

PLAN NACIONAL DE CALIDAD TURÍSTICA DEL PERÚ - CULTUR

## Manual Técnico de Difusión

# Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para Albergues en Zonas Rurales



Gestión Ambiental

Lima - Perú, 2008



PERÚ

Ministerio  
de Comercio Exterior  
y Turismo



## MANUAL TÉCNICO DE DIFUSIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

---

Lima-Perú  
2008

Supervisión y Financiamiento  
Dirección Nacional de Turismo

Edición  
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

Elaboración de contenidos  
Gladys Carrión Carrera  
IPES. Promoción del Desarrollo Sostenible

Diseño y Diagramación  
Romy Kanashiro

Revisión de Contenidos y Diseño gráfico  
Kathia Soto Torres  
Rosa Velásquez Lucen

Esta publicación se realizó en el marco del  
Plan Nacional de Calidad Turística del Perú - CULTUR  
Ministerio de Comercio Exterior y Turismo

# PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

*“No hay vida sin agua. El agua es un tesoro indispensable para toda actividad humana”*

*Carta Europea del Agua, Estrasburgo (1968).*

## C O N T E N I D O

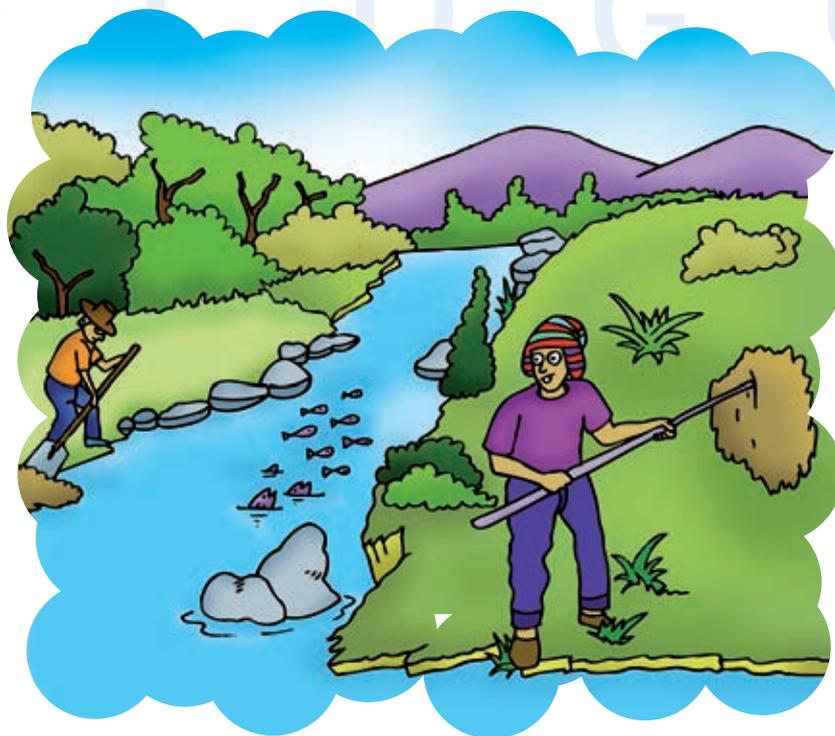
---

- ▣ 1. PRÓLOGO
- ▣ 2. OBJETIVOS
- ▣ 3. SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES
  - 3.1 Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales.
  - 3.2 Acciones previas para la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales
- ▣ 4. TIPOS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES
  - 4.1 Tanque séptico
  - 4.2 Tanque imhoff
  - 4.3 Lecho de secado
  - 4.4 Humedal artificial
  - 4.5 Pozo de absorción o percolación
  - 4.6 Sistema del destino final del agua tratada
- ▣ 5. ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
  - 5.1 Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para una población de 50 personas
  - 5.2 Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para una población de 100 personas
  - 5.3 Instalación de un humedal artificial o biofiltro
- ▣ 6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
  - 6.1 Tanque séptico
  - 6.2 Tanque imhoff
  - 6.3 Lecho de secado
  - 6.4 Humedal artificial
- ▣ 7. MANEJO DE LODOS
  - 7.1 Métodos de tratamientos de lodos
  - 7.2 Extracción de lodo en el tanque séptico
- ▣ 8. GLOSARIO
- ▣ 9. BIBLIOGRAFÍA



# P R Ó L O G O

## PRÓLOGO



En su vida, el ser humano genera desperdicios constantemente. Los residuos propios de la actividad humana, si no son adecuadamente tratados, contaminan agua y suelos.

Las aguas residuales a menudo son vertidas directamente en cuerpos de agua, sin haber recibido tratamiento previo, contaminándolos severamente y siendo el origen de enfermedades infecciosas que afectan a todas personas, sobre todo a los niños y a madres gestantes.

El presente Manual Técnico de Difusión “Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para Albergues en Zonas Rurales” es una publicación elaborada por el Viceministerio de Turismo dirigido principalmente a las Micro y Pequeñas Empresas (MYPES) con el fin de presentar de manera didáctica, medidas tendientes a mejorar su gestión ambiental; impulsando a que desarrollen sus actividades con creciente responsabilidad y a que promuevan que los turistas sean también protagonistas en el compromiso de respetar el ambiente.

El propósito de este manual es ofrecer a los prestadores de servicios turísticos ubicados

en zonas rurales, un documento técnico que les permita implementar, de manera sencilla y económica, sistemas de tratamiento de las aguas residuales para contribuir con la reducción de fuentes de contaminación generadas por la actividad turística, buscando el desarrollo sostenible de la actividad donde los componentes, social, económico y ambiental estén armonizados.

Esta publicación es uno de los productos que el MINCETUR ha elaborado en el marco del Plan Nacional de Calidad Turística - CULTUR, componente transversal del Plan Estratégico Nacional de Turismo - PENTUR, que tiene como objetivo promover la calidad en la gestión del servicio y ambiental a corto plazo, y como una herramienta para aplicar efectivamente la Política Ambiental del Sector.

Éste es sólo un paso en el camino para salvaguardar nuestro ambiente y avanzar hacia un turismo sostenible. Los resultados, el consenso y la expectativa generada nos hacen ver que estamos en la dirección correcta.

**Mercedes Aráoz Fernández**  
Ministra de Comercio Exterior y Turismo

# 2

# OBJETIVOS

## OBJETIVOS



## OBJETIVO N° 1

Proteger la salud de los turistas y de las poblaciones aledañas al albergue en zonas rurales, así como proteger el ambiente visitado.

## OBJETIVO N° 2

Mejorar la prestación del servicio de hospedaje al involucrar el respeto por el ambiente.

## OBJETIVO N° 3

Recuperar las características ecológicas y sanitarias, y preservar las condiciones naturales de los cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia del albergue en zonas rurales.

## OBJETIVO N° 4

Cumplir con las regulaciones ambientales vigentes, en cuanto a permisos y calidad ambiental del lugar visitado.

# 3

## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES



### 3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de aguas residuales (o agua servida, doméstica, etc.) incorpora procesos físicos químicos y biológicos, que tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos introducidos por el uso humano cotidiano del agua. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable al ambiente, y un residuo sólido o lodo que con un proceso adecuado sirve como fertilizante orgánico para la agricultura o jardinería.

Las aguas residuales pueden ser tratadas dentro del terreno del hospedaje (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) y en caso de zonas comunales, éstas son llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente pueden utilizar bombas para

ser trasladados a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para coleccionar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetos a regulaciones locales y sectoriales (regulaciones y controles).

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- **Tratamiento primario:** Es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos; es decir el proceso de asentamiento de los sólidos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, por esa razón es conocido también como tratamiento mecánico.
- **Tratamiento secundario:** Es designado para degradar el contenido biológico de las aguas RESIDUALES que se derivan desperdicios generados por el hombre (desechos fecales, orines, residuos de comida, jabones y de-

tergentes); es decir el tratamiento biológico de sólidos flotantes y sedimentados.

- **Tratamiento terciario:** Etapa final que permite aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.); es decir son pasos adicionales al tratamiento (micro-filtración o desinfección). Se puede utilizar más de un proceso terciario de tratamiento en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, este proceso se denomina “pulir el efluente”.



### 3.2 ACCIONES PREVIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

En caso de que las iniciativas partan de las comunidades en zonas rurales, la gestión previa para la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales requieren de la aprobación del perfil y expediente técnico, debido a que la entidad responsable de formular y ejecutar los proyectos provenientes de fondos públicos son las municipalidades distritales en coordinación con sus órganos de línea, tales como:

- Juntas comunales de administración de agua y saneamiento (JAAS).
- Juntas vecinales reconocidas municipalmente que cuenten con personería jurídica.
- Empresas municipales de agua y saneamiento.
- Otras facultadas por ley.

El proceso de formulación y ejecución del proyecto para la implementación de un sistema de tratamiento se dará bajo el cumplimiento de las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP); de la ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado y sus normas complementarias; de las relativas a los servicios de saneamiento; y las normas administrativas de los gobiernos locales y regionales. Los requisitos mínimos son:

- Estudio de Pre-Inversión viable.
- Expediente técnico.
- Estudio de Impacto Ambiental aprobado por el organismo sectorial.
- Coordinación con la Gerencia de Obras Municipal y red de salud local.

### Proceso Participativo de la Comunidad y la Municipalidad



Representante de la Comunidad.

Representante de la Municipalidad Distrital incorporado al Sistema de Inversión Pública.

En caso de instalaciones privadas como albergues, Hoteles, Ecogede, etc. con financiamientos propios, podrán implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales para su establecimiento, siempre y cuando cumplan con los requisitos del gobierno local y regional

u organismo público competente. Los requisitos mínimos son:

- Si la propiedad se encuentra dentro de un Área Natural Protegida es necesario contar con un Estudio de Impacto Ambiental aprobado por el organismo sectorial.
- Contar con un proyecto o expediente técnico.
- Solicitar las licencias y permisos respectivos siguiendo los procedimientos solicitados por el gobierno local u organismo competente.

### PASOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA PIP

Formular el Proyecto de Inversión Pública -PIP. Inicia con un Perfil de Proyecto.

Pre - Factibilidad

Factibilidad

Expediente Técnico

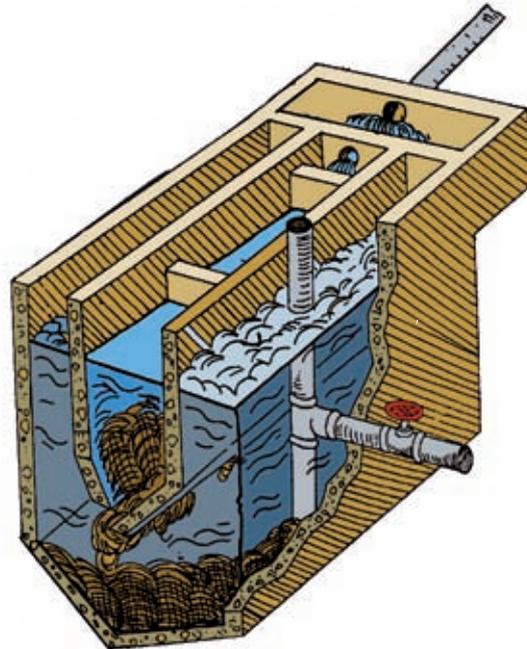
Inicio de Obra

Operación y Mantenimiento

Cierre del Proyecto

# 4 TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

TIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



A continuación se describirán las unidades de tratamiento que se pueden utilizar para el tratamiento de aguas residuales en albergues y pequeñas comunidades rurales, así como el destino final del agua tratada:

- Tanque séptico.
- Tanque Imhoff.
- Lecho de secado.
- Humedal artificial o biofiltro.

### 4.1 TANQUE SÉPTICO

Este tipo de tratamiento se aconseja para albergues y poblaciones que generan un volumen diario de aguas residuales menores de 20m<sup>3</sup>.

El tanque séptico está constituido por una caja de cemento o concreto y se usa para la disposición final de aguas residuales domésticas en zonas rurales como casas y albergues.

Es un depósito impermeable, generalmente subterráneo. A este depósito llegará el agua servida a través de tuberías y será retenido por un periodo de tiempo.

Durante este periodo se separa la parte sólida de las aguas residuales mediante un proceso de sedimentación simple; la materia orgánica acumulada en el fondo se descompone por acción de las bacterias convirtiéndola en lodo inofensivo.

# PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

FIGURA N° 1. Trampa de grasas

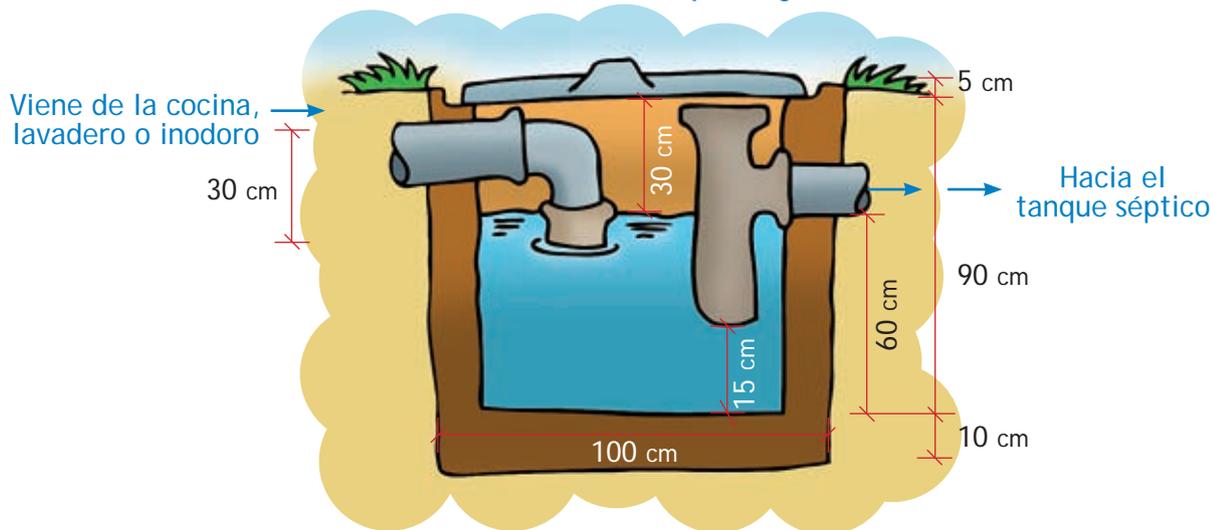
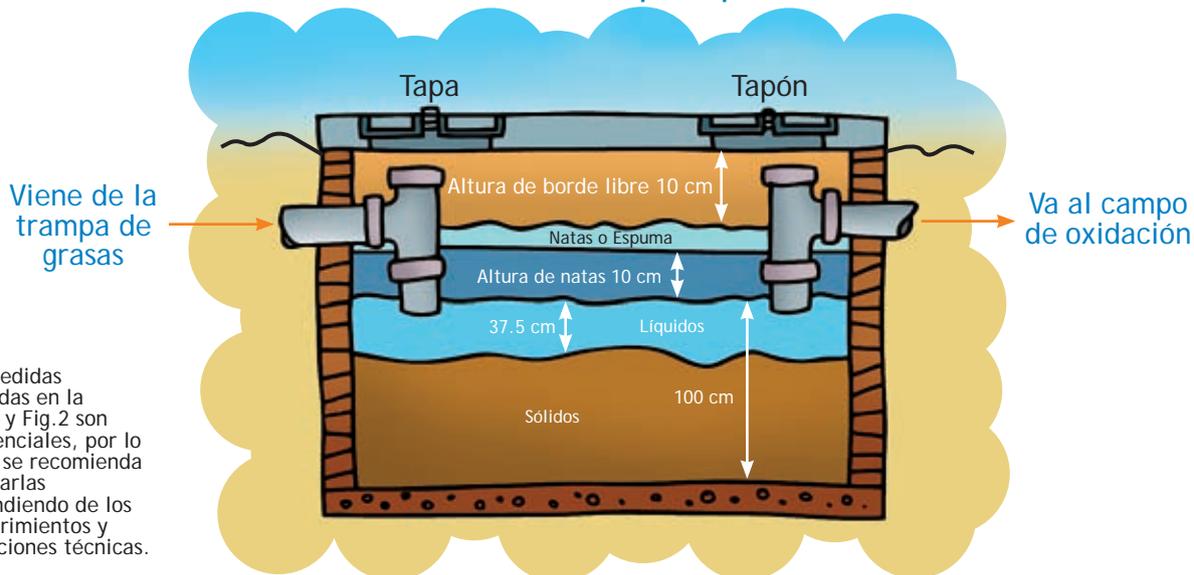


FIGURA N° 2. Tanque séptico



Las medidas acotadas en la Fig. 1 y Fig.2 son referenciales, por lo tanto se recomienda adaptarlas dependiendo de los requerimientos y condiciones técnicas.

## 4.2 TANQUE IMHOFF

Este tratamiento se recomienda cuando hay albergues o poblaciones que generan volúmenes diarios de aguas residuales mayores a  $20\text{m}^3$ .

El tanque Imhoff está constituido por dos zonas. La primera zona se denomina cámara superior y la segunda zona cámara inferior.

El agua servida está constituida por parte líquida y sólida, ésta llegará a la cámara superior

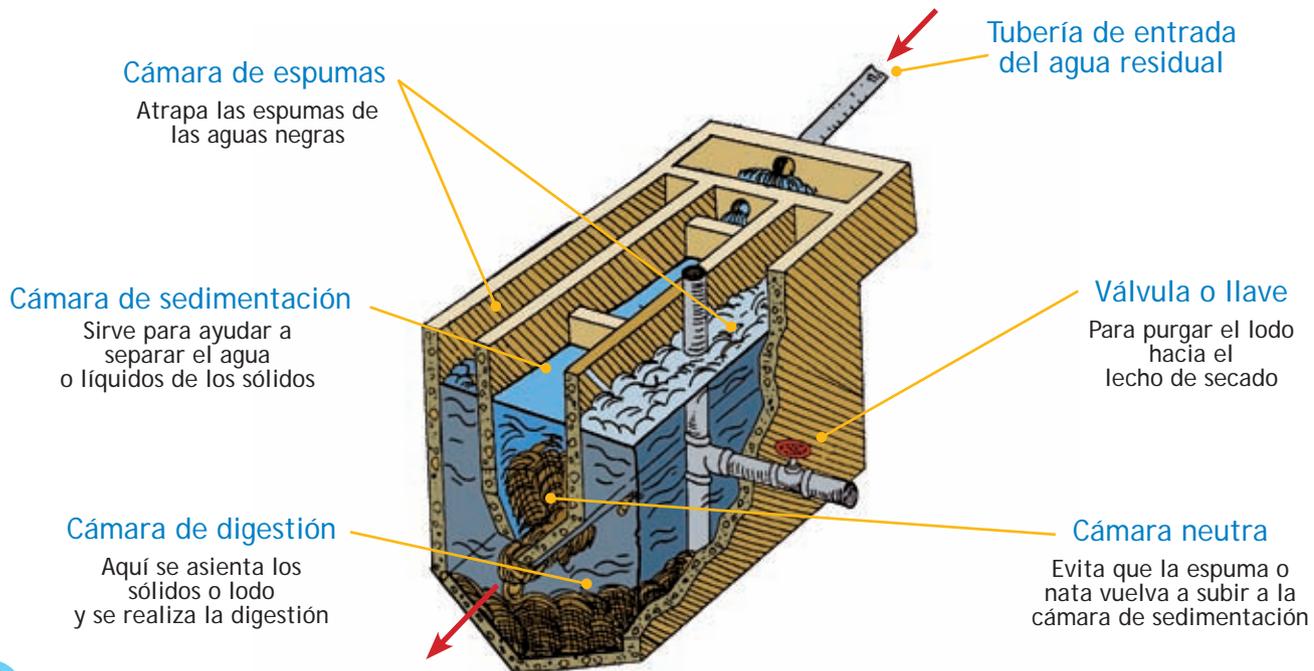
para su sedimentación, es decir se efectuará la separación de los líquidos y del sólido.

En la cámara inferior se produce la digestión de los sólidos, en donde las bacterias descomponen la materia orgánica y la convierten en lodo.

El lodo acumulado se extraerá a través de un tubo, llamado también tubo de purga.

El tanque Imhoff está constituido por tres compartimientos o cámaras : sedimentación, espuma y digestión (Figura N°3).

FIGURA N° 3. Tanque Imhoff

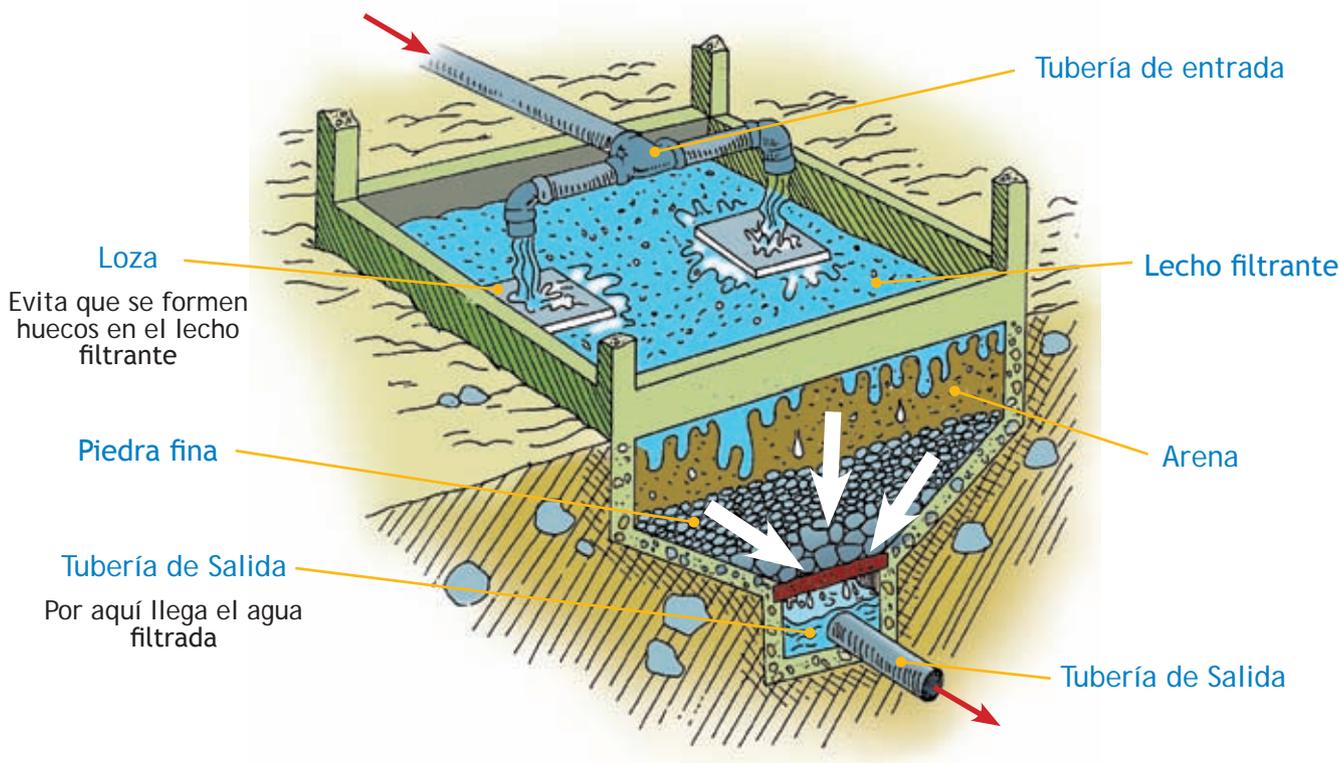


### 4.3 LECHO DE SECADO

El lecho de secado es parte del Tanque Séptico e Imhoff. Debido a que en ambos casos se genera lodos en el fondo de su estructura, este fango deberá ser retirado 6 veces al año según sea el caso y conducido al lecho de secado.

El lecho de secado consiste en colocar capas de arena y grava, en cuya superficie se almacenan los lodos y los líquidos que se van al fondo a través de una canaleta. Una vez seco el lodo, se retira y se utilizará para acondicionador de suelos (Figura N°4).

FIGURA N° 4. Lecho de Secado



### 4.4 HUMEDAL ARTIFICIAL(\*)

Denominado también biofiltro o pantano seco artificial, puede ser usado como el tratamiento secundario de las aguas residuales, instalándose de forma complementaria al Tanque séptico o Imhoff.

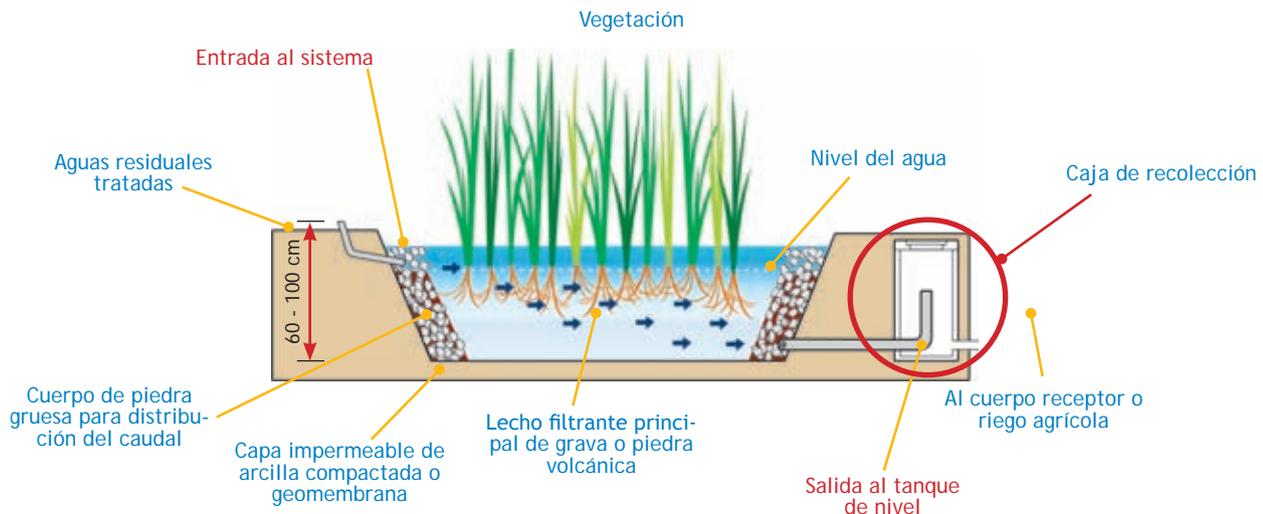
Un biofiltro es un humedal artificial de flujo subterráneo, sembrado con plantas acuáticas en la superficie del lecho filtrante, por donde las aguas residuales pre-tratadas fluyen en forma horizontal o vertical. El presente manual se enfoca en los biofiltros de flujo horizontal.

El humedal artificial está constituido de:

- Plantas acuáticas: carrizo o caña brava, papiro, junco, tatora, achira u otros.
- Material filtrante: grava, confitillo y arena.
- Tubos y codos de PVC de 2 pulgadas de diámetro.
- Impermeabilización de la poza con geomembrana.

Un biofiltro de flujo horizontal consta de pilas rectangulares con profundidades que oscilan entre 60 y 100 cm., con un relleno de material grueso (5 a 10 cm. de diámetro) en las zonas

FIGURA N° 5. Sección Longitudinal de un biofiltro de flujo horizontal



\* Programa de Agua y Saneamiento (WSP) - Banco Mundial (2006): "Biofiltro: Una opción sostenible para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas localidades".

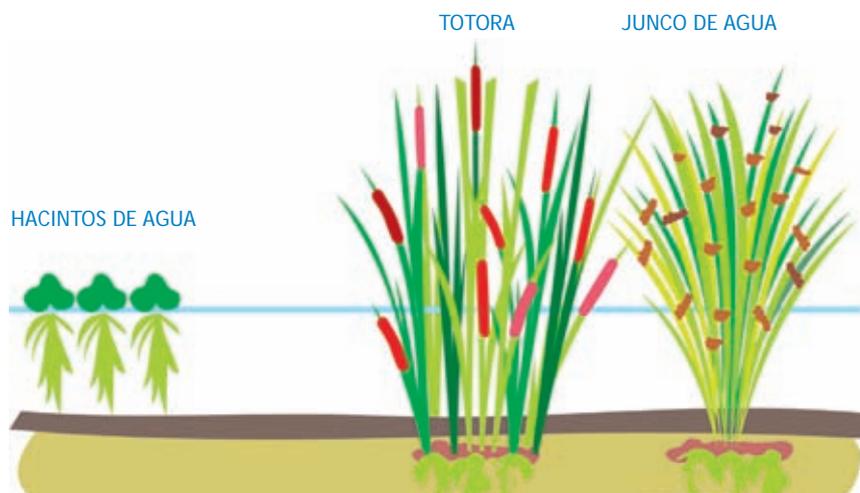
de distribución (entrada) y recolección (salida). La fracción principal del lecho filtrante, ubicada entre las zonas de material grueso, es homogénea y más fina, normalmente de 0.5 a 15 mm de diámetro, tal como se muestra en la Figura N°5.

En este tipo de biofiltro, las aguas residuales pre-tratadas fluyen lentamente desde la zona de distribución en la entrada de la pila, con una trayectoria horizontal a través del lecho filtrante, hasta llegar a la zona de recolección del efluente. Durante este recorrido, que dura de tres a cinco días, el agua residual entra en contacto con zonas aeróbicas (con presencia de oxígeno) y anaeróbicas (sin presencia de

oxígeno), ubicadas las primeras alrededor de las raíces de las plantas (los rizomas fijan los metales) (Figura N°6), y las segundas en las áreas lejanas a las raíces (microorganismos remueven los patógenos). Durante su paso a través de las diferentes zonas del lecho filtrante, el agua residual es depurada por la acción de microorganismos que se adhieren a la superficie del lecho y por otros procesos físicos tales como la filtración y la sedimentación.

Es una de las técnicas de tratamiento sencilla, aplicable a zonas rurales, y que además mejora el paisaje estético de la zona donde se implemente (Figura N°7).

**FIGURA N° 6. Plantas Acuáticas que pueden ser utilizadas para el biofiltro.**



### VENTAJAS DEL HUMEDAL ARTIFICIAL O BIOFILTRO

- Bajo costo de operación y mantenimiento, no requiere de productos químicos, equipos, energía y mano de obra calificada.
- Los humedales artificiales son eficaces en la remoción de contaminantes de cualquier vertido de agua residual de tipo doméstico, industrial, agrícola o minero.
- Bajo costo de construcción y especialmente de operatividad y mantenimiento no se requiere de equipos ni materiales sofisticados.
- Se emplean frecuentemente materiales de la zona y no se requiere de personal calificado.
- Los humedales artificiales son más convenientes que las alternativas convencionales sobretodo porque pueden constituir ecosistemas que formen parte del paisaje natural dándole un valor paisajista y estético.

### RECOMENDACIONES PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS HUMEDALES ARTIFICIALES

La operación y mantenimiento de los Biofiltros parecen ser complejos, sin embargo la operación se vuelve relativamente simple luego de que entran a funcionar completamente. En la fase de puesta en marcha, el personal asignado a la operación y mantenimiento deberá ser entrenado para la aplicación del biofiltro. Algunas consideraciones claves se presentan a continuación:

- 1) Los posibles operadores deberían ser parte de las fases constructivas, de tal manera que ellos puedan familiarizarse con todos los componentes del sistema.
- 2) Se necesita dar atención diaria a los lechos para estar seguros de que ellos están saturados pero no inundados.
- 3) El tanque séptico debe ser diariamente inspeccionados para asegurar que los sólidos no están pasando a los humedales, así mismo se debe retirar las espumas y grasas que flotan en el tanque.
- 4) Verificar constantemente el crecimiento saludable de las plantas, malos olores, agua sobre la superficie, inundaciones, limpieza, buen mantenimiento, seguridad, etc.
- 5) Es necesario la toma de muestras por lo menos dos veces durante el primer año en el ingreso del sistema de tratamiento y el efluente final. En el segundo año, se puede evaluar una vez, a fin de monitorear la remoción de coliformes fecales.

FIGURA N° 7. Relación del Biofiltro y su entorno, así como el albergue en zonas rurales.



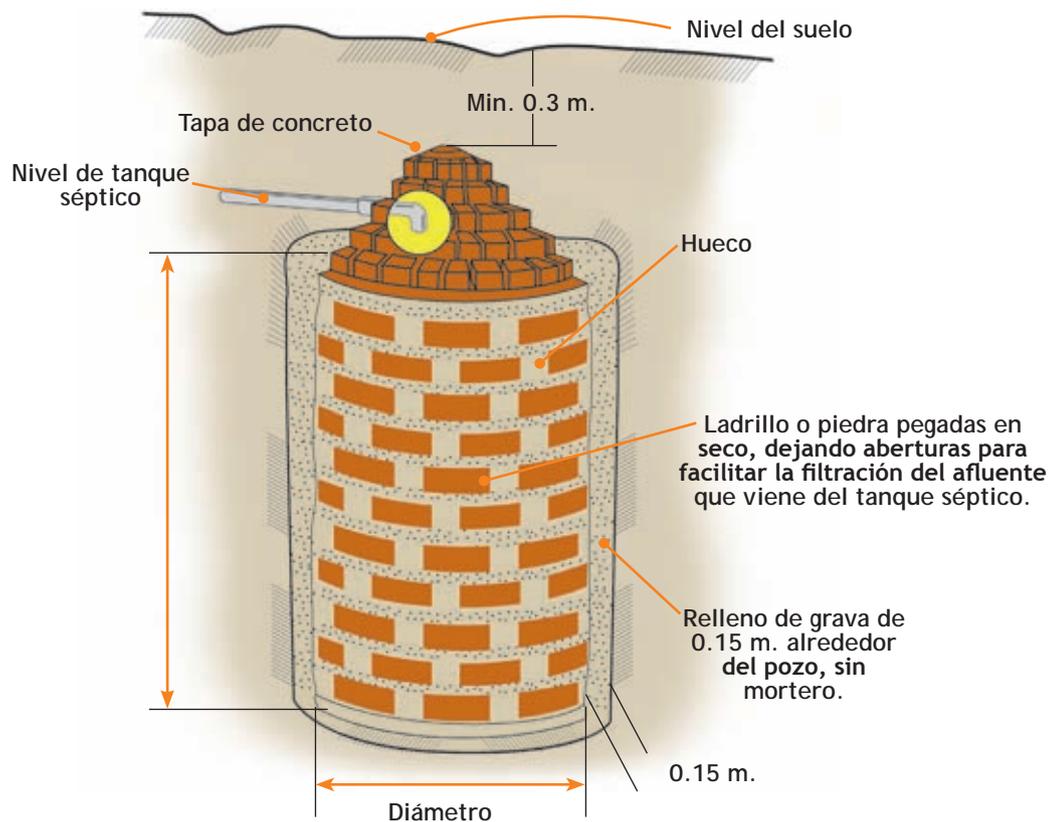
## 4.5 POZO DE ABSORCIÓN O PERCOLACIÓN

El Pozo de absorción o percolación es un tratamiento secundario de las aguas residuales, instalándose de forma complementaria al Tanque séptico o Imhoff.

Es un pozo cubierto de forma circular, donde el efluente proveniente del tanque séptico o

Imhoff pasa a través del pozo. Las paredes del pozo se revisten de ladrillo o de piedra (sin mortero) y llega al suelo circundante. Luego es tratado por las bacterias presentes en el suelo. Las dimensiones y el número de pozos dependerán de la permeabilidad del terreno y el nivel freático (agua subterránea), para lo cual es necesario un análisis de suelo (Figura N° 8).

FIGURA N° 8. Pozo de Percolación



### 4.6 SISTEMA DEL DESTINO FINAL DEL AGUA TRATADA

Cuando se ha concluido el proceso del tratamiento del agua servida mediante los sistemas como tanque séptico Imhoff, y humedal artificial, queda como resultante el agua tratada.

Una de las opciones más viables para contribuir a la sostenibilidad del sistema de tratamiento es el aprovechamiento de las aguas tratadas en el riego de plantas de tallo largo (jardines) y zonas forestales (maderables y/o ornamentales).



### CONSIDERACIONES PARA EL USO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS:

Antes de hacer uso de las aguas residuales tratadas deberá contar con la autorización pertinente de la autoridad competente.

El agua tratada deberá ser clara, sin sólidos suspendidos apreciables, pudiendo destinarlo para riego de plantas de tallo largo como flores y árboles ornamentales.

Según lo dispuesto en el artículo 1° del Decreto Supremo N° 003-2003-SA, en caso de que el agua tratada sea usada para riego de vegetales de consumo crudo deberán cumplir con las siguientes características mínimas permisibles:

- Coliformes Totales: 5,000 NMP/100 mL (número más probable de organismos coliformes por 100 mL).
- Coliformes Fecales: 1,000 NMP/100 mL.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): 15 mg/L
- Oxígeno Disuelto (OD): 3 mg/L.

Los sistemas de tratamiento planteados y recomendados tienen una alta eficiencia. Así tenemos:

- El Tanque Imhoff, tiene un eficiencia de tratamiento promedio de 80%.
- El Humedal artificial tiene un eficiencia de tratamiento promedio de 85% (97% en coliformes fecales). Apreciamos pues que su alta eficiencia permite garantizar el uso de las descargas tratadas como agua tipo IV para riego en agricultura.



# 5

## ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

### ALTERNATIVAS DE DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



En el diseño e implementación de los sistemas de tratamiento se requiere de la asistencia y supervisión de un profesional en ingeniería sanitaria y/o a fines.

A continuación se presentan los siguientes cuadros que incluyen alternativas y características de los sistemas de tratamiento de aguas residuales para poblaciones rurales de hasta 100 personas, que brinden albergue a los turistas.

**CUADRO N°1: Alternativa de diseño para el tratamiento de aguas residuales para pequeñas poblaciones**

TIPO DE TRATAMIENTO	MENOS DE 20 m <sup>3</sup> /día	MAYORES DE 20 m <sup>3</sup> /día
Tratamiento Primario	Tanque séptico	Tanque Imhoff
Tratamiento Secundario	Humedad artificial <i>Si se cuenta con un lugar de disposición</i>	Humedad artificial <i>Solamente si se cuenta con un lugar de disposición</i>
	Poza de Percolación <i>Si no se cuenta con un lugar de disposición</i>	

# PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

**CUADRO N° 2: Características del Diseño de tratamiento de aguas residuales para 50 personas**

CARACTERÍSTICAS	TRATAMIENTO PRIMARIO	TRATAMIENTO SECUNDARIO
	Tanque séptico	Humedad artificial
N° de unidades	1 unidad	2 unidades
Caudal	15 m <sup>3</sup> /día	7.5 m <sup>3</sup> /día por cada humedal
Largo	3.4 m	10 m
Ancho	1.7 m	5 m
Profundidad	2.5 m	0.5 m
Borde libre	0.3 m	0.5 m
Mantenimiento	Cada dos años	Cada tres meses
Reuso del agua tratada	Hacia el humedal artificial	Para riego agrícola

**CUADRO N° 3: Características del Diseño de tratamiento de aguas residuales para 100 personas**

CARACTERÍSTICAS	TRATAMIENTO PRIMARIO	TRATAMIENTO SECUNDARIO	DISPOSICIÓN DE LOS LODOS PROVENIENTE DEL TANQUE IMHOFF
	Tanque imhoff	Humedad artificial	Lecho de secado
N° de unidades	1 unidad	3 unidades	1 unidad
Caudal	22.5 m <sup>3</sup> /día	7.5 m <sup>3</sup> /día por cada humedal	1.4 m <sup>3</sup> /día
Largo	1.3 m	10 m	4 m
Ancho	2.9 m	5 m	3 m
Profundidad	3.5 m	0.5 m	1.4 m
Borde libre	0.9 m	0.5 m	0.53 m
Mantenimiento	Cada tres meses	Cada tres meses	Una vez al año
Reuso del agua tratada	Hacia el humedal artificial	Para riego agrícola	Para riego agrícola

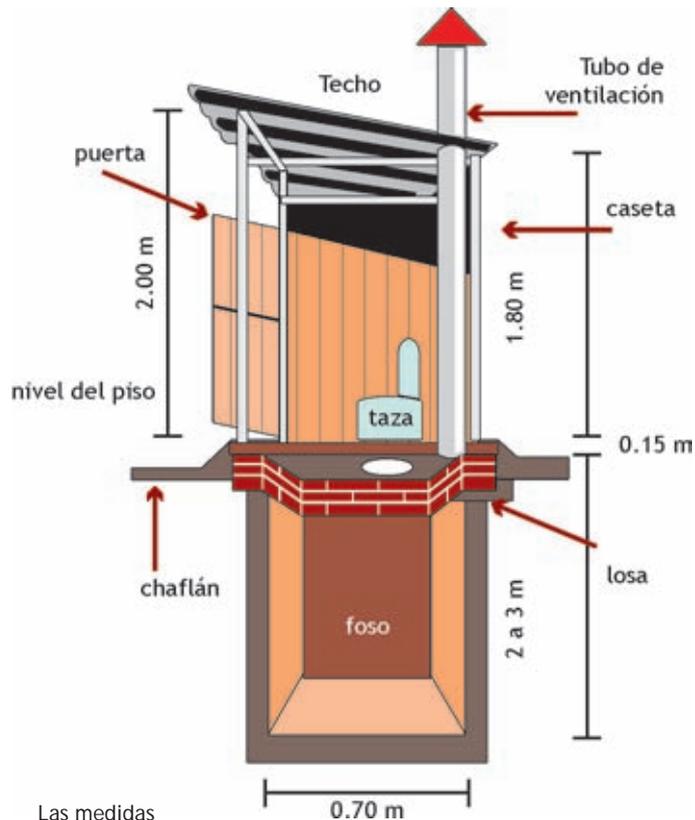
**CUADRO N° 4: Manejo y tratamiento de excretas y orines**

DISPOSICIÓN	TRATAMIENTO PRIMARIO	TRATAMIENTO FINAL
Letrinas secas composteras con hoyos al subsuelo (para zona media y alta con napa freática no superficial).	Descomposición natural aeróbica y anaeróbica adicionando cal viva o ceniza y guano de corral al hoyo.	Secado en pozas impermeabilizadas.
Letrinas secas composteras "Baños ecológicos" con caja hermética de concreto sobre el suelo (para zona rural baja, con napa freática muy superficial).	Descomposición natural aeróbica y anaeróbica adicionando cal viva o ceniza y guano de corral a la caja o compartimiento.	Secado en pozas impermeabilizadas.

# PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

FIGURA N° 9. Letrinas Secas Composteras con hoyo al sub-suelo (para zona rural con napa freática no superficial)



Las medidas acotadas en la Fig. 9 y Fig.10 son referenciales, por lo tanto se recomienda adaptarlas dependiendo de los requerimientos y condiciones técnicas.

FIGURA N° 10. Detalle de la instalación de la taza de la letrina seca compostera.

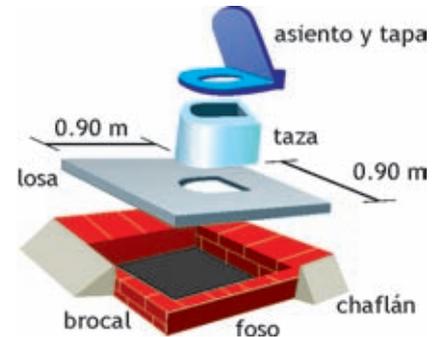


FIGURA N° 11. Letrinas Secas Composteras o “Baños Ecológicos” con caja hermética de concreto sobre el suelo (para zona rural con napa freática muy superficial)

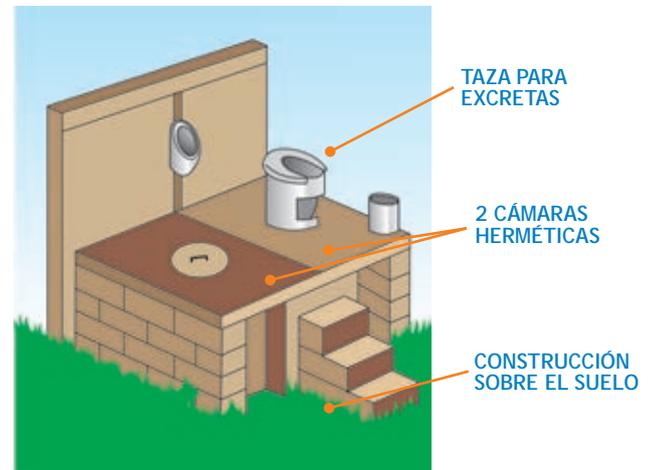


FIGURA N° 12: Proceso Constructivo del baño ecológico

Parrilla de acero para losa



Losa terminada



Dos cámaras con ladrillo revestido



Cámara terminada lista para la taza y caseta



# PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

En el siguiente cuadro presentamos la alternativa complementaria de tratamiento a las aguas grises generadas por las aguas residuales

de los lavaderos y duchas de las viviendas que brindan albergue con letrinas secas composte-ras:

**CUADRO N° 5. Manejo y Tratamiento de aguas residuales**

DESCRIPCIÓN	PRE TRATAMIENTO	TRATAMIENTO FINAL
Agua gris: agua residual proveniente de los lavaderos y duchas.	Eliminación manual de grasas y espumas en la caja atrapa-grasas.	Humedad artificial tipo macetero contruidos de concreto reforzado y de sección rectangular(0.48. m de ancho por 1.90 m de largo y una profundidad de 0.55 m). Con salida al canal de riego o río.

Agua de los lavaderos y duchas



Agua de los lavaderos y duchas



El agua gris pasa por una trampa de espumas y grasa



Para el diseño y construcción de los sistemas de tratamiento de agua es recomendable contar con un ingeniero, quién se apoyará de un equipo de albañilería de la comunidad, de esta manera uno de ellos podrá ser operador del sistema, quién no presentará mayor dificultad al supervisar diariamente los procesos. Asimismo, es importante, que el sistema sea inspeccionado cada año.

En caso de que el agua tratada sea usada para riego de vegetales de consumo crudo deberán cumplir con las características mínimas permisibles, antes mencionadas.

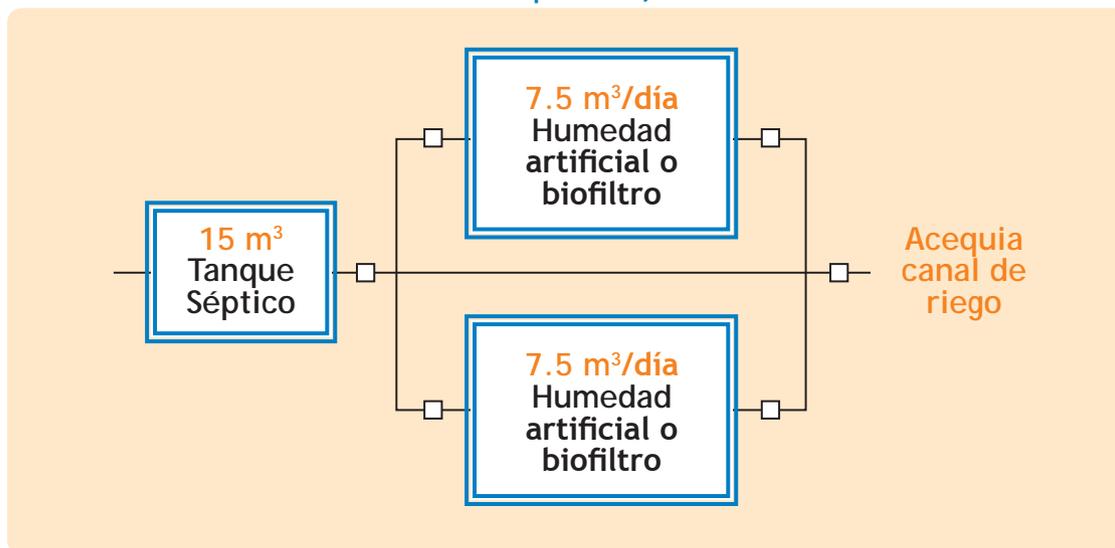
## 5.1 DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA UNA POBLACIÓN DE 50 PERSONAS

- a. Cuando las aguas tratadas sean vertidas al cuerpo de agua (acequia, río o lago).

Este diseño está dispuesto para una población de 50 personas que generen menos de 20 m<sup>3</sup> de aguas residuales, e involucra las siguientes unidades de tratamiento (Anexo 1.1):

- Un tanque séptico
- Dos humedales artificiales

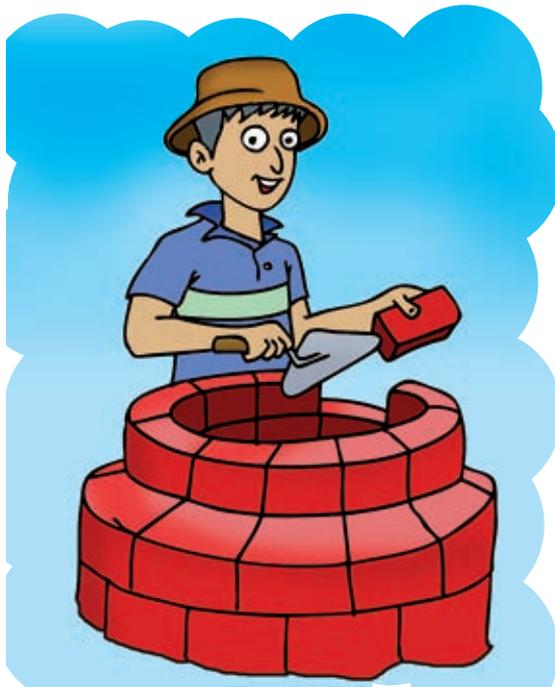
**FIGURA N° 13.** Esquema de un sistema de aguas residuales para 50 personas cuando el agua tratada sea vertida a un cuerpo de agua (en condiciones dispuestas por la autoridad competente)



Para la construcción de este diseño es importante contratar un albañil de experiencia, de esta manera aseguramos el éxito del tratamiento; asimismo, el albañil contará con la ayuda de 4 trabajadores.

### *a.1 Tanque séptico*

Según la figura N° 13, el tanque séptico debe ser construido con material de concreto, el mismo que recepcionará un volumen de 15 m<sup>3</sup> de agua servida.



### Recomendaciones:

- Se debe solicitar los servicios de un ingeniero y el apoyo de un equipo de albañil para las labores de construcción.
- Deberá haber una distancia mínima entre la casa y el tanque de 3.5 metros.
- La pendiente mínima para las tuberías debe ser de 1%.
- En el caso que en la zona exista un pozo de agua, el tanque séptico debe ubicarse al menos 30 m. de distancia.
- Se deberá contratar a una persona calificada para que al menos una vez al año realice labores de inspección.
- Realizar mantenimiento del tanque séptico cada 2 años.

### *a.2 Humedal Artificial*

Una vez que el agua servida pase por el tanque séptico, el líquido resultante será conducido hacia dos humedales artificiales, siendo la distribución mediante una tubería de 2 pulgadas de diámetro PVC.

El humedal está constituido por:

- Capas de sustratos de piedra chancada, confitillo y arena gruesa, que servirán como filtro y soporte a las plantas acuáticas que serán sembradas.
- Plantas Acuáticas (junco, totora, etc.)

El área total de cada humedal será de 50 m<sup>2</sup>. El humedal tendrá una de forma rectangular con las siguientes dimensiones: 10 m. de largo, 5 m. de ancho, 0.5 m. de profundidad de la capa de sustrato y 0.15 m. de borde libre.

La base y la inclinación de las paredes laterales del humedal (talud) tendrá que ser compactada y luego revestida con material impermeable (geomembrana de PVC de 0.5 mm de espesor) o arcilla de alta impermeabilidad.

La geomembrana se instalará en la zanja de anclaje que se encuentra a una distancia de 0.5 m del borde interno del humedal y se asegurará la estabilidad con piedras talladas. Las capas de sustratos estarán dispuestas desde el fondo hacia arriba, los siguientes sustratos:

- Piedra chancada (1") con una altura de 0.25 m.
- Confitillo (3/8") con una altura de 0.10 m.
- Arena gruesa con una altura de 0.10 m. y
- Confitillo (3/8") con una altura de 0.18 m.



- b. Cuando las aguas tratadas del tanque séptico sean vertidas a los pozos de percolación (no hay cuerpos de agua)

Este diseño está dispuesto para una población de 50 personas que generen menos de 20 m<sup>3</sup> de aguas residuales, e involucra las siguientes unidades de tratamiento:

- Un tanque séptico
- Dos humedales
- 4 Pozos de percolación

El pozo de percolación (ver Anexo 1.1) debe contar con la siguiente infraestructura:

- Caja de registro, y
- Poza de percolación propiamente dicho.

### *Caja de registro:*

Es una caja de concreto de 0.50 x 0.30 m. que permite determinar los niveles de agua de entrada y salida, de las unidades de tratamiento (humedal artificial).

### *Caja de recolección:*

Es una caja de concreto de 0.5 x 0.5 m, que permitirá recolectar las aguas residuales tratadas de las unidades de tratamiento.

### **Características constructivas de un pozo de percolación**

- El relleno interior del pozo está conformado de guijarro o roca porosa (tamaño 0.07 a 0.10 m), será colocado desde el nivel de desplante del pozo, hasta una distancia de 0.20 m como mínimo de la conexión de la salida del agua resultante del humedal.
- Los pozos deben estar dispuestos a una distancia mínima de 3 veces el diámetro de los pozos.

FIGURA N° 14. Sistema de tratamiento de aguas residuales para 50 personas cuando el agua tratada sea vertida a los pozos de perlocación (no hay cuerpo de agua).

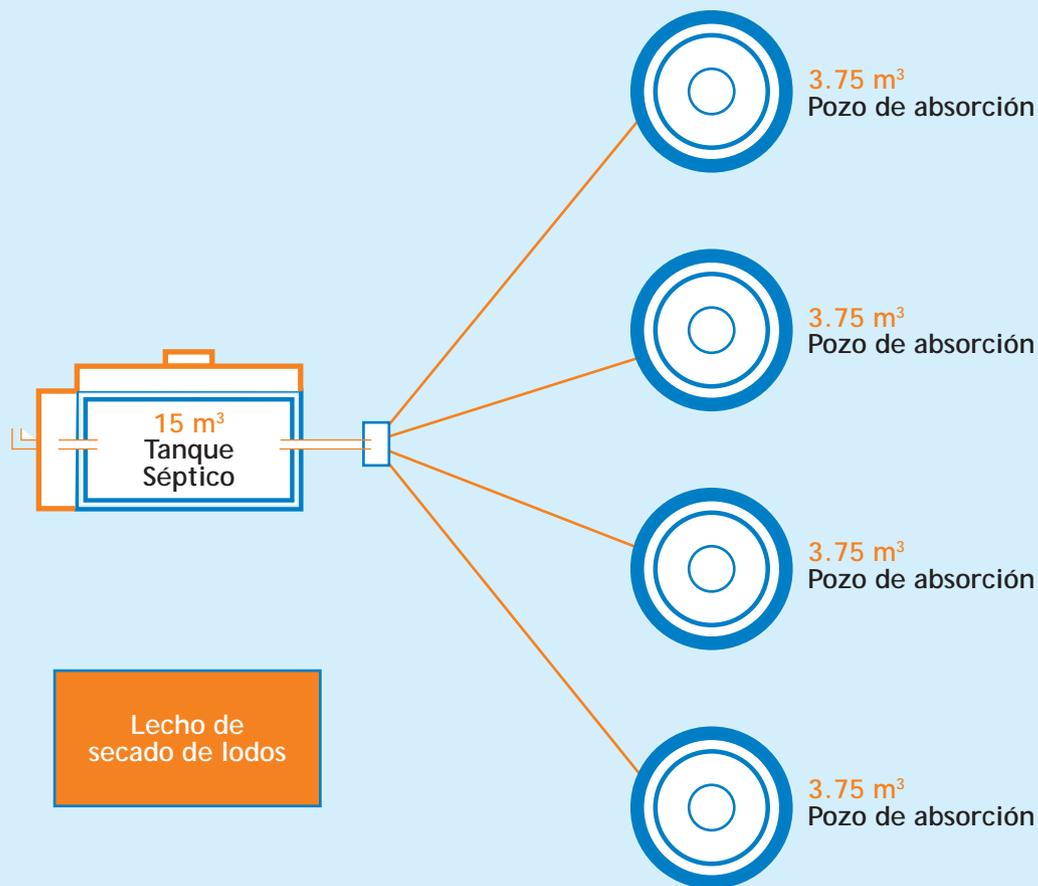
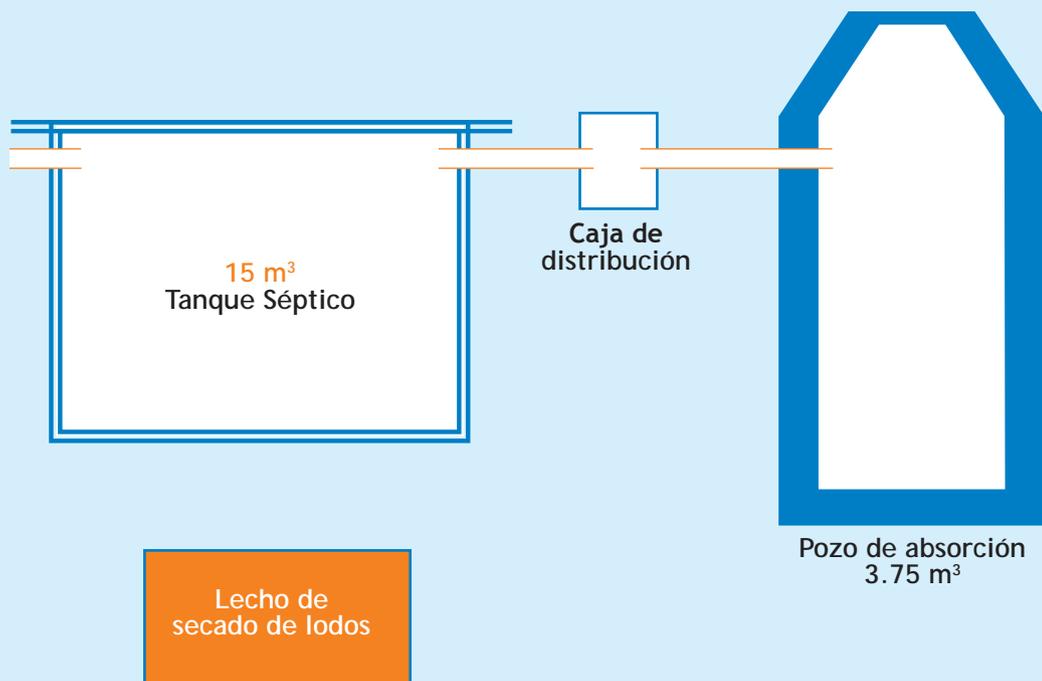


FIGURA N° 15. Corte vertical de un pozo de percolación.



## 5.2 DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA UNA POBLACIÓN DE 100 PERSONAS

Este diseño está dispuesto para una población de 100 personas que generen más de  $20\text{m}^3$  de aguas residuales e involucra las siguientes unidades de tratamiento (Anexo 1.2):

- Un Tanque Imhoff
- Cuatro Humedales Artificiales
- Destino final del agua tratada

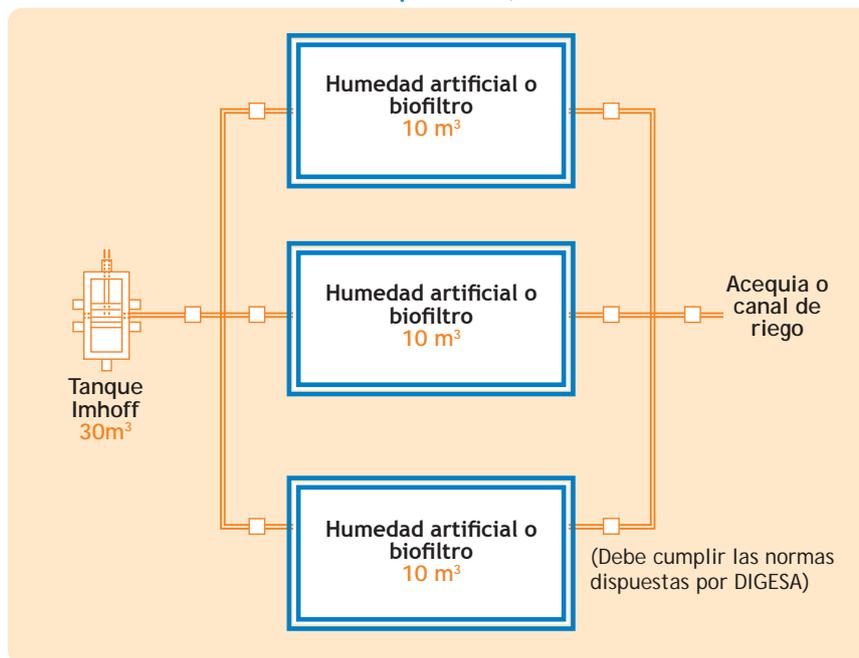
### a. Tanque Imhoff

Este sistema se utiliza para poblaciones mayores a 50 personas que generen más de  $20\text{m}^3$  de aguas residuales.

El tanque Imhoff será de concreto y estará constituido por las siguientes partes:

- Cámara superior o sedimentación.
- Zona de espuma.
- Cámara inferior o de digestión de lodos.

**FIGURA N° 16.** Esquema de un sistema de aguas residuales para 100 personas cuando el agua tratada sea vertida a un cuerpo de agua (en condiciones dispuestas por la autoridad competente) .



### a.1 Cámara superior o de sedimentación

Esta cámara tendrá las siguientes dimensiones: 1.3 m de largo, 0.5 m de ancho y 1.5 m de profundidad total. El fondo de la cámara tendrá una sección transversal en forma de "V" y una inclinación de los lados con respecto a la horizontal de 50°. En la arista central se dejará una abertura de 0.20 m para el paso de sólidos, prolongándose 0.20 m horizontalmente a uno de los lados a fin de impedir el paso de los gases hacia el sedimentador.

### a.2 Zona de espuma

Es una zona en la que se acumulará las espumas y grasas, éstos son producto de la digestión de los lodos. Se ubicará a cada lado de la cámara de sedimentación. Las dimensiones de que se han considerado para esta zona son: 1 m. de ancho interno y 1.3 m de largo.

### a.3 Cámara inferior o de digestión de lodos

Se ubica a 0.50 m por debajo del fondo de la cámara superior (sedimentador). Para almace-

nar un volumen de 1.4 m<sup>3</sup> de lodo, se tendrá una profundidad total 0.6 m, además una tolva en forma del tronco de la pirámide, siendo la inclinación de las paredes a 15° de la horizontal.

### b. Humedales Artificiales o Biofiltros

Las aguas provenientes del tanque Imhoff serán distribuidas a 3 humedales artificiales o biofiltros. Cada humedal tendrá las mismas características en dimensiones que las escritas en el caso del diseño para 50 personas.

### C. Disposición final del agua tratada

Las aguas residuales pueden ser dispuestas para un área de cultivo de plantas de tallo largo o agroforestería, o a un cuerpo de agua. Es importante resaltar que para la disposición de las aguas residuales a un cuerpo de agua debe cumplirse con las características mínimas dispuestas por DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental).

## 5.3 INSTALACIÓN DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL O BIOFILTRO

Para la instalación de un humedal artificial se deben seguir los siguientes pasos:

### a. Excavación de la zanja del humedal artificial.

Se excava una zanja con las siguientes dimensiones: 0.65 m de profundidad, 10 m de largo y 5 m de ancho. La superficie del suelo del humedal debe tener una pendiente descendente, con sentido de flujo del 1%; a fin de asegurar una buena circulación del agua.

### b. Instalación de la geomembrana como impermeable.

La base de la excavación y los taludes del humedal artificial debe ser revestida con una geomembrana de PVC de 0.5 mm. de espesor.

### c. Instalación de las tuberías de entrada y salida de aguas residuales en el humedal artificial.

Para la distribución y recolección de agua residual del humedal artificial se debe instalar un sistema de ingreso y salida de agua, a través de un codo y una tubería de PVC de 2" de forma transversal, con una perforación de ½" de diámetro. Esta tubería debe cubrirse con una capa de grava de 2" - 4" de diámetro.

FIGURA N° 17. Primera fase de instalación del humedal  
A. Excavación de zanja; B. Instalación de la geomembrana

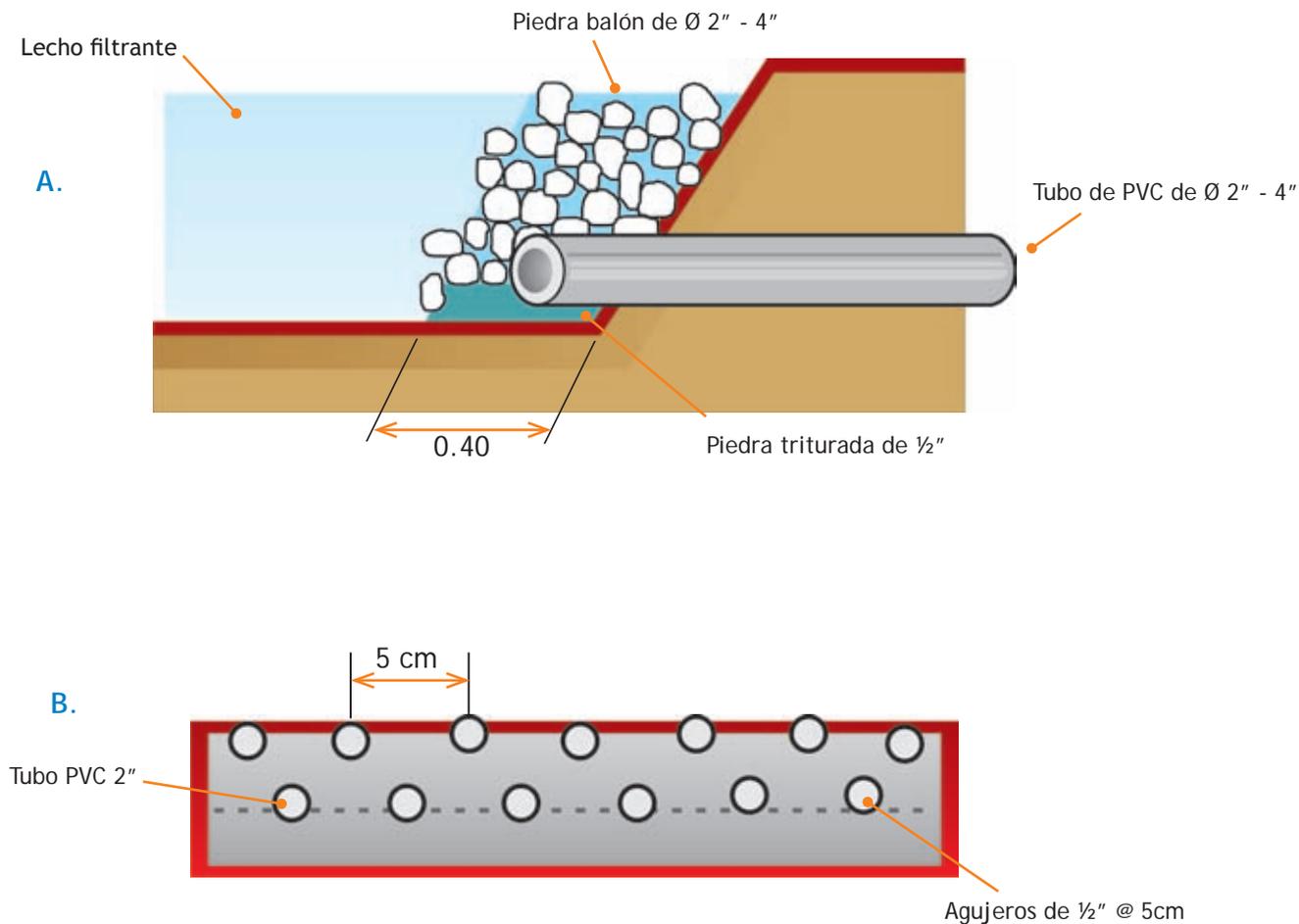
A.



B.



FIGURA N° 18. Instalación de tuberías en el humedal artificial  
A. Corte longitudinal del humedal artificial; B. Corte transversal del humedal artificial



### d. Colocación de las capas de sustratos.

Se debe colocar los sustratos, teniendo en cuenta los criterios de diseño. El medio poroso debe estar constituido por un sustrato de grava y arena usando 3 tamaños de material. Éstos deben estar dispuestos desde el fondo hacia arriba, los siguientes sustratos:

- Piedra chancada (1") con una altura de 0.25 m.
- Confitillo (3/8") con una altura de 0.10 m.
- Arena gruesa con una altura de 0.10 m. y
- Confitillo (3/8") con una altura de 0.18 m.

### e. Siembra de las plantas en el humedal artificial.

Una vez colocado los sustratos, se debe implantar la cobertura vegetal en los humedales arti-

ficiales, mediante el trasplante de rizomas de plantas acuáticas como achira, carrizo, totora, junco, papiro u otras especies, que pueden ser obtenidas de invernaderos o de la comunidad. Se debe sembrar por lo menos 5 plantas/m<sup>2</sup>, a fin de que se garantice una buena cobertura a los tres o cuatro meses del sembrado.

En la Figura N° 19, se observa que el humedal artificial fue construido con flujo subsuperficial, es decir, el agua está contenida por debajo del suelo, para evitar problema de malos olores y la aparición de moscas y mosquitos.

La especie achira es una alternativa para sembrar en los humedales, ayuda en la remoción de los contaminantes a través de sus raíces.

**FIGURA N° 19. Segunda fase de instalación del humedal**  
**A. Colocación de los sustratos; B. Siembra de plantas.**





## OPERACIÓN Y TRATAMIENTO

OPERACIÓN Y TRATAMIENTO



### 6.1 TANQUE SÉPTICO

---

- Para una adecuada operación del sistema, se recomienda evitar el uso de químicos en la limpieza del tanque séptico.
- Debe ser inspeccionado al menos una vez por año, para determinar cuándo se requiere mantenimiento y limpieza. Dicha inspección deberá limitarse a medir la profundidad de los lodos y de la nata. Los lodos se extraerán cuando los sólidos lleguen a la mitad o a las dos terceras partes de la distancia total entre el nivel del líquido y el fondo.
- La limpieza se debe efectuar de forma manual, de tal forma que se pueda sacar el lodo con baldes. Cuando se extraen los lodos de un tanque séptico, éste no debe lavarse ni desinfectarse completamente, ya que se requiere una pequeña cantidad

de lodo para asegurar que le proceso de digestión continúe.

- Se debe disponer los lodos en trincheras o montículos al sol, donde se procede al secado. Una vez secos se procede a enterrarlos o usarlos como fertilizante de suelo. Las zonas de enterramiento deben estar alejadas de las viviendas (por lo menos 500 m. de la vivienda más cercana).

### 6.2 TANQUE IMHOFF

---

- Se requiere de vigilancia diaria, si se desea conseguir un buen rendimiento, reducir los olores y evitar efectos desagradables.
- La espuma de la cámara de sedimentación debe eliminarse diariamente, utilizando algún tipo de despumador; ya que se elimina lentamente cuando se acumula en los respiraderos de gas, donde llega a secarse.

- Se debe pasar un rodillo de mango largo diariamente por las paredes, desprendiéndose de esta manera sedimentos que caen a través de las ranuras hacia la cámara de sedimentación.



Lo correcto al limpiar un tanque séptico es, primero extraer la capa de natas y luego revolver todo el contenido.

- La remoción de los lodos digeridos de la cámara de digestión se debe efectuar seis (06) veces al año. Esto se realiza cuando la topografía del terreno lo permita, colocándose una tubería de drenaje de lodos en la parte más profunda del tanque (zona de ingreso). La tubería estará provista de una

válvula para efectuar la evacuación de los lodos hacia el lecho de secado.

- Todos los sólidos que se obtienen de las limpiezas antes mencionadas, se mezclan y se procede a seca. Los lodos depositados en esta pila o montículo se combinan una vez por semana, para que su deshidratación sea más rápida y uniforme. Después de aproximadamente tres meses se saca el lodo de la pila o montículo, y se eliminan los sólidos inorgánicos, mezclándose con cal y corteza seca de arbusto o pasto seco (hojarasca). Esta mezcla se utiliza como abono orgánico para la aplicación en jardines, cultivos agrícolas de tallo alto y agroforestería.

### 6.3 LECHO DE SECADO

- El lodo se extrae de los lechos después de que se haya secado y drenado lo suficiente.
- El lodo seco estabilizado posee una textura gruesa y agrietada, siendo de color negro o marrón oscuro.
- El contenido de humedad relativa, después de 10 a 15 días en condiciones favorables, es de 60 %.
- La extracción de lodo se realiza manualmente con palas y se moviliza en carretillas. El lodo extraído del tanque es perfectamente utilizable como material fertilizante al ser sometido a un proceso de desecación.

- Se debe revisar periódicamente el dren de recolección del efluente de los lechos de secado.

### 6.4 HUMEDAL ARTIFICIAL O BIOFILTRO

Se debe contar con un plan de operación y mantenimiento que debe formularse durante la etapa del planeamiento, enfocándose en los siguientes factores:

- Planificar los residuos de la vegetación y el sedimento.
- Asegurarse que el flujo alcance todas las partes del humedal.
- Mantener un ambiente saludable para los microbios.
- Mantener un crecimiento vigoroso de vegetación.

Se debe construir un cerco alrededor de la planta de tratamiento, para evitar el acceso a personas sin autorización que puedan provocar daños en las instalaciones. Los humedales artificiales deben controlarse periódicamente para observar las condiciones generales del sitio y para descubrir cambios importantes que puedan ser adversos al entorno, como erosión o crecimiento de vegetación indeseable.

Se debe supervisar la vegetación periódicamente para evaluar su condición sanitaria y su abundancia. La vegetación del humedal cons-

truido está sujeto a cambios graduales de año en año.

El sistema de depuración deberá ser revisado periódicamente para comprobar su buen funcionamiento y solucionar anomalías, como atascos en la entrada, flujo superficial excesivo, existencia de zonas preferentes al paso de agua, etc.

Se debe vigilar la acumulación anual de lodo y residuos vegetales.

Se estima que un sistema con plantas emergentes bien diseñado y manejado puede durar al menos treinta y cinco (35) años sin necesidad de ser renovado.

Cuando sea necesario levantar el sistema, el sustrato resultante será un material tipo turba



# PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

(es el resultado de la descomposición durante largos años de diferentes musgos), que podrá ser utilizado para fines agrícolas como fertilizante de suelo.

Deberá planificarse una persona encargada de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, quien se dedicará a tiempo completo a su cuidado y funcionamiento. No se necesita a alguien especializado o con conocimientos superiores, ya que el trabajo a realizar es sumamente sencillo. De preferen-

cia puede contratarse al personal obrero que ha elaborado el humedal y este viviendo en la comunidad.

Para todos los casos, en las unidades de tratamiento se recomienda la instalación de un cobertor o cinturón verde compuesto por árboles y arbustos de preferencia con abundante cobertura foliar y floral, de esta manera amortigüen los malos olores que se producen en las unidades de tratamiento.



# 7

## MANEJO DE LODOS

### MANEJO DE LODOS



Los lodos son denominados también fangos, tienen una composición baja de sólidos del 10%, siendo éste gran parte materia orgánica y un 90% de agua. El lodo es el resultado del proceso de tratamiento de aguas residuales o residuales.

### Tipos de Lodos

Según su procedencia se tienen los siguientes tipos:

- Lodo primario procedente de las aguas residuales.
- Lodo secundario proveniente del tratamiento biológico de las aguas residuales.
- Lodos digeridos proveniente de los dos anteriores separados o mezclados.
- Lodos provenientes de la coagulación y sedimentación de aguas residuales.

- Lodos provenientes de desarenadores de rejillas.

Según la composición y procedencia se tienen los siguientes tipos:

- Sólidos gruesos del cribado.
- Arenas y espumas de los desarenadores.
- Arenas y espumas de la pre-aireación.
- Lodos y espumas primarias.
- Sólidos suspendidos del tratamiento biológico.
- Lodo y espuma secundarias.
- Lodo, compost y cenizas del tratamiento de lodos.

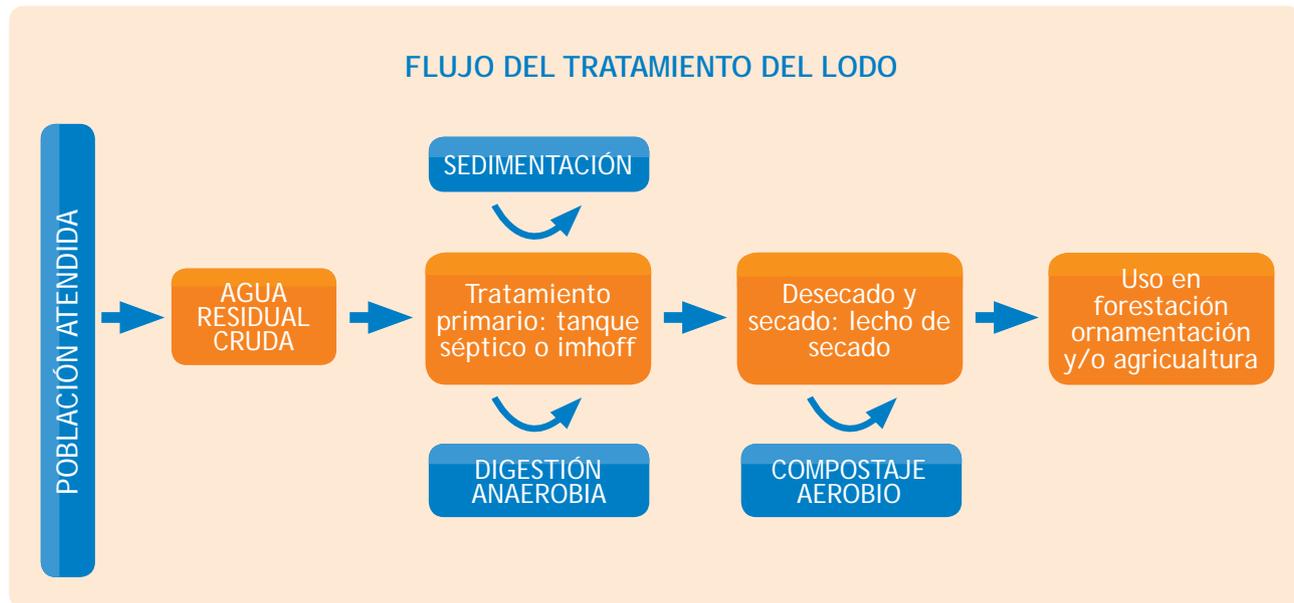
### 7.1 MÉTODOS DE TRATAMIENTOS DE LODOS

El tratamiento y disposición eficiente de los lodos de una planta de tratamiento de las aguas residuales, requiere conocer las características

de los sólidos y el lodo a procesar, la facilidad y el acceso a la tecnología a emplear, así como las diferentes opciones de disposición final. Así tenemos principalmente el tratamiento de:

- Sedimentación
- Lodos activados
- Filtro percolador de tasa alta
- Filtro percolador de tasa estándar
- Precipitación química

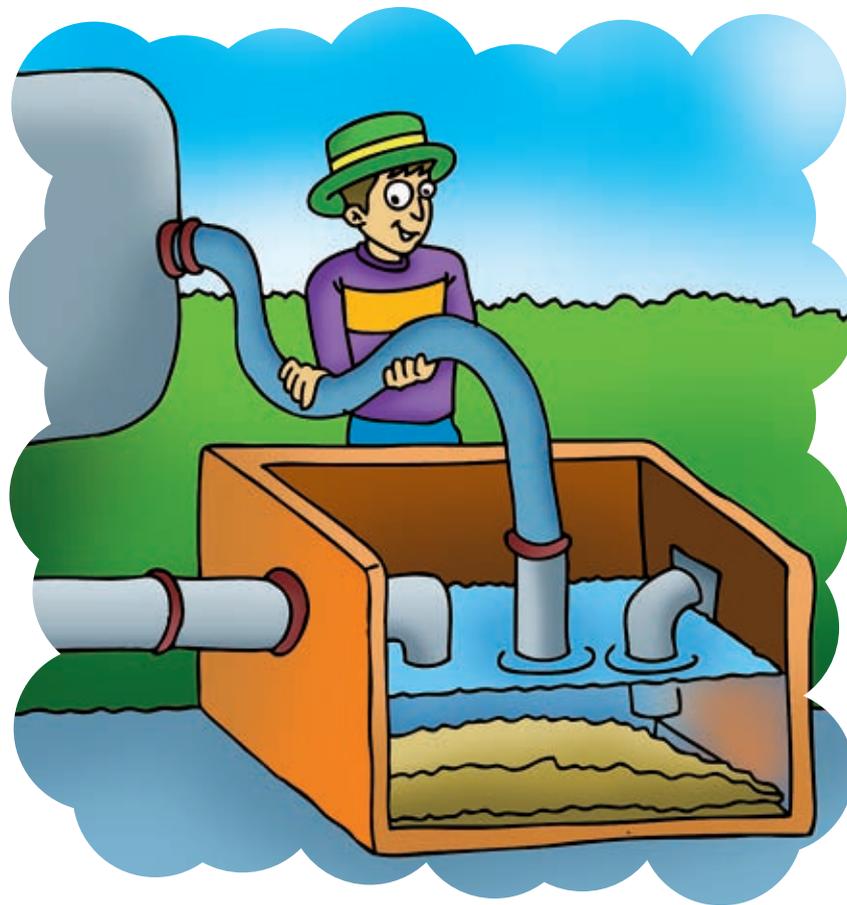
Según las características dadas de tratamiento primario en el tanque séptico y el tipo de lodo doméstico, indicado en el presente manual, se debe emplear el método de sedimentación simple que será inyectado por inercia (gravedad) y la operación de las válvulas de evacuación hacia el lecho de secado de los lodos, estabilizado y seco para ser usado como abono en la agricultura.



### 7.2 EXTRACCIÓN DEL LODO EN EL TANQUE SÉPTICO

En instalaciones privadas como albergues, hoteles, etc. se recomienda el uso de un vehículo cisterna con bomba de succión de lodos tipo hidrojete, que luego es colocado en un lecho de secado de lodos.

En el caso de un servicio comunal es necesario la construcción de un lecho de secado de lodos complementario al tanque séptico, de acuerdo al tipo de relieve y topografía del terreno.



# G L O S A R I O

## GLOSARIO



### 8.1 TÉRMINOS

---

**Achira:** Planta del Perú, de la familia de las cannáceas, de raíz comestible, tallo nudoso, hojas ensiformes y flores coloradas, que vive en terrenos húmedos.

**Aeróbicas:** Condición con oxígeno.

**Afluente:** Aguas negras o parcialmente tratado, que entra a un depósito, estanque.

**Aguas negras domésticas:** Aguas negras derivadas principalmente de las casas, edificios comerciales instituciones y similares, que no están mezcladas con aguas de lluvia o aguas superficiales.

**Anaeróbicas:** Condición sin oxígeno.

**Biofiltro:** El biofiltro consiste en un filtro con capas de distintos materiales, microorganismos por las cuales se hace pasar el agua a tratar. Los microorganismos especialmente acondicionados, oxidan y degradan las aguas residuales que son retenidos en las capas físicas.

**Coliformes fecales:** Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos.

**Coliformes totales:** Conjunto de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

**Confitillo:** Es la piedra de construcción que se utiliza para mezclar con el cemento.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Es una prueba usada para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residual; su aplicación permite calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. Los datos de la prueba de la DBO se utilizan en ingeniería para diseñar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

**Descomposición del agua negra:** La destrucción de la materia orgánica de las aguas negras, por medio de procesos aeróbicos y anaeróbicos.

**Digestión:** Acción y efecto de degradar materia orgánica mediante el calor, los reactivos químicos o los microorganismos.

**Drenaje:** Medio o utensilio que se emplea para drenar.

**Efluente:** Agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento.

**Espacio libre:** La distancia vertical entre el máximo nivel de la superficie del líquido, en un tanque.

**Estabilidad:** La propiedad de cualquier sustancia, contenida en las aguas negras, o en el efluente o en los lodos digeridos, que impide la putrefacción. Es el antónimo de putrescibilidad.

**Geomembrana:** Es la lámina impermeable hecha a partir de diferentes resinas plásticas, su presentación es en rollos y viene en diferentes espesores, cada material sintético tiene cualidades físicas y químicas distintas que hacen la diferencia para cada geomembrana.

**Grasa:** En aguas negras, el término grasa incluye a las grasas propiamente dichas, ceras ácidos grasos libres, jabones de calcio y de magnesio, aceites minerales y otros materiales no grasosos.

**Humedal Artificial:** Denominado también biofiltro o pantano seco artificial, puede ser usado como el tratamiento secundario de las aguas residuales, instalándose de forma complementaria al Tanque séptico o Imhoff.

**Junco:** Planta de la familia de las juncáceas, con tallos de seis a ocho decímetros de largo, lisos, cilíndricos, flexibles, puntiagudos, duros, y de color verde oscuro por fuera y esponjosos y blancos en el interior; hojas radicales reducidas a una vainilla delgada, flores en cabezuelas verdosas cerca de la extremidad de los tallos, y fruto capsular con tres ventallas y

muchas semillas en cada una de ellas. Crecen en parajes húmedos.

**Lecho de Secado:** El lecho de secado es parte del Tanque séptico e Imhoff. El lecho de secado consiste en colocar capas de arena y grava, en cuya superficie se almacenan los lodos y los líquidos que se van al fondo a través de una canaleta.

**Lecho de secado de lodos:** Una superficie natural confinada o lechos artificiales de material poroso, en los cuales son secados los lodos digeridos de las aguas negras por escurrimiento y evaporación. Un lecho de secado de lodos puede quedar a la intemperie o cubierto, usualmente, con una armazón del tipo invernadero.

**Lodo:** Producto final del proceso de tratamiento de aguas residuales. Mezcla de materia orgánica, suelo y agua.

**Lodos:** Los sólidos depositados por las aguas negras, o desechos industriales, crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanques y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

**Napa freática:** Es el acuífero más cercano a la superficie del suelo.

**Oxígeno Disuelto:** Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal.

**Papiro:** Planta vivaz, indígena de Oriente, de la familia de las Ciperáceas, con hojas radicales, largas, muy estrechas y enteras, cañas de dos a tres metros de altura y un decímetro de grueso, cilíndricas, lisas, completamente desnudas y terminadas por un penacho de espigas con muchas flores pequeñas y verdosas, y toda ella rodeada de brácteas lineales que se encorvan hacia abajo, como el varillaje de un paraguas.

**Patógeno:** Que origina y desarrolla una enfermedad.

**Pendiente:** La inclinación o declive de una tubería o de la superficie natural del terreno, usualmente expresada por la relación o porcentaje del número de unidades de elevación o caída vertical, por unidad de distancia horizontal.

**Percolación:** El flujo o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante.

**Periodo de Retención:** El tiempo teórico requerido para desalojar el contenido de un tanque o una unidad, a una velocidad o régimen de descarga determinado (volumen dividido por el gasto).

**Rizoma:** Tallo horizontal y subterráneo, como el del lirio común.

**Sedimentación:** El proceso de asentar y depositar la materia suspendida que arrastra el agua, las aguas negras u otros líquidos, por gravedad. Esto se logra usualmente disminuyendo la velocidad del líquido por debajo del límite necesario para el transporte del material suspendido. También se llama asentamiento.

**Sifón:** Conducto cerrado, una porción del cual yace por debajo de la línea de nivel hidráulico. Así se origina una presión inferior a la atmosférica en esa porción y por esto requiere que sea creado un vacío para lograr el flujo.

**Sólidos Sedimentables:** Sólidos suspendidos que se asientan en el agua, aguas negras, u otro líquido en reposo, en el periodo razonable. Tal periodo se considera, aunque arbitrariamente, igual a una hora.

**Tanque Imhoff:** Denominado en honor de Karl Imhoff (1876 - 1965), ingeniero alemán especializado en aguas, que concibió un tipo de tanque de doble función -recepción y procesamiento- para aguas residuales.

**Tanque Séptico:** Es un tanque de sedimentación de acción simple, en el que los lodos sedimentados están en contacto inmediato con las aguas negras que entran al tanque, mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaerobia.

**Totora:** Planta perenne, común en esteros y pantanos, cuyo tallo erguido mide entre uno y tres metros, según las especies. Tiene uso en la construcción de techos y paredes para cobertizos y ranchos.

**Trampas de Grasa:** El proceso de separa la grasa flotante o espuma, de la superficie de un tanque séptico.

**Tratamiento Primario:** Proceso anaeróbico de la eliminación de sólidos.

**Tratamiento Secundario:** Tratamiento donde la descomposición de los sólidos restantes es hecha por organismos aeróbicos, este tratamiento se realiza mediante campos de percolación o pozos.

### 8.2 ABREVIATURAS

---

AR: Agua Residual o Servida

ARC: Agua residual cruda

ART: Agua residual tratada

CF: Coliformes Fecales

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

NMP: Número más probable

OMS: Organización Mundial de la Salud

OPS: Organización Panamericana de la Salud

PSA: Pantano seco artificial

PTAR: Planta de Tratamiento de aguas  
residuales

PVC: Cloruro de polivinilo

STD: Sólidos disueltos totales

SS: Sólidos suspendidos



# BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA



- Arévalo, L.G. Compostaje de grasas y lodos generados en PTAR”, trabajo de grado para obtener el título de M. Sc. En ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, 1998.
- C. Arruda Pessoa y Eduardo Pacheco J. Tratamiento de egotos domésticos Rio de Janeiro ABES 1982.
- CNA-IMTA. Alternativas de tratamiento de aguas residuales. México. 1993.
- Departamento de Regulación de los Programas de la Salud y Ambiente. Cartilla Ambiental tu salud y el ambiente Guatemala, junio de 2006.
- CEPIS. Curso intensivo sobre diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales para países en desarrollo Lima, Perú, OPS, OMS, dic. 1976.
- CEPIS. “Reuso en acuicultura de las aguas residuales tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan” CEPIS. Oct. 1991. Lima-Perú.
- García J. Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales construidos. Tecnología del agua. España. 1997, p. 165.
- Gerencia de Servicios Ambientales de la Municipalidad de Villa El Salvador. Plan integral de gestión ambiental de áreas verdes PIGAAV, riego con agua proveniente de sistemas de tratamiento de pantano seco artificial 2002.
- García J. Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales construidos. Tecnología del agua. España 1997, p. 165.

- Hammer, M.J. Water and Wastewater Technology, Wiley, 1977.
- Imhoff, K. Manual de Saneamiento de Poblaciones. Madrid, Ed. Blume, 1979.
- Metcalf y Eddy, Inc. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal Reuse, 2ª ed. McGraw Hill, 1979.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía para el Desarrollo de Saneamiento in situ, (Ginebra 1994).
- Quipuzco Ushñahua, Lawrence. Ing Agrícola. Evaluación del comportamiento de dos pantanos secos artificiales en serie con *Phragmites australis* para el tratamiento de aguas residuales domesticas. UNA.
- Romero Rojas, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios. R. Julio 2005, Colombia.
- Saenz, F. R. Lagunas de estabilización y otros sistemas simplificados para el tratamiento de aguas residuales. Manual Driapa, N° 64, Lima Perú, CEPIS, Octubre de 1985.
- Yañez, Fabián "Criterios de Selección para alternativas de tratamiento de aguas residuales. CEPIS, 1976.

# A ALBERGUES EN ZONAS RURALES

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA ALBERGUES EN ZONAS RURALES

**EL PERU  
AVANZA**



**PERÚ**

Ministerio  
de Comercio Exterior  
y Turismo