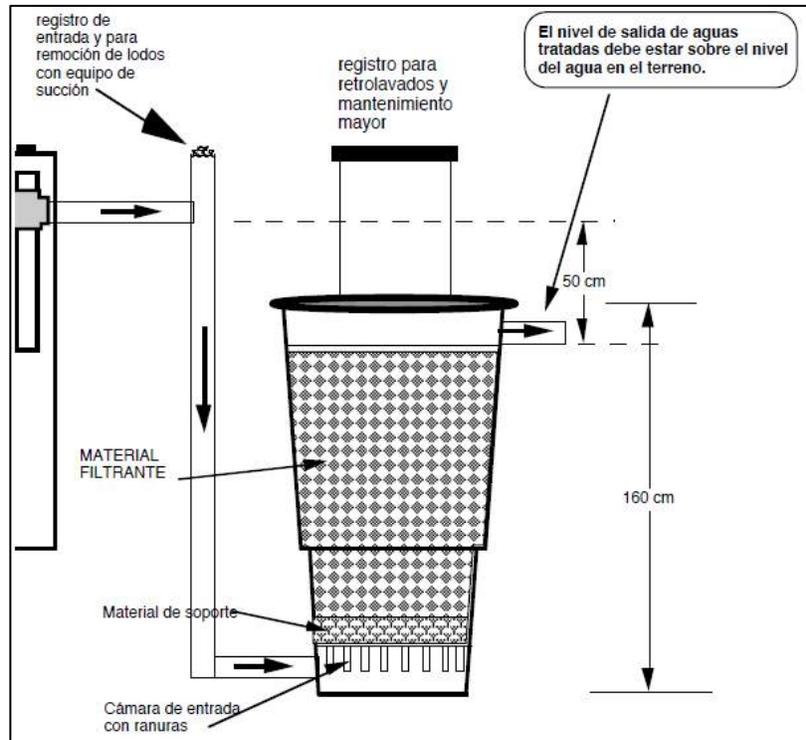
Grupo MT: [www.muchotanque.com](http://www.muchotanque.com) / **Tel:** (506) 2573-8181

Fibromuebles: <https://www.fibromuebles.com/> / **Tel:** (506) 2288-6338

### 4.5 COSTOS APROXIMADOS\*

- Construcción: \$1700 - \$2200
- Mantenimiento: \$100/año

#### 4.6. DIAGRAMA



**Figura 9.** Diagramas de un FFA y sus componentes.

## 5 // BIOJARDINERAS

### 5.1. DESCRIPCION

Los humedales construidos o biojardineras son unidades para el tratamiento de aguas residuales grises, o aguas salientes de un FAFA. Se utilizan como un paso adicional de tratamiento, esto es después de haberle quitado a las aguas residuales los elementos pesados y grasos. Estas consisten en un canal grande relleno con piedras, grava y arena donde se planta vegetación acuática. Al fluir horizontalmente las aguas residuales por el canal, el material filtra partículas y microorganismos y degrada el material orgánico.

Estas unidades para el tratamiento de aguas son muy sencillas y funcionan como filtros dado el flujo horizontal del agua a través de material filtrante granular y como unidades biológicas, dada la participación de las plantas al extraer materia orgánica y nutrientes. El agua ya tratada que se obtiene al final de este proceso no está 100% purificada, pero ya tendrá una muy buena calidad como para ser utilizada en otras actividades, como riego.

Las plantas, y las comunidades de microorganismos que ellas soportan (en los tallos y raíces), toman los nutrientes como nitrógeno y fósforo. Es apropiada cualquier planta con raíces anchas y profundas que pueda crecer en el ambiente acuático rico en nutrientes. El *Phragmites australis* (carrizo), las *Heliconias* o el *Papyro* son elecciones comunes porque forma rizomas horizontales que penetran toda la profundidad del filtro.

Para el pretratamiento, se requiere al menos dos unidades que permitan almacenar el volumen indicado. El uso de dos unidades permitirá resultados más eficientes, regulando velocidad del flujo y mayor retención de partículas impidiendo que entren a la biojardinera. En cada unidad de pretratamiento se producirán gases con olores ofensivos. Por lo que deben conducirse a puntos alejados de la nariz de las personas. Esto es posible por medio de tuberías hasta puntos altos. También se debe asegurar que no crezcan árboles en el área, ya que las raíces pueden dañar el recubrimiento impermeable. Esta tecnología no es apropiada para aguas residuales de inodoros.

### 5.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- ✦ Estéticamente agradable, de belleza natural, y proporciona un hábitat animal.
- ✦ Puede ser construido y reparado con materiales disponibles localmente.
- ✦ La construcción puede proporcionar empleo temporal a gente de la localidad.

- + Es un sistema muy simple, donde el agua fluye por gravedad y puede funcionar sin necesidad de equipos de bombeo, es decir, no requiere energía eléctrica.
  - + Alta reducción de DBO y sólidos y nutrientes. Permite reutilizarla para riego.
  - + No hay problemas de moscas ni olores si se usa correctamente.
- 
- Largo tiempo de arranque para operar a plena capacidad.
  - Se requiere pretratamiento para prevenir las obstrucciones.
  - Requiere supervisión de expertos.

### 5.3. MANTENIMIENTO

Un mantenimiento regular debe garantizar que el agua no se regrese debido a ramas caídas o basura que bloquee la salida del humedal. Puede ser necesario recortar la vegetación periódicamente para que no se vuelva demasiado densa. Es necesario revisar periódicamente el canal de distribución o tubería de entrada y hacer la remoción de los flóculos sedimentados en ese canal. Esto se hace al menos una vez por mes.

Las plantas que se siembren deben “cortarse” o “deshijarse”, la primera vez, un año después de su siembra, y luego, al menos, cada seis meses. Es muy importante llevar a cabo una limpieza periódica de la superficie de los lechos filtrantes, en forma especial después del corte o recorte de plantas, para evitar que la descomposición de esa materia orgánica, en el sitio, sature el lecho.

Con el tiempo se taponará la grava con los sólidos y la capa bacterial. El material del filtro puede requerir reemplazo entre los 8 y 15 años. Se requiere dar un mantenimiento constante a las unidades de pretratamiento, al menos una vez a la semana, se deben remover las grasas flotando y los sólidos depositados en el fondo.

### 5.4. PROVEEDORES EN COSTA RICA

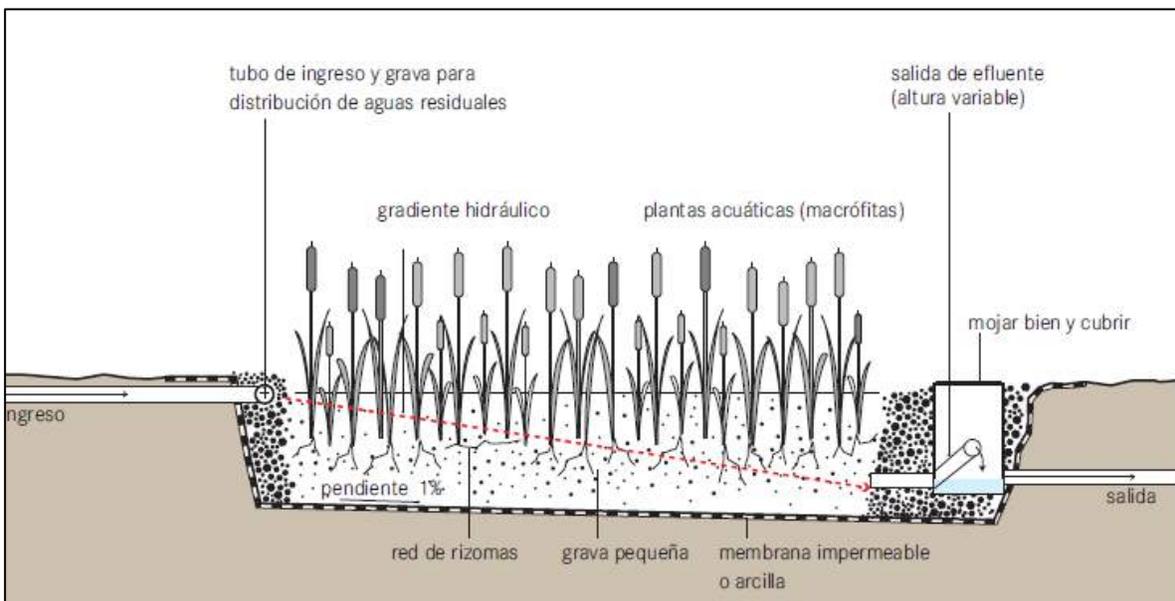
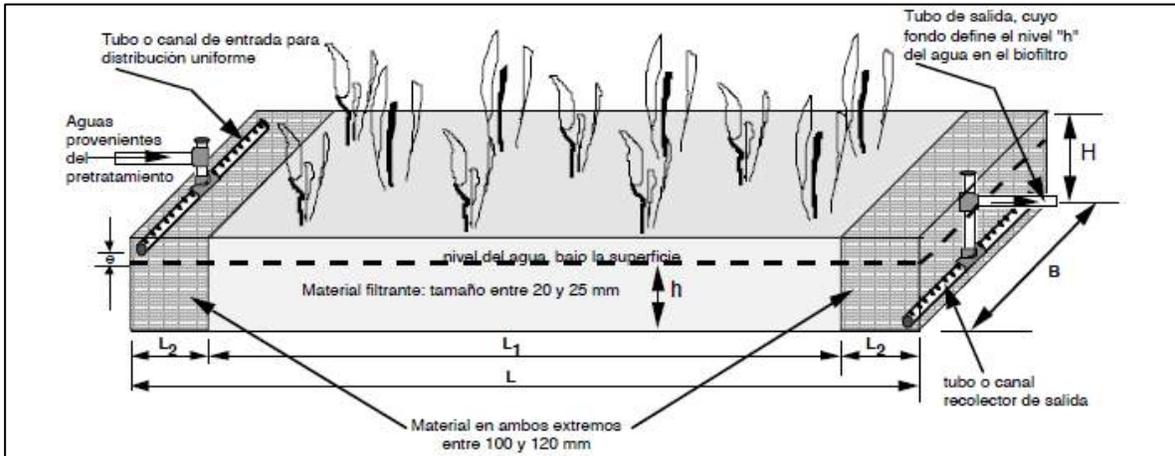
ACEPESA: [www.acepesa.com](http://www.acepesa.com) / Tel: (506) 2280-6291

Gaia: [www.gaiacr.com](http://www.gaiacr.com) / Tel: (506) 2430-5834

## 5.5. COSTOS APROXIMADOS\*

- Construcción: \$1500 - \$2000
- Mantenimiento: Tiempo para limpiar y mantenimiento de las plantas.

## 6.6. DIAGRAMA DEL SISTEMA



**Figura 10.** Diagrama de una biojardinera y sus componentes (Fuente: Rosales, E. 2011)

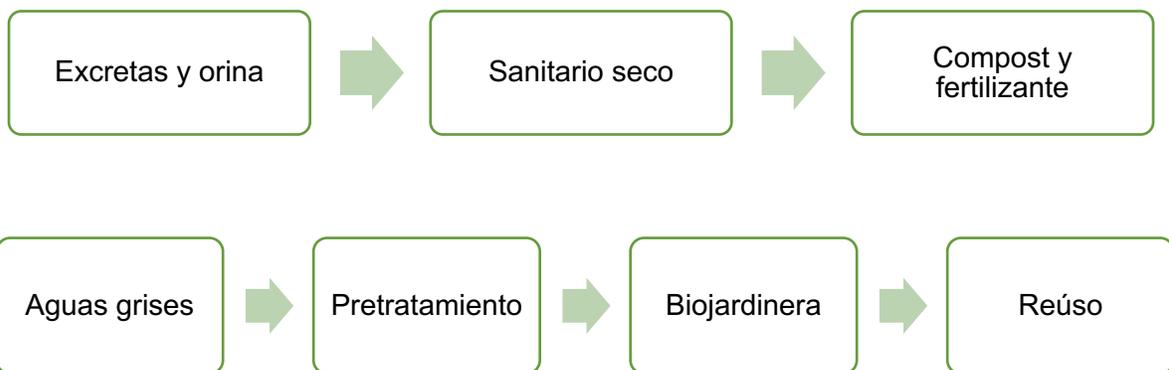
## CONCLUSIONES

Conociendo ya los diferentes sistemas y sus ventajas y desventajas, podrás ahora seleccionar el mejor esquema para tu hogar. A continuación te damos algunos últimos consejos, sin embargo, las diferentes configuraciones no son exhaustivas, se creativo y ¡utiliza la imaginación!

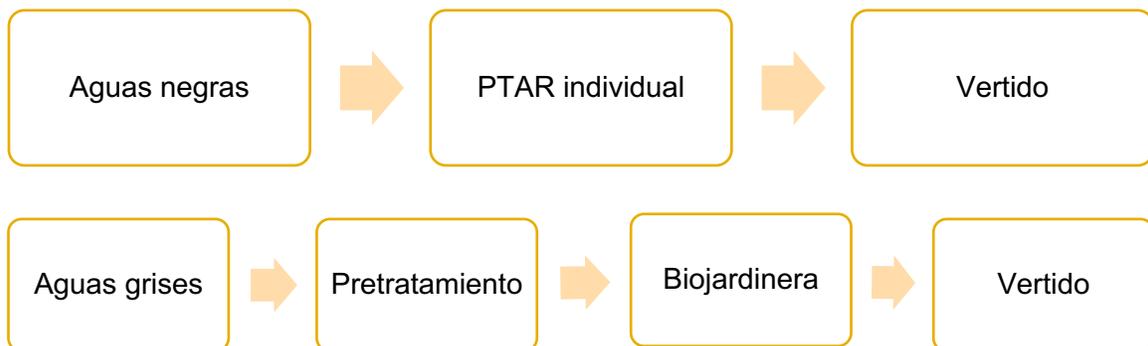
### Esquema N° 1:



### Esquema N° 2:



### Esquema N° 3:



## REFERENCIAS

Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Eficiencias. 2017. 2da edición. CFIA, Costa Rica.

Decreto Ejecutivo N° 42075-S-MINAE: Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas ordinarias residuales tratadas.

Rosales, E., 2005. La Biojardinera: Una alternativa natural para limpiar las aguas grises de nuestra casa. Agencia para la Cooperación Internacional de los Países Bajos (DGIS) del Ministerio de Asuntos Exteriores.

Rosales, E., 2006. Creando Jardines para Limpiar nuestras aguas. Agencia para la Cooperación Internacional de los Países Bajos (DGIS) del Ministerio de Asuntos Exteriores

Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph. and Zurbrügg, C., 2014. Compendium of Sanitation Systems and Technologies. 2nd Revised Edition. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Dübendorf, Switzerland.

*\*Los Costos indicados en este Manual se encuentran sujetos a las dimensiones de los sistemas, a las condiciones del terreno, a los materiales que se seleccionen para la construcción y a la cantidad de personas usuarias del sistema. Por lo que los mismos pueden variar considerablemente.*