

**ALTERNATIVAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DOMÉSTICAS PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES EN EL  
DEPARTAMENTO DE SUCRE**

**EDINSON RAFAEL MÁRQUEZ OLIVERA**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SINCELEJO, SUCRE  
2008**

**ALTERNATIVAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DOMÉSTICAS PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES EN EL  
DEPARTAMENTO DE SUCRE**

**Trabajo de grado en la modalidad de monografía para optar al título de  
ingeniero civil**

**EDINSON RAFAEL MÁRQUEZ OLIVERA**

**DIRECTOR  
DOMINGO GUERRA ZAPA  
Ing. civil**

**Línea de profundización  
Plantas de tratamiento de aguas residuales**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
SINCELEJO, SUCRE**

**2008**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

Jurado 1

---

Jurado 2

---

Jurado 3

## DEDICATORIA

*A DIOS, Quien alimenta mi esperanza y me ayuda a trabajar incesantemente a conseguir algo que todavía no se ve, pero con la seguridad de que orienta mi vida hacia grandes metas.*

*A mis padres, Isidro Márquez y Francia Olivera, quienes se han conformado con lo poco que les he brindado hasta la fecha, en respaldo de lo mucho que me han dado a lo largo de mi formación.*

*A mis hermanos Jeisson, Beatriz, Luis y Edilberto, que a pesar de las adversidades del día a día, nunca han desfallecido en sus objetivos, dando muestra de responsabilidad con ellos mismos.*

*Gracias*

*Edinson Rafael Márquez Olivera*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al ingeniero Domingo Guerra, que gracias a su espíritu de colaboración, dirigió y permitió llegar a feliz termino el presente trabajo de grado.

A los ingenieros Guillermo Gutiérrez, Tulio Ruiz y Gustavo Alcalá, que con su criterio y entereza permitieron la aprobación de la presente monografía, que hoy se convierte en un texto de consulta para el mejoramiento de las condiciones de salubridad en el departamento de sucre.

A los profesionales, que en calidad de docentes en la universidad, ayudaron en mi formación académica y personal.

A mis amigos José Garrido, Rafael Chamorro, Roberto contreras y Juan Martínez, por el respaldo que siempre he recibido de ellos y por demostrarme, que no han sido amigos de ocasión.

A todas las personas que de cierto modo me alentaron en el transcurso de esta empresa, hasta darle culminación.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	12
<b>1. ALTERNATIVAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.</b>	14
1.1 GENERALIDADES	14
1.1.1 Agua residual domestica	14
1.1.2 Composición del agua residual domestica	14
1.1.2.1 Componentes físicos y químicos	15
1.1.2.2 Componentes biológicos.	15
1.1.3 Descripción general	22
1.1.4 Información necesaria	24
1.1.5 estudios mínimos	24
1.2 TRAMPA PARA GRASAS	25
1.2.1 Localización	25
1.2.2 Parámetros de diseño	26
1.2.3 Entradas y salidas	27
1.2.4 Operación y mantenimiento	29
1.3 TANQUE SÉPTICO	29
1.3.1 Localización	30
1.3.2 Dimensionamiento	31
1.3.2.1 Volumen útil	31
1.3.2.2 Geometría	33
1.3.2.3 Medidas internas mínimas recomendadas	33
1.3.2.4 Número de cámaras	34
1.3.3 Especificaciones	34
1.3.4 Guía para uso y conservación	38
1.3.5 Tratamiento y disposición de residuos sépticos	41



1.8.1 Criterios de diseño	83
1.8.2 Operación y mantenimiento	83
1.8.3 Tanque dosificador y sifón	84
1.9 TANQUE SÉPTICO – FILTRO ANAERÓBICO	86
1.9.1 FILTRO DE GRAVA	87
1.9.1.1 Volumen útil del medio filtrante	87
1.9.1.2 Área horizontal	87
1.9.1.3 Detalles constructivos	87
1.10 DESCARGA A CURSOS DE AGUA	89
<b>2. ELEMENTOS PREFABRICADOS E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SÉPTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.</b>	96
2.1 COMPONENTES PREFABRICADOS PARA SISTEMAS SÉPTICOS	96
2.2 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SÉPTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE	103
BIBLIOGRAFÍA	114

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
<b>Tabla 1.</b> Componentes físicos, químicos y biológicos de un agua residual domestica.	17
<b>Tabla 2.</b> Composición típica de un agua residual domestica no tratada.	18
<b>Tabla 3.</b> Patógenos que se encuentran con frecuencia en el agua residual domestica.	19
<b>Tabla 4.</b> Capacidades de retención de grasa.	27
<b>Tabla 5.</b> Tiempos de retención hidráulicos.	27
<b>Tabla 6.</b> Contribución de aguas residuales por persona.	32
<b>Tabla 7.</b> Tiempos de retención en tanques sépticos.	33
<b>Tabla 8.</b> Valores de profundidad útil.	34
<b>Tabla 9.</b> Proporciones de mezcla para el concreto de tanques sépticos.	35
<b>Tabla 10.</b> Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos.	39
<b>Tabla 11.</b> Requerimiento de cal para estabilización química.	43
<b>Tabla 12.</b> Características hidráulicas de suelo.	46
<b>Tabla 13.</b> Tasas de aplicación de aguas residuales para sistemas de infiltración.	48
<b>Tabla 14.</b> Distancia entre ejes de las zanjas de las tuberías de drenaje en función del ancho.	55
<b>Tabla 15.</b> Coeficiente de absorción del terreno (calculo de zanjas de infiltración)	56
<b>Tabla 16.</b> Tasas de infiltración para materiales comunes de relleno.	66
<b>Tabla 17.</b> Coeficiente de absorción del terreno (Calculo de pozo absorbente para un gasto de 190L/hab/día)	73
<b>Tabla 18.</b> Resultados de operación de filtros intermitentes de arena, con efluentes de tanques sépticos.	82
<b>Tabla 19.</b> Criterios de diseño para filtros de arena superficiales.	83

<b>Tabla 20.</b> Diámetro del sifón.	84
<b>Tabla 21.</b> Influencia de la temperatura sobre la supervivencia de las Bacterias (bacilos tíficos, 1913).	91
<b>Tabla 22.</b> Comparación entre el recuento bacteriano para aguas expuestas a la acción de los rayos solares.	92

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
<b>Figura 1.</b> Esquema de una trampa para grasas.	28
<b>Figura 2.</b> Tanque séptico domiciliario de una cámara.	36
<b>Figura 3.</b> Tanque séptico típico.	37
<b>Figura 4.</b> Tanque séptico y perdigas para medir lodos y nata.	40
<b>Figura 5.</b> Esquema del método para la verificación de la prueba de infiltración.	49
<b>Figura 6.</b> Coeficientes de absorción del terreno.	50
<b>Figura 7.</b> Caja de distribución para efluentes de pozos sépticos.	51
<b>Figura 8.</b> Zanja típica de infiltración.	53
<b>Figura 9.</b> Zanja típica de infiltración.	54
<b>Figura 10.</b> Zanjas para nivel freático u horizonte restrictivo de flujo alto.	58
<b>Figura 11.</b> Lecho típico de infiltración.	60
<b>Figura 12.</b> Esquema de un sistema de montículo.	64
<b>Figura 13.</b> Un sistema de montículo se construye encima de la superficie natural del suelo.	64
<b>Figura 14.</b> Sistemas típicos de montículo.	65
<b>Figura 15.</b> Esquema de infiltración de aguas residuales a través de dos pozos de infiltración.	67
<b>Figura 16.</b> Pozo de infiltración con paredes de mampostería a junta abierta.	69
<b>Figura 17.</b> Pozo de infiltración sin paredes.	71
<b>Figura 18.</b> Zanja filtrante.	75
<b>Figura 19.</b> Zanja filtrante para terreno más poroso que el anterior.	76
<b>Figura 20.</b> Filtro de arena enterrado.	78
<b>Figura 21.</b> Filtro intermitente de arena.	80
<b>Figura 22.</b> Tanque séptico con tanque dosificador.	85

<b>Figura 23.</b> Tipo de un sifón dosificador.	85
<b>Figura 24.</b> Tanque séptico - filtro anaerobio.	88
<b>Figura 25.</b> Trampas prefabricadas para grasas.	96
<b>Figura 26.</b> Tanque séptico prefabricado en fibra de vidrio.	97
<b>Figura 27.</b> Tanque séptico de hormigón de construcción anular.	98
<b>Figura 28.</b> Tanque séptico de hormigón de construcción monolítica.	98
<b>Figura 29.</b> Tanques sépticos plásticos.	99
<b>Figura 30.</b> Filtro anaeróbico prefabricado de hormigón.	100
<b>Figura 31.</b> Tanque anaeróbico de plástico.	100
<b>Figura 32.</b> Instalación del filtro anaeróbico.	101
<b>Figura 33.</b> Tapa típica del sistema	101
<b>Figura 34.</b> Caja de distribución RPA 500.	101
<b>Figura 35.</b> Pozo absorbente prefabricado T.D.	102
<b>Figura 36.</b> Instalación del pozo absorbente prefabricado T.D.	102
<b>Figura 37.</b> Pozo séptico de absorción.	104
<b>Figura 38.</b> Detalles constructivos del pozo séptico absorción del proyecto.	105
<b>Figura 39.</b> Construcción empírica del pozo séptico de absorción.	107
<b>Figura 40.</b> Pozo séptico de absorción, Cedeño.	107
<b>Figura 41.</b> Pozo séptico de absorción, la Mejía.	108
<b>Figura 42.</b> Vivienda tipo del proyecto, con tanque séptico.	109
<b>Figura 43.</b> Detalles constructivos de la alternativa implementada	110
<b>Figura 44.</b> Unidad sanitaria tipo del proyecto	111
<b>Figura 45.</b> Esquema del funcionamiento del proceso.	112
<b>Figura 46.</b> Representación de un sistema comunal de tanque séptico con filtro anaeróbico.	113

## INTRODUCCIÓN

Es muy importante la promoción de la limpieza y eliminación de las inmundicias y desechos hasta un área alejada del centro de actividad. Solo con estas prácticas puede mantenerse el medio ambiente en condiciones aceptables e inocuas.

Entre los detritus de la actividad vital se encuentran las bacterias productoras de enfermedades (Patógenos) y los virus, los cuales pueden ser transmitidos fácilmente, por medio de las aguas residuales, de los individuos enfermos a los sanos. Es necesario contar con procedimientos o métodos regulados adecuadamente para disponer de las aguas servidas, a fin de proteger la salud de la familia y de la comunidad, reuniendo algunos requisitos fundamentales como son: no contaminar ninguna fuente de agua para consumo o riego de hortalizas; evitar el contacto de las heces con los insectos, roedores u otro posibles portadores de gérmenes patógenos; no permitir la accesibilidad de los niños a las materias fecales; prevenir la contaminación de la superficie del suelo; no producir malos olores, crear desagrado o dejar las excretas expuestas al aire libre; cumplir las leyes o reglamentos relacionados con la contaminación de las aguas (playas, balnearios, cursos de agua, etc.).<sup>1</sup>

En pequeñas comunidades del departamento de sucre donde no existe alcantarillado y por tanto no es posible alejar los desechos líquidos con la facilidad y sencillez que permiten esas instalaciones y a fin de cumplir los requisitos mencionados, se pueden adoptar como medios supletorios, los sistemas sépticos, con diferentes alternativas que permiten hacer llegar las aguas residuales a la tierra por debajo de su superficie, a través de

---

<sup>1</sup> UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud publica. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión

excavaciones o enlozados, y que prestándoles la atención debida resuelve en forma satisfactoria el problema de eliminación de aguas servidas (necesariamente sedimentadas) provenientes de residencias, en las que su volumen es muy limitado. El presente trabajo se centrara solamente en el tratamiento de aguas residuales de tipo domestico con pretratamiento en tanque séptico.

Con la existencia de una provisión suficiente de agua, ya sea que proceda de un servicio público o privado, el establecimiento de un sistema séptico daría solución al problema de disposición de excretas en viviendas de zonas semiurbanas y especialmente rurales del departamento de sucre, en las cuales, se dispone en un alto porcentaje las heces humanas en condiciones reñidas con la salud. Normalmente utilizan pozos negros sin ninguna protección sanitaria, el campo abierto o letrinas con los peligros consiguientes para la salud y el bienestar de los habitantes.

Con la implementación de las alternativas que se exponen en el desarrollo de la monografía, se tendrán instalaciones cómodas e higiénicas como solución técnica para la disposición de las aguas residuales domesticas.

# **1. ALTERNATIVAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.**

## **1.1 GENERALIDADES**

### **1.1.1 Agua Residual Domestica.**

Esta agua residual se origina en todas las operaciones que conllevan el uso sanitario del agua. Constituye una combinación de efluentes de cocinas, cuartos de baño y lavadero, junto con lavatorios, aseos, baños, residuos cocinados, trituradores de basura, lavaplatos, lavadoras y ablandadores de agua. Las aguas domésticas como su nombre implica, se origina sobre todo en los hogares y a menudo se conoce como agua sanitaria.

### **1.1.2 Composición del Agua Residual Domestica.**

La composición de las aguas residuales domésticas remite a la cuantificación de los componentes físicos, químicos y biológicos presentes en la misma. El agua de abastecimiento contiene materia orgánica e inorgánica, a lo que se añaden los residuos domésticos y sanitarios como heces, orina, jabón, suciedad, residuos de alimentos, residuos inorgánicos de los ablandadores de agua y otras sustancias. Algunos de estos materiales de desecho quedan en suspensión, mientras que otros se disuelven o resultan tan finamente divididos que se vuelven de naturaleza coloidal. Los constituyentes físicos, químicos y biológicos presentes en un agua residual domestica típica se muestra en la tabla 1.

### **1.1.2.1 Componentes físicos y químicos.**

La concentración de los contaminantes físicos y químicos en las aguas residuales domesticas es variable y depende en particular de las condiciones locales. Además, la concentración de cada componente individual varía con la hora del día, el día de la semana y el mes del año. Estas variaciones resultan del ciclo normal de las actividades humanas a lo largo de un día concreto, de las diferencias del uso del agua entre los días laborable y los fines de semana, y las fluctuaciones con la estación del año. El rango normal de concentraciones presente en las aguas residuales domesticas se presentan en la tabla 2.

### **1.1.2.2 Componentes biológicos.**

Los componentes biológicos que se encuentran en las aguas residuales domesticas son muy importantes, dadas las consideraciones de salud pública relacionadas con la fuente y naturaleza de los microorganismos presentes. Muchas de las sustancias residuales presentes en los vertidos domésticos son orgánicas, y sirven de alimento a la flora saprofítica que vive de la materia orgánica muerta. Como resultado el agua residual domestica es inestable, biodegradable y putrescible.

De entre los microorganismos presentes en el agua residual domestica, las bacterias, protozoos y virus son los que deben preocupar principalmente. Las bacterias juegan un papel fundamental en la descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en la naturaleza como en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Además, entre los organismos patógenos que se encuentran en el agua residual domestica, las bacterias son los más numerosos (en aguas residuales domesticas frescas pueden encontrarse

aproximadamente  $10^5$  bacterias por mililitro) y las responsables de enfermedades del tracto gastrointestinal, como las fiebres tifoideas y paratifoideas, disentería, diarreas y cólera. Los seres humanos excretan estos organismos patógenos, por infección o por ser portadores. Puesto que la identificación de patógenos en el agua residual es muy difícil y lleva mucho tiempo, el número de bacterias coliformes se emplea en el análisis de agua residual para detectar un vertido de origen fecal y, por lo tanto, la presencia de organismos patógenos. La tabla 3 contiene ejemplos de algunas bacterias, protozoos, virus y helmintos, patógenos mas habituales.

Los protozoos, que se alimentan de las bacterias, son esenciales para el correcto funcionamiento de los tratamientos biológicos y en la purificación de cursos de agua, puesto que mantienen de forma natural un balance entre los diferentes grupos de microorganismos.

Existe un incremento en la creencia de que los virus estéricos pueden ser transmitidos por el agua, y estos virus, excretados por los seres humanos, pueden convertirse en un serio peligro para la salud pública. Una gran parte de las investigaciones esta dirigida hacia la identificación y cuantificación de virus en el agua residual, y hacia sus mecanismos de distribución y eliminación en diferentes medios e instalaciones de tratamiento. Se conoce que ciertos virus son capaces de vivir hasta 41 días en el agua o en el agua residual y unos 6 días en el entorno normal de un río. Se han identificado cierto número de hepatitis infecciosa con origen en la transmisión del virus mediante el abastecimiento de agua a poblaciones.

**Tabla 1.** Componentes físicos, químicos y biológicos de un agua residual domestica

Físicos	Químicos	Biológicos
Sólidos	Orgánicos	Plantas
Temperatura	Proteínas	Animales
Color	Carbohidratos	Virus
Olor	Aceites y grasas	
	Tensioactivos	
	Inorgánicos	
	PH	
	Cloruros	
	Alcalinidad	
	Nitrógeno	
	Fósforo	
	Metales pesados	
	Gases	
	Oxigeno	
	Sulfuro de hidrogeno	
	Metano	

**Fuente:** CORBITT, Roberto A. Manual de referencia de la ingeniería ambiental, McGraw-Hill/Interamericana, S.A.U, 2003. p. 6.18.

**Tabla 2.** Composición típica de un agua residual domestica no tratada

Contaminante	Concentración Mg/L, excepto sólidos sedimentables	
	Rango	Promedio
Sólidos, total:	350-1200	720
Disueltos, total*	250-850	500
Fijos	145-525	300
Volátiles	105-325	200
En suspensión, total	100-350	20
Fijos	20-75	55
Volátiles	80-275	165
Sólidos sedimentables, mg/L	5-20	10
Demanda bioquímica de oxígeno, 5 días, 20°C (DBO <sub>5</sub> , 20°C)	110-400	220
Carbono total orgánico (TOC)	80-290	160
Demanda química de oxígeno (DQO)	250-1000	500
Nitrógeno (total como N)	20-85	40
Orgánico	8-35	15
Amonio libre	12-50	25
Nitritos	0	0
Nitratos	0	0
Fósforo (total como P)	4-15	8
Orgánico	1-5	3
Inorgánico	3-10	5
Cloruros*	30-100	50
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )*	50-200	100
Aceites y grasas	50-150	100

\*Los valores deben incrementarse en el valor correspondiente al agua de abastecimiento.

**Fuente:** CORBITT, Roberto A. Manual de referencia de la ingeniería ambiental, McGraw-Hill/Interamericana, S.A.U, 2003. p. 6.18.

**Tabla 3.** Patógenos que se encuentran con frecuencia en el agua residual domestica.

Enfermedad	Agente	Comentarios
<b>Agentes bacterianos</b>		
Ántrax	<i>Bacillus anthracis</i>	Las esporas son resistentes al tratamiento.
Disentería bacilar (shigellosis)	<i>Shigella dysenteriae</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Shigella boydii</i> <i>Shigella sonnei</i>	La enfermedad se transmite mediante agua, contacto directo, leche, alimentos y moscas. La disponibilidad de agua para la limpieza facilita la prevención.
Brucelosis	<i>Brusella ssp</i>	Se transmite normalmente mediante leche infectada o por contacto. Se sospecha que el agua residual es una ruta de transmisión.
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>	La oleada inicial de una epidemia de cólera es mediante transmisión por agua. Los casos secundarios y los endémicos se producen mediante contacto, alimentos y moscas.
Intoxicación con Alimento	<i>Salmonella ssp</i>	Aislada normalmente en el agua residual.
Leptospirosis (enfermedad de Weil)	<i>Leptospira iceterohaemorrhagiae</i>	Las ratas de cloaca son vectores.
Fiebres paratifoideas	<i>Salmonella paratypi</i> <i>Salmonella schottmulleri</i> <i>Salmonella hirschfeldii</i>	Pocos casos se deben a la transmisión por agua. Las aguas no estancadas facilitan la limpieza.

**Tabla 3.** Patógenos que se encuentran con frecuencia en el agua residual domestica (continuación)

<b>Enfermedad</b>	<b>Agente</b>	<b>Comentarios</b>
Tuberculosis	<i>Mycobacterium Tuberculosis</i>	El agua residual es una vía posible de transmisión.
Turalemia	<i>Pasteurella turalensis</i>	Transmitida principalmente mediante animales infectados y artrópodos, aunque el agua puede ser una ruta importante.
Fiebre tifoidea	<i>Salmonella typhi</i>	Los principales transmisores son el agua y los alimentos. La distribución de los casos por transmisión por agua está localizada en tiempo y espacio.
<b>Agentes virales</b>		
Hepatitis infecciosa	Un virus filtrable, recientemente aislado	Las epidemias se deben a la transmisión por agua, leche y alimentos, incluyendo ostras y almejas.
Poliomielitis	Poliovirus	Actualmente, este es solo un ejemplo de un grupo de más de 100 virus estéricos que pueden encontrarse en el agua residual. Otros ejemplos serian los coxsackievirus, ecovirus, retrovirus, adenovirus y rotavirus.
<b>Agentes helmínticos</b>		
Enfermedad del gusano de guinea	<i>Áscaris ssp.</i> <i>Enterobius ssp.</i>	Desconocida en Norteamérica. El ciclo infectivo consiste en una larva que migra a través de la piel humana hasta el agua, donde se asocia a un crustáceo (por ejemplo, cyclops), tras lo que puede pasar a la cadena alimentaria

**Tabla 3.** Patógenos que se encuentran con frecuencia en el agua residual domestica (continuación)

<b>Enfermedad</b>	<b>Agente</b>	<b>Comentarios</b>
Nematodos	<i>Schistosoma ssp</i>	Se encuentra en efluentes de agua residual, y en el lodo seco empleado como fertilizante.
Schistosomiasis	<i>Taenia ssp</i>	Puede inactivarse si las operaciones de tratamiento del agua residual son eficaces.
Lombrices		Los huevos son muy resistentes. Puede existir riesgo en ganado pastado en tierras irrigadas con aguas residuales no tratadas.

**Fuente:** CORBITT, Roberto A. Manual de referencia de la ingeniería ambiental, McGraw-Hill/Interamericana, S.A.U, 2003. p. 6.7-6.8.

### **1.1.3 Descripción general**

La solución más sencilla y recomendable para el tratamiento y disposición de las aguas residuales producidas por las descargas de viviendas, es conectarse al alcantarillado sanitario, sin embargo, cuando no existe dicha posibilidad se hace necesario brindar una alternativa sencilla que supla esta carencia; para esto, los sistemas sépticos con absorción al suelo representan una opción que puede considerarse para cualquier lugar que no disponga de un sistema de tratamiento centralizado. Este es un sistema de flujo por gravedad que se adapta para pequeñas comunidades.

Dado que el tratamiento y la disposición en el subsuelo dependen de la filtración gradual del agua residual en los suelos circundantes, estos sistemas pueden ser considerados solamente si las características del suelo y la geología son favorables para el tratamiento y la disposición posterior del agua residual tratada al medio ambiente.

Para que el tratamiento del agua residual sea efectivo, el terreno a ser usado debe ser relativamente permeable, y permanecer insaturado mas de un metro por debajo del sistema. Más aún, el sistema de absorción al suelo debe estar ubicado muy por encima de la capa freática y del lecho de roca. Además, no puede estar ubicado en áreas con pendientes muy inclinadas. En las comunidades con una capa freática alta o un lecho de roca no muy profundo, otros sistemas que utilizan una tecnología más avanzada pueden ser mejores opciones para el tratamiento del agua residual (Sistemas de montículo). En los casos en donde existen suelos impermeables, los sistemas de relleno y sistemas de zanja revestida por arena - en los cuales el material de relleno es transportado y colocado para sustituir el material sólido inadecuado – pueden ser considerados como alternativas factibles.

Para evitar la contaminación de las fuentes de agua potable y otros problemas, los sistemas de absorción al suelo deben estar ubicados a distancias prescritas de los pozos, las aguas superficiales y los manantiales, los límites de propiedad y los cimientos de construcción. Estas regulaciones pueden restringir la viabilidad de la instalación del sistema séptico, dependiendo del tamaño, la forma y la proximidad de la propiedad a los elementos mencionados.

Los sistemas sépticos convencionales están diseñados para funcionar indefinidamente si se realizan correctamente las actividades de mantenimiento. Sin embargo, debido a que la mayoría de los sistemas domésticos no reciben una manutención correcta, la vida útil de operación de los sistemas sépticos es generalmente igual o menor a 20 años. Es común en las prácticas actuales el requerir que se reserve una segunda área adecuada en el sitio como zona de reparación en caso de que el sistema inicial no funcione correctamente, o para permitir la posibilidad de proyectos futuros de adiciones a la vivienda. Puesto que el área de absorción al suelo debe mantenerse no saturada para el funcionamiento adecuado del sistema, la instalación de los sistemas sépticos puede no ser factible en regiones propensas a lluvias intensas frecuentes e inundaciones, o en depresiones del terreno en donde se observa la acumulación de aguas superficiales.

Una modificación al sistema tradicional es su aplicación para acomodar diversas descargas de aguas residuales domesticas. Esto se logra al operar tanques sépticos individuales seguidos ya sea por un sistema comunitario de recolección y un sistema de disposición subsuperficial, o por un sistema comunitario de recolección seguido por un sistema comunitario de tratamiento.

#### **1.1.4 Información necesaria**

Antes de proceder a diseñar un sistema séptico, es necesario obtener la siguiente información:

1. Cantidad y calidad del agua residual.
2. Tipo de suelo y permeabilidad
3. Temperatura (media mensual y anual)
4. Uso de la tierra
5. Zonificación
6. Prácticas agrícolas
7. Requerimientos de calidad para descargas superficiales y subsuperficiales
8. Nivel freático
9. Información de los cuerpos de agua de la zona

#### **1.1.5 Estudios mínimos**

Antes de proceder a implantar un sistema séptico, deben realizarse los siguientes estudios:

1. Inspección visual
2. Estudio de suelos: humedad, permeabilidad, granulometría, conductividad hidráulica saturada
3. Topográficos: pendiente del terreno
4. Hidrológicos: precipitación (promedio máximo mensual), evapotranspiración y evaporación (promedio mensual).
5. Revisión de estudios previos hechos en la zona.
6. Vulnerabilidad sísmica.
7. Inundaciones.

## **1.2 TRAMPA PARA GRASAS**

Es un tanque pequeño de flotación que recibe agua del lavaplatos y/o lavadero, con el fin de permitir que las aguas residuales que entran con mayor temperatura que las aguas depositadas en el tanque se enfríen, haciendo que las grasas y jabones se solidifiquen y floten, y sean retenidas mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico. Para efectos del tratamiento de aguas residuales domesticas pueden ser:

1. Domiciliar: Normalmente recibe residuos de cocinas y está situada en la propia instalación predial.
2. Colectiva: Son unidades de gran tamaño y pueden atender conjuntos de residencias

### **1.2.1 Localización**

Deben localizarse en sitios de fácil acceso para su mantenimiento, lo más cerca posible de la fuente de agua residual (generalmente la cocina) y aguas arriba del tanque séptico para prevenir problemas de obstrucción, acumulación en las unidades de tratamiento y malos olores. Debe tenerse en cuenta, que independientemente de su localización, deben existir condiciones favorables para la retención y remoción de las grasas, para lo cual es preferible ubicarla en lugares sombreados para mantener bajas temperaturas en su interior.

### **1.2.2 Parámetros de diseño**

El diseño debe realizarse de acuerdo con las características propias y el caudal del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo expresada en kg de grasa debe ser de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño (caudal máximo horario) expresado en litros por minuto.

El tanque debe tener  $0.25\text{m}^2$  de área por cada litro por segundo, una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:18, una velocidad ascendente mínima de  $4\text{mm/s}$ . En las tablas 4 y 5 se pueden ver los caudales y capacidades de retención y los tiempos de retención hidráulica típicos que se deben usar para trampas de grasa respectivamente.

**Tabla 4.** Capacidades de retención de grasa

<b>Tipo de afluyente</b>	<b>Caudal (L/min)</b>	<b>Capacidad de retención de grasa(kg)</b>	<b>Capacidad máxima recomendada (L)</b>
Cocina de restaurante	56	14	190
Habitación sencilla	72	18	190
Habitación doble	92	23	240
Dos habitaciones Sencillas	92	23	240
Dos habitaciones Dobles	128	32	330
Lavaplatos para restaurantes			
Volumen de agua mayor de 115 litros	56	14	115
Volumen de agua mayor de 190 litros	92	23	240
Volumen entre 190 y 378 Litros	114	36	378

**Fuente:** MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, noviembre de 2000. p. E.29.

**Tabla 5.** Tiempos de retención hidráulicos

<b>Tiempo de retención (minutos)</b>	<b>Caudal de entrada(L/s)</b>
3	2 – 9
4	10 – 19
5	20 o más

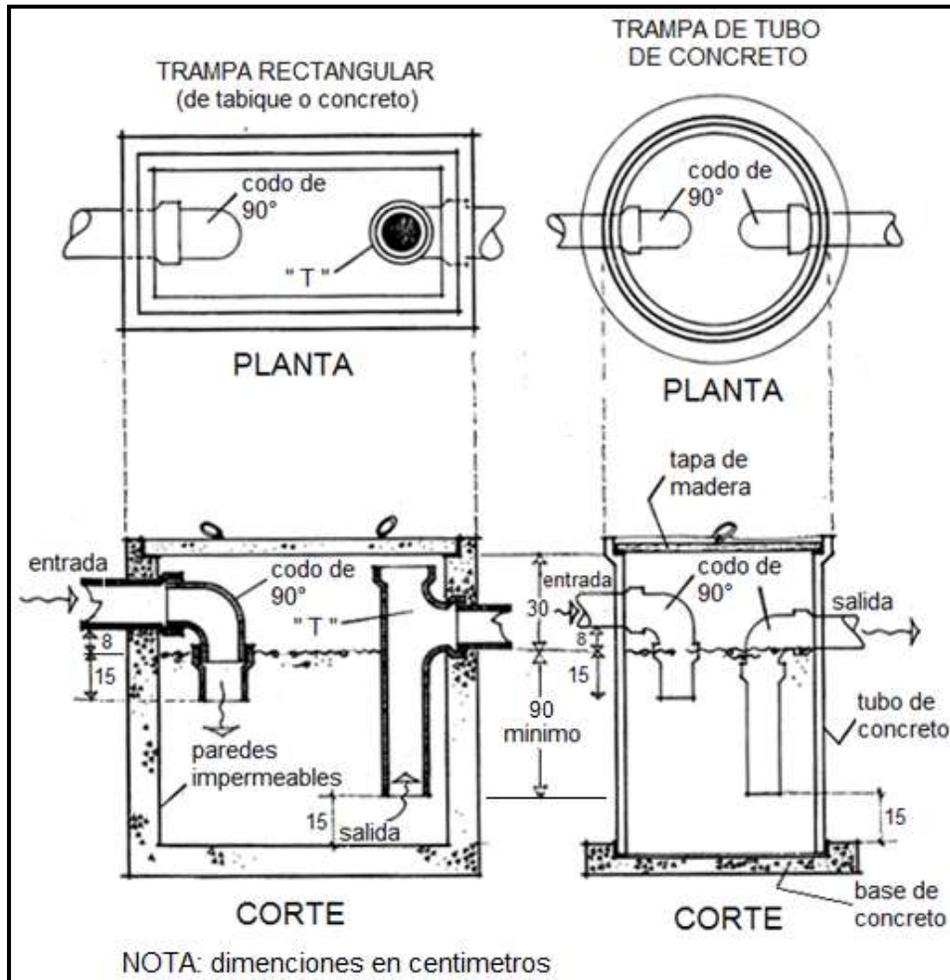
**Fuente:** MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, noviembre de 2000. p. E.29.

### 1.2.3 Entradas y salidas

Deben colocarse elementos controladores de flujo en las entradas para protección contra sobrecargas o alimentaciones repentinas. El tubo de la entrada debe ser de un diámetro mínimo de 50 mm y el de la salida de por lo

menos 100 mm. El extremo final del tubo de entrada debe tener una sumergencia de por lo menos 150 mm. El tubo de salida del efluente debe localizarse por lo menos a 150 mm del fondo del tanque y con una sumergencia de por lo menos 0.9m como se indica en la figura 1.

**Figura 1.** Esquema de una trampa para grasas



**Fuente:** DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaria de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión, 2000. p. F 3.

#### **1.2.4 Operación y mantenimiento**

Las trampas de grasa deben operarse y limpiarse regularmente para prevenir el escape de cantidades apreciables de grasa y la generación de malos olores. La frecuencia de limpieza debe determinarse con base en la observación. Generalmente, la limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo. Para restaurantes, la frecuencia de bombeo varía desde una vez cada semana hasta una vez cada dos o tres meses. Estas unidades deben ser dotadas de las siguientes características:

1. Capacidad suficiente de acumulación de grasa entre cada operación de limpieza.
2. Condiciones de turbulencia mínima suficiente para permitir la flotación del material.
3. Dispositivos de entrada y salida convenientemente proyectados para permitir una circulación normal del afluente y el efluente.
4. Distancia entre los dispositivos de entrada y salida, suficiente para retener la grasa y evitar que este material sea arrastrado con el efluente.
5. Debe evitarse el contacto con insectos, roedores, etc.

#### **1.3 TANQUE SÉPTICO.**

El tanque séptico en el cual la sedimentación y la digestión del residuo ocurren en el mismo recipiente, es el sistema más usado para acondicionar las aguas residuales con el fin de dispersarlas subsuperficialmente en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario. En estos casos sirve para:

1. Eliminar sólidos suspendidos y material flotante.
2. Realizar el tratamiento anaerobio de los lodos sedimentados.
3. Almacenar lodos y material flotante.

El tanque séptico consiste esencialmente en uno o varios tanques o compartimientos, en serie, de sedimentación de sólidos. Debe construirse de la forma más simple, con todas sus partes accesibles y susceptibles de ser aseadas, evitando el empleo de mecanismos o piezas móviles, pero asegurando la perfecta automaticidad del funcionamiento.

La remoción de DBO en un tanque séptico puede ser del 30 a 50%, de grasa y aceite un 70 a 80%, de fósforo un 15% y de un 50 a 70% de SS, para aguas residuales domésticas típicas. En estudios realizados sobre eficiencia de los tanques sépticos se indican las siguientes conclusiones principales:

1. El tanque séptico debe tener un periodo de retención mayor de 24 horas.
2. El tanque séptico debe tener una configuración de la unidad de salida con pantalla para gases.
3. La relación de área superficial a profundidad debe ser mayor de 2.
4. Se debe preferir un tanque de cámaras múltiples con interconexiones similares a las de la unidad de salida.

### **1.3.1 Localización**

Antes de la ubicación, debemos tener en cuenta una completa información sobre la planimetría y altimetría del terreno; especialmente en cuanto a construcciones, ríos, quebradas, pozos, piscinas, linderos, etc.

Para la localización de un tanque séptico se recomienda tener en cuenta los siguientes requisitos y distancias mínimas:

- 1.50 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros y campos de infiltración.
- 3.0 m distantes de arboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.
- 15.0 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.
- 7.5 m distantes de piscinas
- El tanque no debe estar expuesto a inundación y debe disponer de espacio suficiente para la construcción del sistema o tratamiento posterior a que haya lugar.

### **1.3.2 Dimensionamiento**

#### **1.3.2.1 Volumen útil**

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Rendimiento del proceso de tratamiento.
- Almacenamiento de lodos.
- Amortiguamiento de caudales pico.

Para el cálculo del volumen útil del tanque séptico se recomienda el siguiente criterio

$$Vu = 1000 + Nc (CT + KLf)$$

K=Tasa de acumulación de lodo digerido en días equivalente al tiempo de acumulación de lodo fresco, día<sup>-1</sup>

Lf=Contribución de lodo fresco. L/persona

Nc=Numero de contribuyentes.

T=Temperatura del agua residual, °C

C=Contribución de aguas residuales por contribuyente, L/día/hab. (Tabla 6)

**Tabla 6.** Contribución de aguas residuales por persona

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales (C) y lodo fresco Lf (L/dia)	
		C	Lf
Ocupantes permanentes			
Residencia			
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1
Hotel(excepto lavandería y cocina)	persona	100	1
Alojamiento provisional	persona	80	1
Ocupantes temporales			
Fábrica en general	persona	70	0.30
Oficinas temporales	persona	50	0.20
Edificios públicos o comerciales	persona	50	0.20
Escuelas	persona	50	0.20
Bares	persona	6	0.10
Restaurantes	comida	25	0.01
Cines, teatros o locales de corta permanencia	local	2	0.02
Baños públicos	tasa sanitaria	480	4.0

**Fuente:** MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, noviembre de 2000. p. E.129.

**Tabla 7.** Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	Días	Horas
Hasta 1,500	1.00	24
De 1,501 a 3,000	0.92	22
De 3,000 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
mas de 9,000	0.50	12

**Fuente:** MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, noviembre de 2000. p. E.130.

### **1.3.2.2 Geometría**

Los tanques pueden ser cilíndricos o prismáticos rectangulares. Los cilíndricos se utilizan cuando se quiere minimizar el área útil aumentando la profundidad, y los prismáticos rectangulares en los casos en que se requiera mayor área horizontal o mayor profundidad.

### **1.3.2.3 Medidas internas mínimas recomendadas**

- Profundidad útil: Debe estar entre los valores mínimos y máximos dados en la Tabla 8, de acuerdo con el volumen útil obtenido mediante la ecuación 1.
- Diámetro interno mínimo de 1.10 m, el largo interno mínimo de 0.80 m y la relación ancho / largo mínima para tanques prismáticos rectangulares de 2 : 1 y máxima de 4 : 1

**Tabla 8.** Valores de profundidad útil

<b>Volumen útil (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Profundidad útil mínima (m)</b>	<b>Profundidad útil máxima (m)</b>
Hasta 6	1.2	2.2
De 6 a 10	1.5	2.5
Más de 10	1.8	2.8

**Fuente:** MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, noviembre de 2000. p. E.31.

#### **1.3.2.4 Número de cámaras**

Se recomiendan cámaras múltiples, en serie para tanques de volúmenes pequeños a medianos, que sirvan hasta 30 personas. Para otros tipos de tanques, se recomienda lo siguiente:

- Tanques cilíndricos: tres cámaras en serie.
- Tanques prismáticos rectangulares: dos cámaras en serie (figura 3).

#### **1.3.3 Especificaciones.**

1. El tanque debe ser completamente hermético, de material no corrosivo (concreto, metal recubierto, arcilla vitrificada, ladrillo duro cocido)
2. El relleno alrededor del tanque debe hacerse en capas delgadas bien apisonadas.
3. El tanque debe tener acceso adecuado para mantenimiento y limpieza, y las unidades de entrada y de salida deben ser fácilmente accesibles. Se recomiendan bocas de inspección de tamaño mayor a 60 cm.
4. Para concreto impermeable se sigue el uso de los materiales siguientes:
  - a. Cemento portland libre de humedad por almacenamiento.

- b. Arena limpia, de la usada para un buen concreto, de tamaño variable entre muy fina y  $\frac{1}{4}$ ".
- c. Grava, de la usada para un buen concreto, de tamaño entre  $\frac{1}{4}$  y  $1\frac{1}{2}$ ".
- d. Agua limpia, no más de 20 litros por saco de cemento.

En la tabla 9 se resumen las proporciones de mezcla.

**Tabla 9.** Proporciones de mezcla para el concreto de tanques sépticos

Tamaño máximo de grava(pulgadas)	Cemento (volumen)	Agua (volumen)	Arena (volumen)	Grava (volumen)
$1\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	3
$\frac{3}{4}$	1	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$

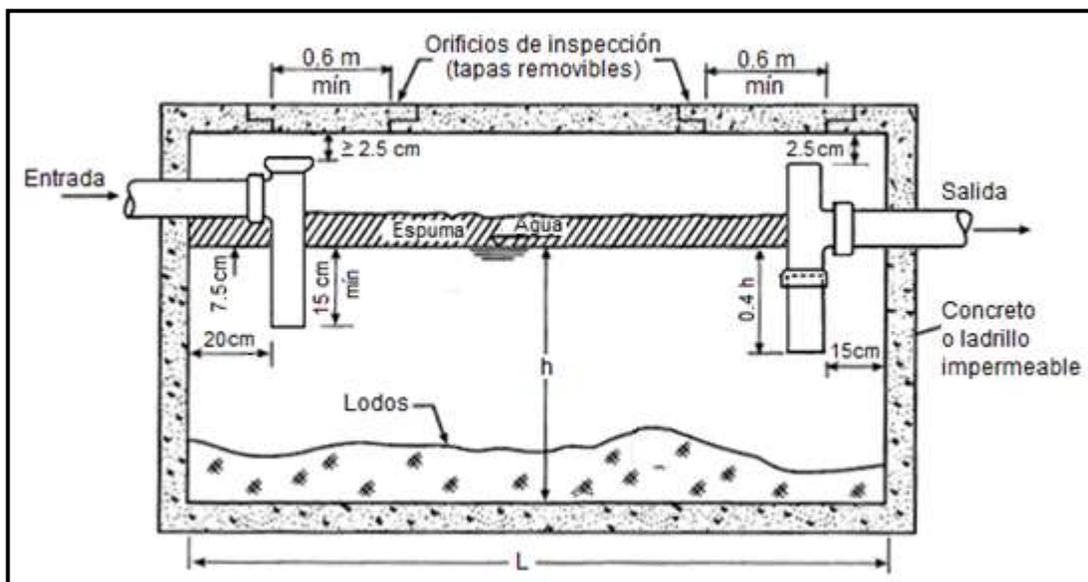
Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 ed. enero de 2000. p. 694.

- e. Todos los materiales deben mezclarse hasta lograr un color uniforme del concreto. Éste se coloca en la formaleta, bien vibrado, para obtener una pared densa y el tanque debe, preferiblemente, fundirse en una sola operación para evitar juntas de construcción.
  - f. Para un buen curado, el concreto debe mantenerse húmedo durante siete días.
5. La batea del tubo de entrada debe estar por lo menos 7.5 cm por encima del nivel del agua en el tanque (figura 2), con el propósito de permitir los levantamientos transitorios del nivel del agua durante las descargas al tanque. Para dirigir el efluente hacia abajo, se puede usar una "T", la cual debe penetrar por lo menos 15 cm por debajo del nivel del agua, sin exceder la penetración permisible por el nivel de la unidad de salida. La "T" se coloca inmediatamente debajo de la tapa de registro, para permitir el varillaje (limpieza) en caso de obstrucción y la salida de gases por la

tubería de entrada y de allí al exterior por la tubería de ventilación de la vivienda.

6. La unidad de salida debe penetrar la superficie dentro del líquido en el tanque séptico para equilibrar el volumen de almacenamiento de lodo y no perder capacidad del tanque. La salida del agua sedimentada se efectúa también a través de una "T", la cual según indica la experiencia debe extenderse hasta una distancia, por debajo del nivel del agua, igual al 40% de la profundidad del agua, y por encima hasta aproximadamente 2.5 cm desde la tapa del tanque. La cabeza superior de la "T" se deja destapada, a fin de que permita el escape de gases por la cañería del efluente del tanque séptico. La separación entre la unidad de salida y el muro del tanque es de 15 a 20 cm. Es posible utilizar tabiques difusores o pantallas en reemplazo de las "T" de entrada y salida, como lo muestra la figura 3.

**Figura 2.** Tanque séptico domiciliario de una cámara.



Fuente: Variación de la figura 3 con especificaciones tomadas de: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 689.



- b. mayor velocidad de colmatación de los sistemas de tratamiento secundarios.
  - c. Obstrucción de los conductos de entrada del agua servida o de salida del agua sedimentada.
9. Cuando la topografía del terreno lo permita se puede colocar una tubería de drenaje de lodos, que se colocara en la parte mas profunda del tanque (zona de ingreso). La tubería estará provista de una válvula.
10. Cuando la capacidad de un tanque séptico exceda de 7 m<sup>3</sup>, es recomendable instalar sistemas intermitentes, tales como sifones en un tanque dosificador para obtener una distribución adecuada de los efluentes sobre la superficie de instalación y para dar al sistema de infiltración una oportunidad de descanso o secado entre aplicaciones. Si la capacidad es mucho mayor, se recomienda que el tanque dosificador esté provisto de dos sifones que funcionaran alternativamente y cada uno alimentará la mitad del terreno de evacuación.

#### **1.3.4 Guía para uso y Conservación**

1. Antes de poner en servicio un tanque séptico recién construido, se debe llenar con agua y de ser posible, verterse unas 5 cubetas con lodos procedentes de otro tanque séptico, a fin de acelerar el desarrollo de los organismos anaerobios.
2. Los lodos y las espumas acumuladas deben ser removidos en intervalos equivalentes al periodo de limpieza del proyecto como se muestra en la tabla 10.

**Tabla 10.** Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalo de limpieza(años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C		
	T ≤ 10	10 ≤ t ≤ 20	t ≥ 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

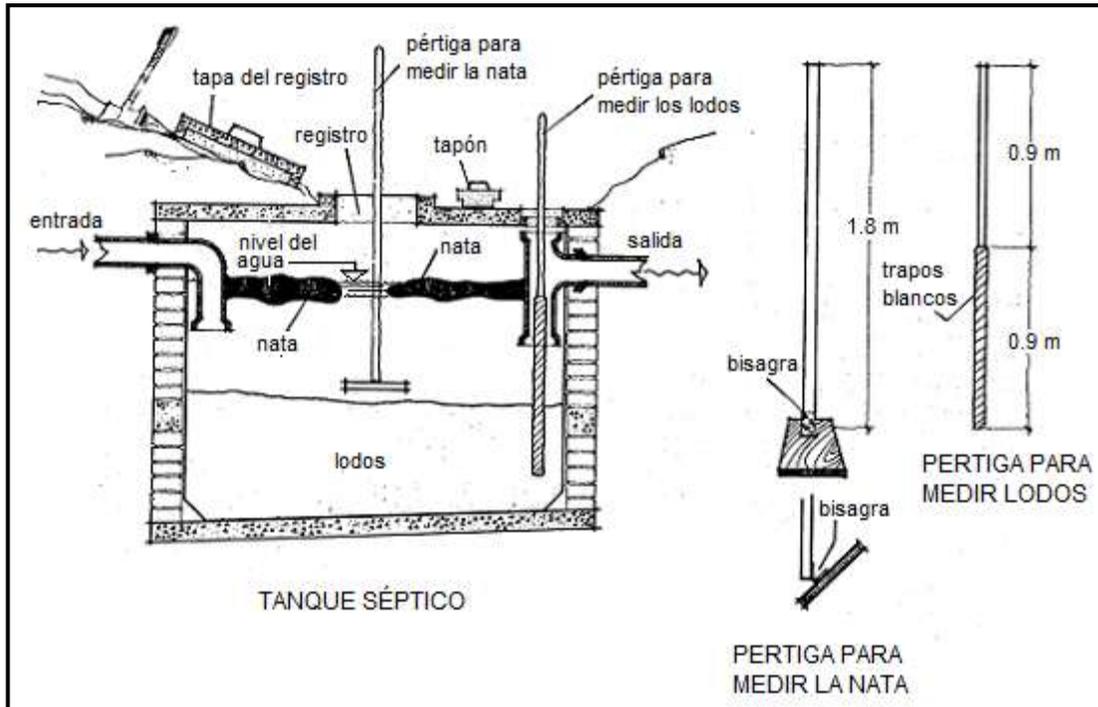
K= Tasa de acumulación de lodo digerido en días equivalente al tiempo de acumulación de lodo fresco, día<sup>-1</sup>.

Fuente: MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, noviembre de 2000. p. E.130

Estos intervalos se pueden ampliar o disminuir, siempre que estas alteraciones sean justificadas y no afecten los rendimientos de operación ni se presenten olores indeseables.

3. Al abrir el registro del tanque séptico para hacer la inspección o la limpieza, se debe tener cuidado de esperar tiempo suficiente (>15 min) hasta tener la seguridad de que el tanque se ha ventilado adecuadamente, pues los gases que se acumulan en él pueden causar explosiones o asfixia. Debe tenerse especial cuidado en que la iluminación del interior del tanque séptico se haga por una bombilla eléctrica o linterna. **NUNCA SE USEN CERILLOS O ANTORCHAS PARA INSPECCIONAR UN TANQUE SÉPTICO.**
4. La inspección del tanque tiene por objeto determinar la distancia del fondo de la nata al extremo inferior del tubo de salida y el espesor de los lodos acumulados, para lo cual se emplean las perdigas como se indican en la figura 4.

**Figura 4.** Tanque séptico y perdigas para medir lodos y nata.



**Fuente:** DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaria de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión 2000. p. F 17.

5. La extracción del lodo del tanque se efectúa bombeándolo a un camión cisterna, de no implementar esto, se hace por medio de un cubo provisto de un mango largo con todos los inconvenientes por prever. Es conveniente no extraer todos los lodos, sino dejar una pequeña cantidad que servirá de inoculante para las futuras aguas residuales.
6. El tanque séptico no se debe lavar ni desinfectar después de haber extraído los lodos. La adición de desinfectantes u otras sustancias químicas perjudican su funcionamiento, por lo que no debe recomendarse su empleo.
7. No envenene el tanque séptico con químicos peligrosos como los solventes, aceites, las pinturas, los diluentes de pinturas, desinfectantes, los insecticidas, los venenos y otras materias. Estos pueden matar las

bacterias que ayudan a tratar las aguas residuales y que pueden contaminar las aguas subterráneas.

8. No use el tanque séptico como un bote de basura para los cigarrillos, papeles, toallas sanitarias, tapones, residuos de café molido o pañales.
9. La caja de distribución se debe inspeccionar cada 3 ó 6 meses para verificar si no hay sedimentos, lo que indicaría un mal funcionamiento del tanque séptico.
10. Los tanques sépticos que se abandonen o condenen deben llenarse con tierra o piedra.
11. La remoción de lodos debe hacerse por personal capacitado que disponga del equipo adecuado para garantizar que no haya contacto entre el lodo y las personas.
12. En ningún caso los lodos removidos, pueden arrojarse a cuerpos de agua.
13. Se recomienda a los propietarios que tengan viviendas con tanque séptico, mantener un plano de ubicación, con el propósito de destruir al mínimo, en busca de la tapa los jardines o prados bajo los cuales se encuentra la referida unidad.

### **1.3.5 Tratamiento y disposición de residuos sépticos.**

El “residuo séptico” es el líquido y el material sólido que se bombea de un tanque Séptico. La nata se acumula en la superficie mientras que el lodo se deposita en el fondo, abarcando del 20% al 50% del volumen total del tanque séptico cuando este es vaciado. Un tanque séptico retiene generalmente del 60% al 70% de los sólidos, aceites, y grasas que pasan a través del sistema.

No se debe bajo ninguna circunstancia descargar los residuos sépticos en cuerpos de agua superficial.

#### **1.3.5.1 Vaciado manual del tanque séptico.**

Los residuos sépticos son altamente variables y de tipo orgánico, con niveles significativos de grasa, arena, cabello, y detritos, contienen numerosas formas de virus, bacterias y parásitos que causan diversas enfermedades. Por esta razón requieren precauciones especiales de manejo y tratamiento, más cuando la operación de limpieza se hace de forma manual. Sin embargo, los polímeros y acondicionadores químicos disponibles hoy en día han reducido considerablemente estos requisitos. Dentro de esto acondicionadores químicos se encuentra la cal.

##### **1.3.5.1.1 Estabilización química con cal**

En este proceso de estabilización se añade cal a un lodo no tratado en cantidad suficiente para que el PH alcance un valor de 12 o superior. Puede emplearse tanto cal hidratada,  $\text{Ca(OH)}_2$ , como cal viva,  $\text{CaO}$ . El elevado PH y la temperatura alcanzada mediante este tratamiento reducen los patógenos, elimina los malos olores y reduce el potencial de putrefacción. El resultado de un estudio realizado por la EPA (environmental Protection Agency) muestra que el PH debe estar entre 12.2 y 12.4 para asegurar que el fango se estabiliza adecuadamente, manteniéndose posteriormente por encima de 11.0 durante las dos semanas posteriores a la aplicación.

El lodo se trata en forma líquida, la aplicación de la cal se hace dentro del tanque séptico después de desalojar el residuo líquido y es un proceso de una sola etapa que puede ser fácilmente controlado y produce un lodo

adecuado para su aplicación al terreno. La dosificación de cal depende de la cantidad de sólidos presentes en el fango, como muestra la tabla 11.

**Tabla 11.** Requerimiento de cal para estabilización química

Dosificación de cal para obtener el PH deseado	Fango, % de sólidos				
	1	2	3	3.5	4.4
PH=11 Ca(OH) <sub>2</sub> , mg/L	1400	2500	3700	6000	8200
PH=12 Ca(OH) <sub>2</sub> , mg/L	2600	4300	5000	9000	9500

**Fuente:** CORBITT, Roberto A. Manual de referencia de la ingeniería ambiental, McGraw-Hill/Interamericana, S.A.U. 2003. p. 6.236.

En ciertos estudios realizados sobre la dosificación requerida de cal para mantener el PH del lodo sobre 12.0 durante 30 minutos se indica que la dosis depende del tipo de lodo y de su concentración de sólidos. La dosis promedio, en ensayos con lodos de la planta de Lebanon en Ohio, fue de 0.20 Kg.Ca(OH)<sub>2</sub>/Kg sólidos secos para lodos de tanque séptico.

### 1.3.5.1.2 Compostaje

Los sólidos líquidos de los residuos sépticos ya estabilizados, se sacan del tanque y son sometidos a deshidratación, luego son mezclados con un agente de abultamiento (por ejemplo, las virutas de Madera, el aserrín) y son aireados por volteo. El proceso de compostaje convierte los residuos sépticos en un material estable o material húmico que puede ser utilizado como acondicionador del terreno en campos agrícolas; cuando estos últimos no estén dedicados al cultivo de hortalizas, frutas o legumbres que se consuman crudas.

### **1.3.5.2 Vaciado por bombeo del tanque séptico.**

Los líquidos y los sólidos bombeados de un tanque séptico tienen un olor y un aspecto ofensivo, con una tendencia a formar nata cuando se agitan, y resistencia a la sedimentación y la deshidratación.

Existen diversas metodologías para el tratamiento y la disposición de los residuos sépticos en grandes volúmenes (en caso de una limpieza masiva de tanques), las cuales involucran el uso de instalaciones de propiedad privada o pública. La aplicación al terreno de los residuos sépticos, después de un tratamiento adecuado, es también una opción muy común.

#### **1.3.5.2.1 Tratamiento en plantas de tratamiento de aguas residuales**

Una opción conveniente y atractiva para el tratamiento de los residuos sépticos es el realizar el tratamiento en una instalación de tratamiento de aguas residuales. Los componentes de los residuos sépticos son similares a los de las aguas residuales domésticas, aunque los residuos sépticos son más fuertes y concentrados. Las ventajas del tratamiento de los residuos sépticos en las plantas de tratamiento son el que muchas de estas plantas tienen capacidad para el manejo de cierta cantidad de residuos sépticos, y que centralizan las operaciones de tratamiento de desechos.

Cuando las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales se encuentran demasiado distantes o no tienen la capacidad adecuada, la aplicación al terreno de los residuos sépticos, después de un tratamiento adecuado, es también una opción muy común.

### **1.3.5.2.2 Método de entierro**

El entierro de los residuos sépticos incluye la disposición en lagunas de retención, zanjas, y rellenos sanitarios. Existe un alto potencial de producción de olores durante la aplicación de los residuos sépticos hasta cuando se recubren con una capa final. Es esencial seleccionar el lugar adecuado para la disposición no sólo para el control de olores, sino para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

- **Lagunas de retención.** Los residuos sépticos se depositan en capas pequeñas consecutivas de 15 a 30 cm en estas lagunas de disposición que tienen una profundidad máxima de 1.80 m y que previenen la infiltración. Múltiples lagunas reciben las cargas en forma secuencial para lograr el secado óptimo. Para disminuir los olores, la tubería de vaciado a la laguna puede colocarse debajo del nivel líquido.
- **Zanjas.** Zanjas múltiples se llenan continuamente con los residuos sépticos en capas pequeñas de 15 a 20 cm para lograr un secado óptimo. A continuación, cada zanja se recubre con tierra (60 cm) y se abren nuevas zanjas. Otra opción puede ser el dejar la zanja llena destapada para permitir que algunos sólidos se sedimenten y se produzca la evaporación y el lixiviado de los líquidos. Los sólidos, junto con algunos materiales del fondo y las paredes, son removidos y la zanja puede ser reutilizada.
- **Rellenos Sanitarios.** Los problemas primarios que se necesitan considerar cuando se agregan residuos sépticos a un relleno sanitario son la producción del lixiviado, el tratamiento y el olor. Por esto los residuos sépticos no deben ser colocados en los rellenos de zonas en donde la precipitación anual sea mayor a 90 cm, rellenos que no cuenten con instalaciones de prevención y control del lixiviado, o aquellos que no tienen roca subyacente de

aislamiento. Cada área que se llena con residuos sépticos se debe cubrir con 15 cm de tierra cada día y 60 cm de recubrimiento final dentro de la primera semana después de colocar la última capa. En general, los rellenos sanitarios son costosos para la disposición de residuos sépticos.

### 1.3 TANQUE SÉPTICO CON DESCARGA A UN CAMPO DE INFILTRACIÓN.

Un campo de infiltración recibe el efluente de un tanque séptico y gracias a la permeabilidad del suelo permite el tratamiento y disposición subsuperficial del agua residual. El primer paso para proyectar un sistema de disposición subsuperficial de aguas residuales es determinar si el suelo es apto para la infiltración del efluente del tanque séptico y, en caso positivo, calcular el área necesaria. El nivel freático o la superficie de cualquier formación impermeable debe encontrarse preferiblemente a más de 1.0 m del fondo del campo de infiltración.

Aunque existen correlaciones hidráulicas del suelo y su textura (como las de la tabla 12), la aptitud de un suelo para su utilización como campo de infiltración debe determinarse mediante un ensayo en el sitio.

**Tabla 12.** Características hidráulicas del suelo

Textura	permeabilidad cm/h	percolación min/cm
Arena	> 15	< 4
Marga arenosa	0.5 – 15	4 -18
Marga limosa porosa		
Marga arcillosa limosa		
Arcillas, marga limosa	< 0.5	>18
Marga arcillosa limosa		

Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 731.

### 1.4.1 Ensayo de infiltración

El procedimiento para establecer la capacidad de infiltración y deducir la tasa de aplicación para el diseño del sistema de disposición subsuperficial puede ser el siguiente:

1. Se deben hacer mínimo tres ensayos en el área propuesta, con los huecos espaciados uniformemente.
2. Los huecos deben ser de 0.30 m por 0.30 m con paredes verticales excavados hasta la profundidad proyectada para el sistema de absorción (profundidad mínima de 60 cm), también puede hacerse la perforación con pala barrena, que varié de 10 a 30 cm de diámetro como se indica en la figura 5. Se remueve todo el material suelto del hueco para proveer así una superficie de contacto de suelo natural y se colocan en el fondo 5 cm de grava de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$ " , como capa de protección a través de la cual se infiltra el agua.
3. Se llena el hueco con 30 cm de agua como mínimo. Esta profundidad se mantiene por lo menos durante cuatro horas y preferiblemente durante una noche para empapar el suelo y obtener resultados satisfactorios de percolación.
4. Se ajusta el nivel del agua a 15 cm sobre la grava y se mide la caída del nivel del agua, a intervalos de 30 minutos, con una aproximación de dos milímetros. Se hacen mínimo tres lecturas, y después de la lectura se reajusta el nivel del agua a 15 cm sobre la grava. Si la tasa de percolación es muy rápida se hacen cada diez minutos durante una hora.
5. Para el manejo de resultados y cálculos se puede proceder de alguna de las siguientes dos formas:

- a) Usando la última lectura se hace el siguiente cálculo. Por ejemplo, si la lectura es de 1,6 cm en 30 minutos, la tasa de percolación será:

$$\text{Tasa de percolación} = 30/1.6 = 19 \text{ min/cm}$$

El área necesaria de infiltración se calcula con base en los resultados de la prueba de infiltración y la tasa de aplicación correspondiente, de acuerdo con los valores de la tabla 13.

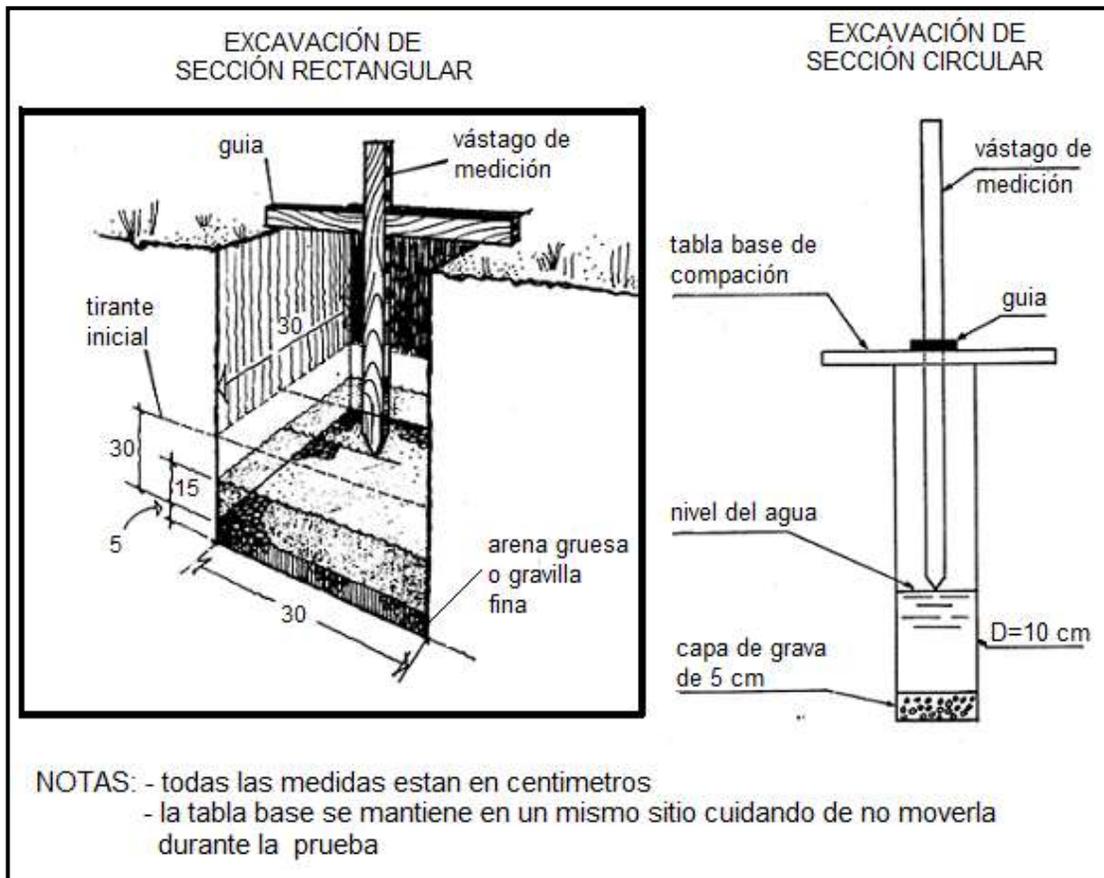
**Tabla 13.** Tasas de aplicación de aguas residuales para sistemas de infiltración

Textura del suelo	Tasa de percolación min/cm	tasa de aplicación L/m <sup>2</sup> d
Grava, arena gruesa	< 0.40	No recomendado
Arena media a gruesa	0.4 – 2.0	48
Arena fina, arena margosa	2.1 – 6.0	32
Marga, marga arenosa	6.1 – 12.0	24
Marga, marga limosa porosa	12.1 – 24.0	18
Marga arcillolimsa, marga arcillosa*	24.1 – 48.0	8
Arcillas, arcillas coloidales	>48	No recomendado

\* suelos sin arcilla expansiva

Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 732.

**Figura 6.** Esquema del método para la verificación de la prueba de infiltración.



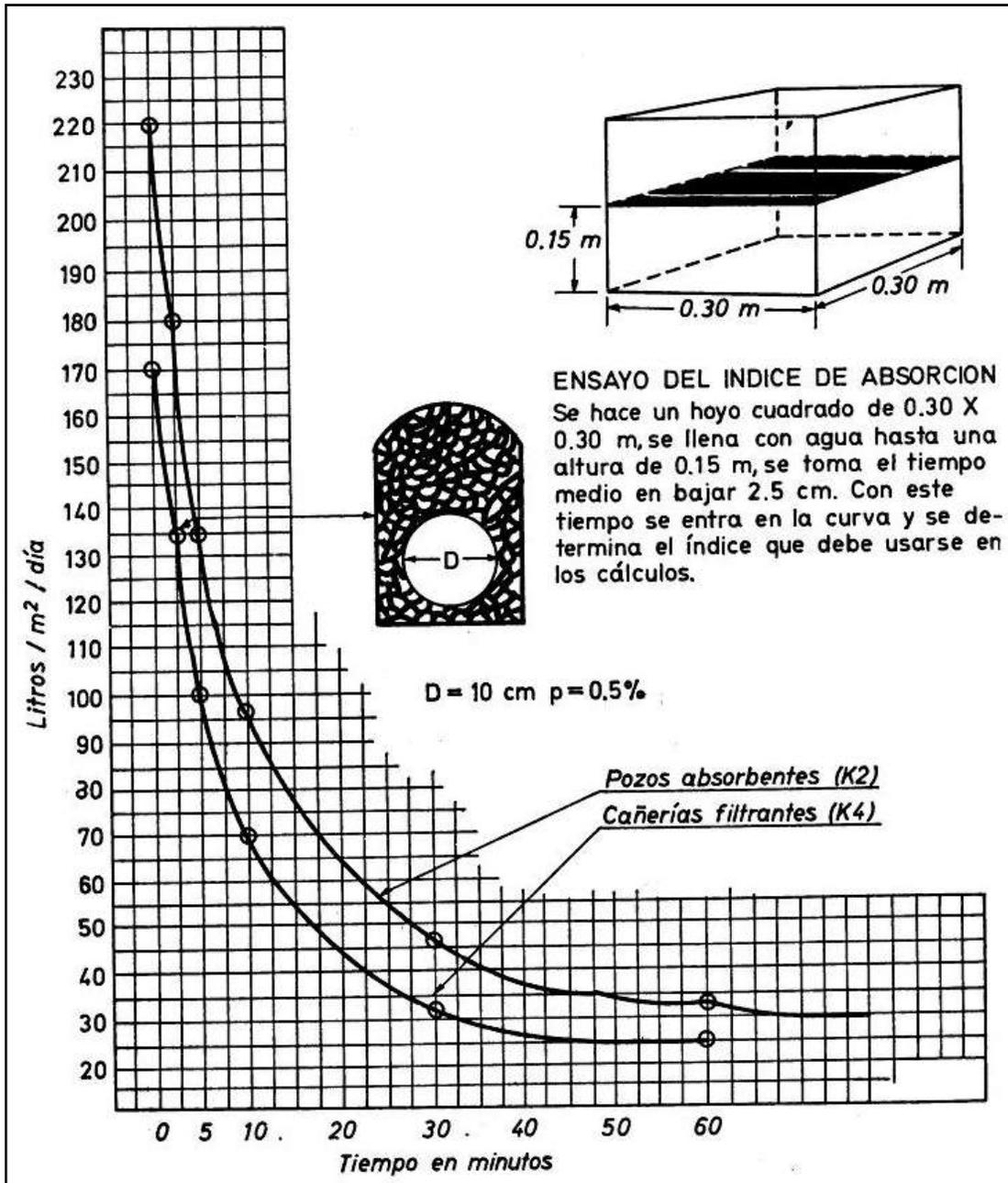
**Fuente:** DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaria de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión 2000. p. F 10 ; UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud publica. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión.1998. p. 365.

b) Usando también la ultima lectura, se determina el tiempo que tarda en bajar el agua 2.5cm. Si por ejemplo, el nivel del agua desciende 0.25 m en 30 minutos, la velocidad de filtración es de 3 minutos (tiempo que tarda en bajar 2.5 cm).con esta velocidad de filtración se determina el coeficiente de absorción.

La figura 5 reproduce una grafica que indica la absorción del terreno, expresada en  $L/m^2/día$  ( $K_2$ ), en función del tiempo que tarda en bajar el nivel

de agua 2.5 cm correspondiente a la prueba de infiltración recientemente descrita.

**Figura 6.** Coeficientes de absorción del terreno. (Reglamento General de Alcantarillados Particulares, Chile)

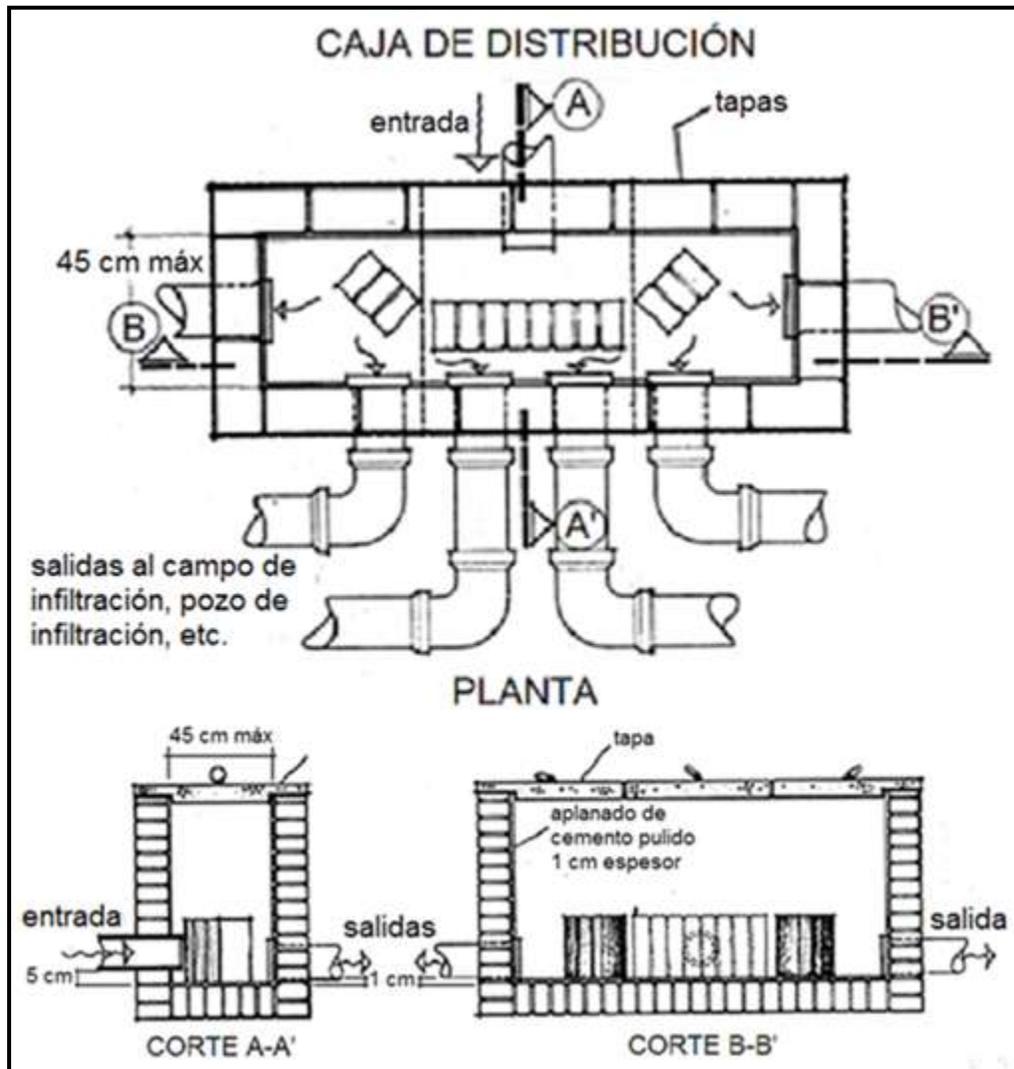


Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. 1998. p. 365.

### 1.4.2 Caja de distribución

Este implemento tiene por objeto distribuir el agua servida procedente del tanque séptico proporcionalmente a cada uno de los ramales del campo de infiltración, para lo cual se colocan todas las tuberías de salida a la misma altura como lo muestra la figura 7.

**Figura 7.** Caja de distribución para efluentes de pozos sépticos.



**Fuente:** DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaria de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión 2000. p. F 7.

Se recomienda localizar la tubería de entrada a 5cm del fondo de la caja y las tuberías de salida 1 cm del mismo fondo. La forma que se adopte para la caja dependerá del terreno que se obtenga para la infiltración y del número de salidas que se adopten. En lo posible el ancho de la caja no excederá de 45 cm y la distancia mínima de los ejes de las tuberías de salida será 25 cm. Todas las cajas deberán estar provistas de una tapa liviana apropiada para realizar limpieza. Los materiales para su construcción podrán ser: piedra, ladrillo o concreto.

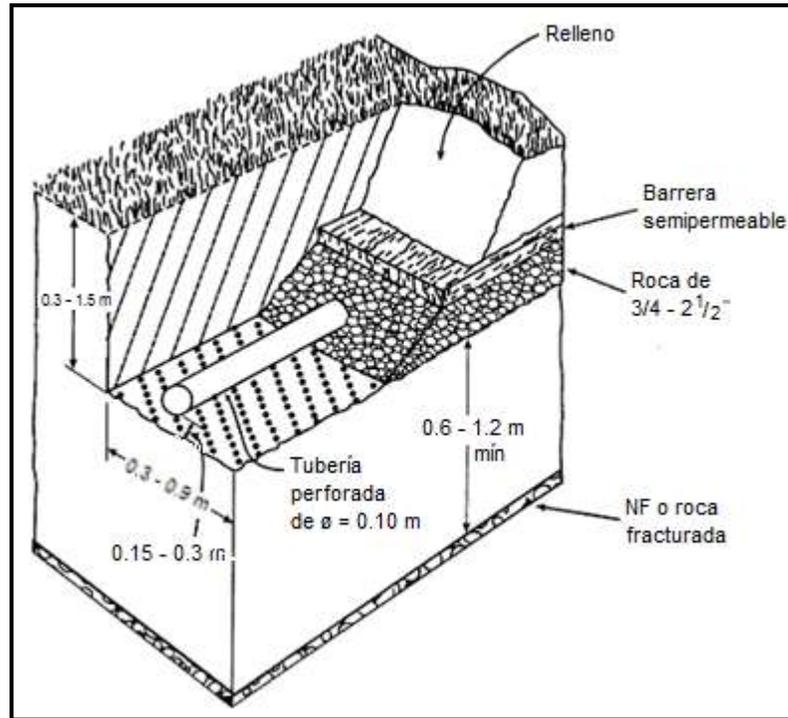
La caja de distribución permite también observar el funcionamiento del tanque séptico, ya que cuando se nota en ella la presencia de lodos, será necesario proceder a la limpieza del tanque.

### **1.4.3 Zanjas de infiltración**

Este sistema consiste en un conjunto de líneas de tubería de cemento comprimido, arcilla vitrificada u otro material tendidas de tal forma que el efluente del tanque séptico se distribuya con una uniformidad razonable para incorporarlo al subsuelo a través de un proceso de infiltración. Normalmente el efluente llega a una cámara de distribución, la cual reparte proporcionalmente el líquido entre los diferentes ramales que constituyen el sistema.

Los tubos pueden ser perforados o de junta abierta. Las cañerías que se usan para los sistemas de drenajes tienen de 75 a 100 mm de diámetro y se colocan con pendiente de 0.16 a 0.50%. Las figuras 8 y 9 ilustran la conformación típica de una zanja de infiltración.

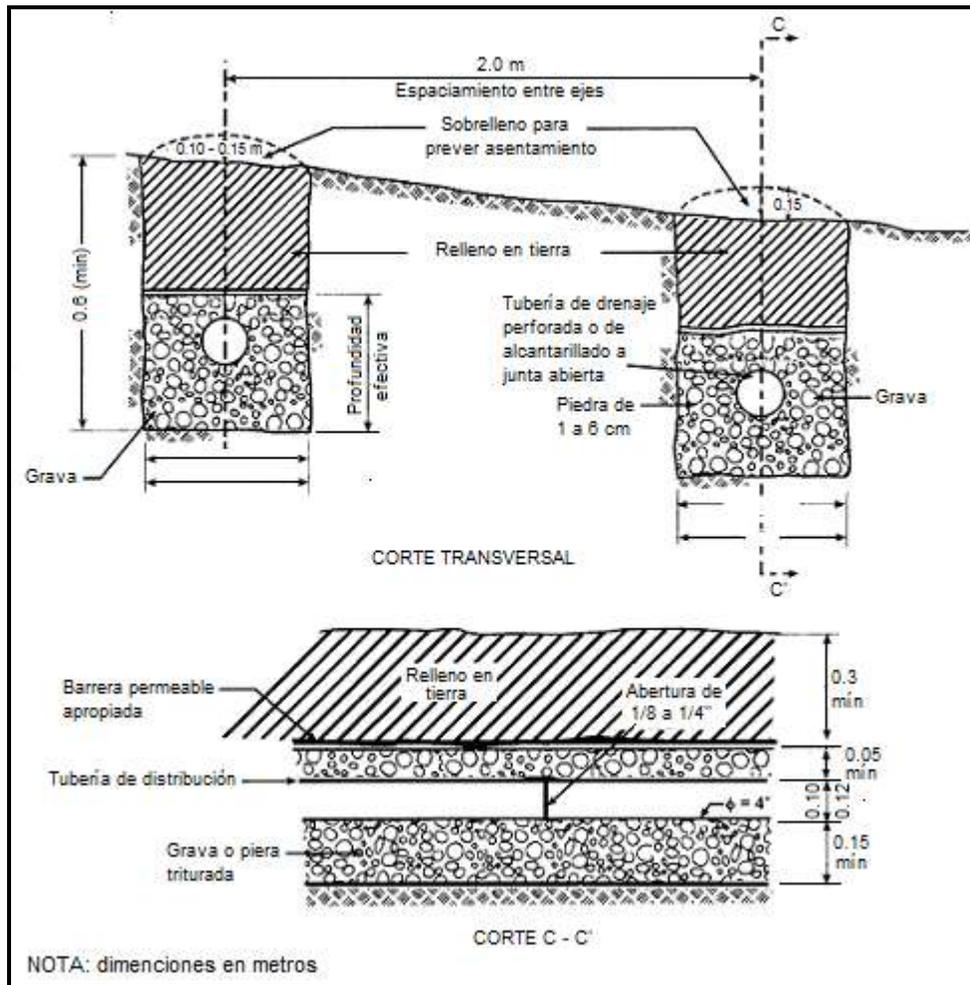
**Figura 8.** Zanja típica de infiltración



Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 732.

Existen diferentes formas de colocar los tubos, lo cual está sujeto principalmente a la topografía y a las características de terreno. La separación entre filas paralelas de tubos no debe ser inferior a 1.85m, recomendándose una distancia no inferior de 3.0m para el drenaje de 1m de profundidad. Se diseñan diferentes formas de distribución, como por ejemplo, sistemas de tubería con ramales paralelos, sistemas de pata de gallo u otro que permita el terreno.

**Figura 9.** Zanja típica de infiltración.



Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 733.

De preferencia, las líneas laterales de los sistemas de drenajes no han de exceder de 20m de longitud, y con un máximo de 30m. Se prefieren líneas laterales más numerosas y más cortas. La tabla 14 señala el ancho de la zanja y la distancia mínima entre los ejes de las tuberías de drenaje.

**Tabla 14\*.** Distancia entre ejes de las zanjas de las tuberías de drenaje en función del ancho

Ancho de la zanja, metros	Distancia mínima entre los ejes de las zanjas, metros**
0.30 a 0.45	1.85
0.45 a 0.60	2.00
0.60 a 0.75	2.15
0.75 a 0.90	2.30

\* Manual para el diseño y operación de tanques sépticos. AID. México, 1965.

\*\*Es conveniente una separación mayor cuando lo permite el espacio disponible.

Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. p. 374.

Cuando se usa tubería de junta abierta, entre los tubos (generalmente de 1m de largo) se deja una separación de 0.5cm para la salida del líquido, que se protege con un semicollar de papel impermeable (papel de bolsa de cemento alquitranado) con el propósito de evitar que la tierra que cubre la parte superior de la zanja penetre a través de los intersticios de la capa de grava y alcance el interior de los tubos de distribución del efluente

La profundidad de las zanjas del campo de absorción ha de ser por lo menos de 30 cm a 60 cm con el fin de proveer un mínimo de cama de grava y cobertura de tierra. Los tubos se tienden sobre una cama de grava de 15 cm de espesor. Profundidades mayores de zanja pueden ser necesarias para adaptarse a los contornos del terreno, para una cama de grava adicional o para otros propósitos del proyecto. Se recomienda mantener una separación mayor de 1 m entre el fondo de la zanja y el nivel freático. El ancho mínimo de la zanja es de 30 cm y para zanjas hasta de 90 cm el área útil de percolación será el mayor valor entre las áreas del fondo y de las paredes laterales, contabilizándolas desde la tubería hacia abajo.

### 1.4.3.1 Cálculo de las longitudes de la tubería.

La tabla 15 representa un criterio para el cálculo de las zanjas de infiltración.

**Tabla 15.** Coeficiente de absorción del terreno (cálculo de zanjas de infiltración)

Índice de infiltración del terreno, tiempo en minutos requerido para que el agua descienda 2.5 cm*	Superficie de absorción necesaria, metros cuadrados de fondo de zanja de absorción por persona servida, para un gasto de 190 L/hat/día*	Longitud aproximada de la tubería, 3 o 4" por persona, para un gasto de 190 L/hab/día y ancho de la zanja de 0.45 m (K <sub>3</sub> )**
2, o menos	2.30 m <sup>2</sup>	5.1 m
3	2.80 –	6.2 –
4	3.25 –	7.2 –
5	3.50 –	7.8 –
10	4.65 –	10.4 –
15	5.35 –	11.9 –
30	7.00 –	15.5 –
45	8.45 –	18.8 –
60	9.30 –	20.7 --
Más de 60	No conveniente	

\* Evacuación de excretas en zonas rurales y en pequeñas comunidades. Wagner y Lanoix. OMS. Ginebra, 1960.

\*\*Para otro ancho de la zanja, el coeficiente K<sub>3</sub> se encuentra dividiendo el valor dado en la segunda columna por el ancho de la zanja en metros.

Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. 1998. p. 376.

En consecuencia, la longitud de la zanja se estima por medio de las siguientes relaciones:

Considerando las paredes laterales

$$Ca = 2 * h_u * Ta$$

$$Lz = \frac{N * d}{Ca} = \frac{Q}{Ca}$$

Considerando el ancho de la zanja

$$Ca = a * Ta$$

$$Lz = \frac{N * d}{Ca} = \frac{Q}{Ca}, \quad 0 \quad Lz = N * K_3, \quad \text{tambien} \quad Lz = \frac{N * d}{a * K_4}$$

Donde:

Ca = capacidad de la zanja, L/m.día

$h_u$  = profundidad útil de la zanja, m

Lz = longitud de la zanja, m

N = número de contribuyentes

d = cantidad de aguas servidas, L/hab/día

a = ancho de la zanja, m

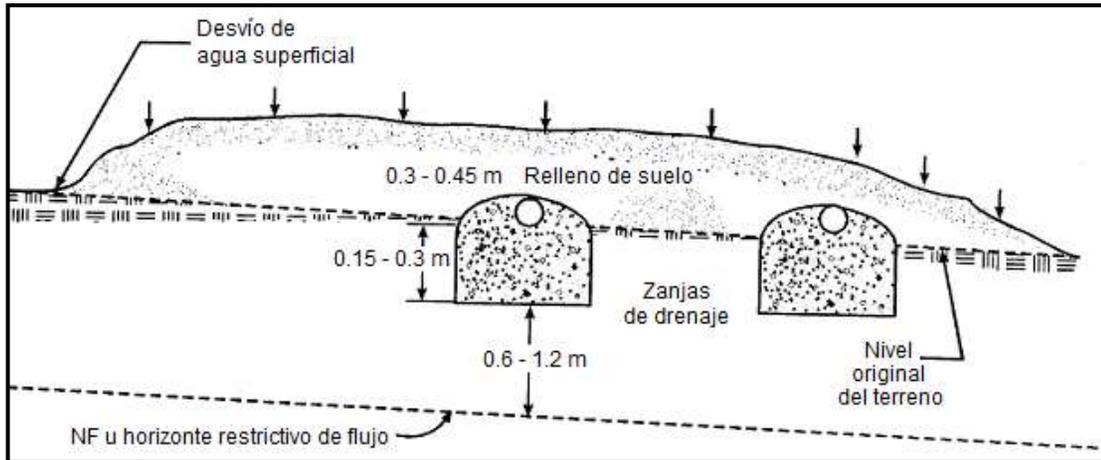
Q = caudal promedio, efluente del tanque séptico, L/día

$K_3$  = coeficiente de absorción del terreno, m/hab. (Tabla 15)

$K_4$  = coeficiente de absorción del terreno, L/hab/día (figura 5)

Cuando el nivel freático o un estrato impermeable esta muy cerca de la superficie del terreno, impidiendo la construcción del sistema de zanja de infiltración, se puede elevar el campo de infiltración mediante la construcción de zanjas pandas, de 15 a 30 cm de profundidad, dentro de un relleno adicional de suelo (figura 10).

**Figura 10.** Zanjas para nivel freático u horizonte restrictivo de flujo alto.



Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 734.

#### 1.4.3.2 Requisitos de Construcción.

- Se debe evitar el sellado u obstrucción de las superficies del fondo y las paredes de las zanjas. Para ello, las zanjas no deben excavarse cuando el suelo se encuentre suficientemente húmedo para compactarse. Si es necesario transitar dentro de las zanjas, deben usarse tablonés para reducir el daño; como es imposible evitar ciertas alteraciones, todas las superficies que se observan compactadas o alteradas se deben raspar cuidadosamente hasta unos 2 cm de profundidad, eliminando el material suelto antes de colocar la grava en la zanja.
- La grava o piedra triturada debe rodear el tubo completamente. El tamaño del material debe ser de 1 a 6 cm; no se recomienda escoria ni materiales finos, porque pueden provocar un taponamiento rápido.
- El espesor mínimo de grava por debajo del tubo es de 15 cm y por encima de 5 cm.
- La parte superior del lecho de grava se protege con papel grueso, sin impermeabilizar, o con una capa de unos 5 cm de heno, paja o material similar. No deben usarse materiales impermeables, pues interfieren la

evapotranspiración superficial. La mitad superior de las juntas abiertas, cuando se usan este sistema, debe protegerse con un elemento apropiado.

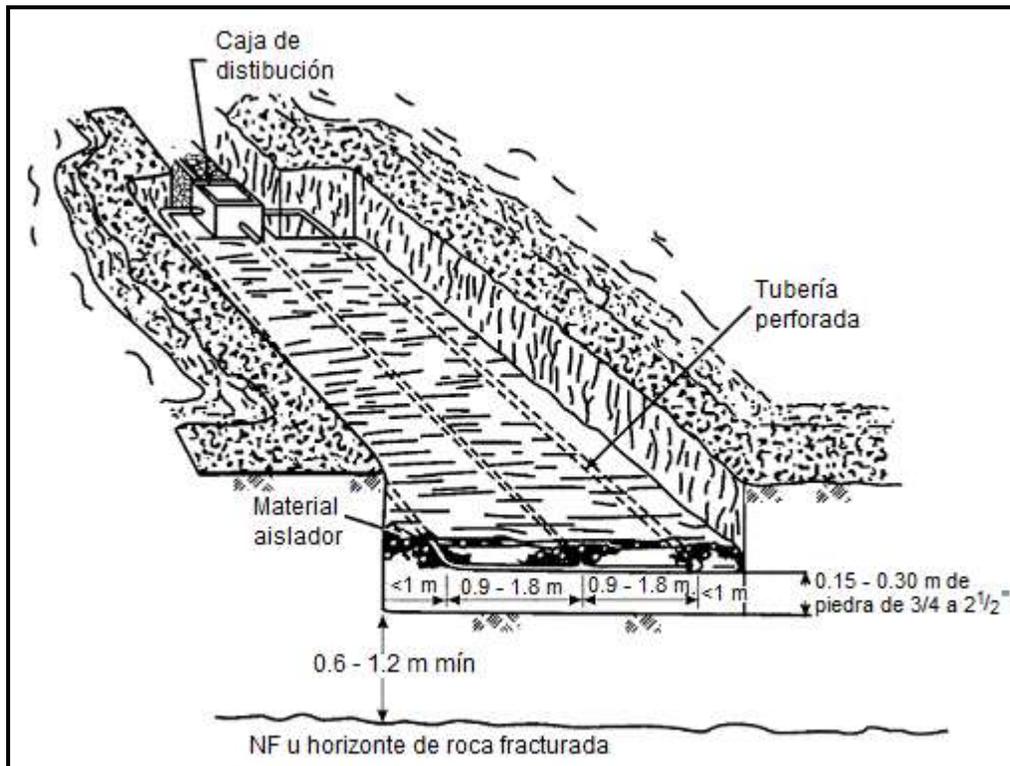
- La corona de la nueva zanja de absorción se debe consolidar a mano. El relleno ha de sobresalir 10 a 15 cm sobre el nivel del suelo para evitar asentamientos que formen depresiones y permitan recolección del agua lluvia, lo cual conduce a una saturación prematura del campo de infiltración y a socavamiento de la zanja.
- No debe permitirse el acceso de vehículos al campo de infiltración, pues pueden aplastar los tubos; por ello, si se usa maquinaria en la construcción, ésta debe retirarse antes de tender los tubos.
- El sistema de drenaje debe iniciarse a una distancia razonable del pozo séptico, unido por un tubo impermeable de 3 m de longitud como mínimo, a fin de asegurar que la humedad no perjudique la resistencia del terreno donde se halla el pozo séptico.

#### **1.4.4 Lechos de Infiltración.**

Los Lechos de infiltración son zanjas de anchos mayores de 90 cm, que pueden contener más de una línea de tuberías de distribución (figura 11). En este caso se considera que la superficie principal de infiltración, para el diseño, es el área del fondo del lecho, el cual se calcula con los valores de la tabla 13.

Los lechos de percolación requieren generalmente menos terreno que las zanjas y su construcción tiene un costo menor. Son aceptables en terrenos planos, con pendiente menor del 10%, de suelos arenosos, de arena margosas o de suelos granulares.

**Figura 11.** Lecho típico de infiltración.



Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 736.

#### 1.4.4.1 Requisitos de Construcción.

- El lecho debe tener una profundidad mínima de 60 cm por debajo del nivel natural del terreno, para permitir un recubrimiento mínimo de tierra de 30 cm.
- El lecho debe tener una profundidad mínima de 30 cm de grava, que se extiende por lo menos 5 cm sobre la tubería de distribución y 15 cm por debajo de la tubería de distribución.
- El fondo del lecho y la tubería perforada de distribución deben colocarse a nivel.

- Las tuberías para distribución del efluente deben separarse una distancia máxima de 1,8 m y colocarse a una distancia de máximo 1 m desde las paredes laterales del lecho.
- Si existe más de un lecho debe dejarse un mínimo de terreno inalterado de 1,8 m entre lechos adyacente.

#### **1.4.5 Montículos.**

El sistema de montículo es un sistema de absorción, elevado sobre la superficie natural del suelo mediante un relleno de material apropiado. El sistema fue desarrollado originalmente en Dakota del Norte, en 1940, para superar problemas de disposición en áreas rurales con suelos de permeabilidad baja y con niveles freáticos altos (figuras 12 ,13 y 14). El propósito es, por tanto, superar restricciones *in situ* de suelos de permeabilidad baja y suelos permeables de poco espesor sobre horizontes de roca fracturada o porosa y suelos permeables con nivel freático alto.

El efluente es bombeado o sifonado al área de absorción a través de una red de distribución localizada en la parte superior del agregado grueso, luego pasa por entre el agregado y se infiltra dentro del material de relleno. El tratamiento del agua residual ocurre a medida que el agua pasa por entre el material de relleno y por entre la zona no saturada de suelo natural. La corona provee protección contra la precipitación y retiene la humedad para una buena cobertura vegetal. La zona superior del suelo sirve como medio de crecimiento de la vegetación.

##### **1.4.5.1 Requisitos de construcción**

- Antes de construir un sistema de montículo en el sitio, are la tierra a una profundidad entre 6 y 8 pulgadas para ayudar al agua a filtrarse mejor por

el suelo natural. Cuando esté lo suficientemente seco, el suelo natural debe labrarse al punto en el que se desmorone y no forme un cordón cuando lo talle entre las palmas de las manos. Si mezcla un poco del material arenoso de relleno en el suelo natural, éste puede ayudar a mover el agua del área de absorción al suelo natural.

- El suelo para un montículo debe estar bien drenado, con pendientes generalmente menores del 12%.
- La profundidad del suelo no saturado, entre la superficie original del terreno y el horizonte saturado o de roca fracturada, debe ser de 0.5 a 0.6 m, la profundidad al horizonte impermeable de 0.9 a 1,5 m y la tasa de percolación menor de 48 min/cm, medida a una profundidad de 30 a 50 cm.
- Para evitar la erosión del suelo, la cuesta del lado del montículo debe estar entre 2:1 y 3:1. Si piensa cortar el césped del sistema de montículo, haga la pendiente de lado de 3:1 para que no haya peligro al cortar el césped.
- Instalar tubos de observación para controlar la infiltración de agua al montículo. Los tubos le permitirán ver si las aguas negras se están estancando en el área de absorción. Procure que la altura del montículo sea lo más baja posible, pero a la vez mantenga las separaciones necesarias entre el agua subterránea y los horizontes de suelos restrictivos. Esto promoverá la evaporación, el uso del agua por la vegetación y la difusión del oxígeno a la superficie de absorción.
- Asegúrese de que el fondo del área de absorción esté nivelado, para evitar que alguna parte del lecho se sobrecargue.
- El montículo debe localizarse con su eje longitudinal paralelo a las curvas de nivel, con el objetivo de minimizar la percolación desde la base del montículo.

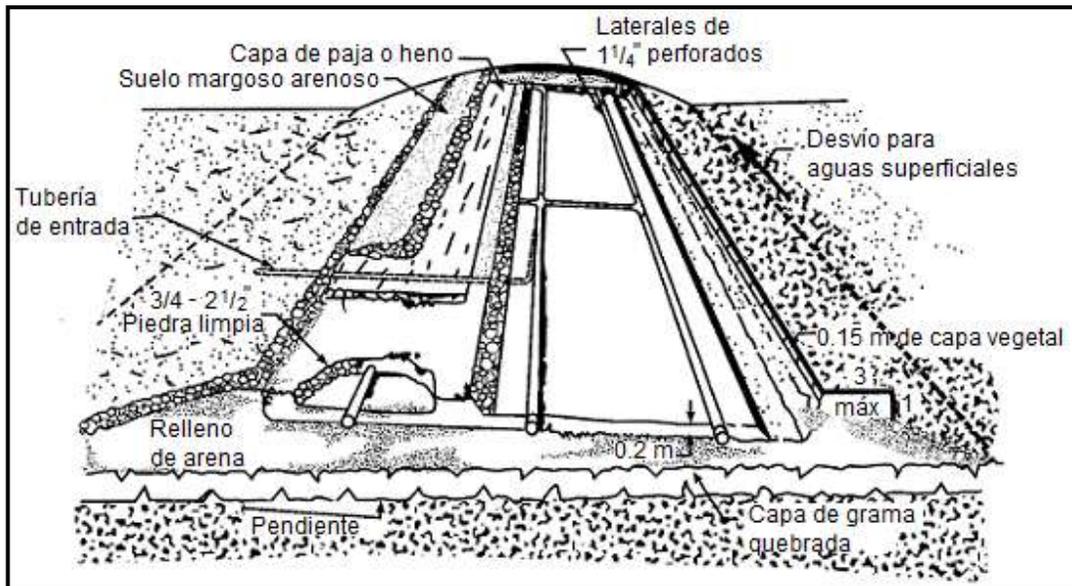
### **1.4.5.2 Constitución del montículo**

Arriba del suelo natural está una capa de arena, la cual consiste en arena gruesa con una mínima cantidad de arena fina (menos del 5%). La siguiente capa es un área de absorción, el cual se puede construir en forma de lecho o de zanja. Los materiales y los métodos de construcción de las zanjas y los lechos para los sistemas de montículo son parecidos a los que se usan en los sistemas convencionales de campo de absorción, los materiales de relleno más usados y su correspondiente tasa de infiltración de diseño se incluyen en la tabla 16.

Cubra las zanjas con una tela geotextil. Encima de eso, ponga una capa de 6 pulgadas de tierra de arena arcillosa para que el oxígeno pueda moverse más fácilmente hacia el área de absorción. Después, se cubre el montículo con una capa arable de tierra. Después de asentarse, debe haber un mínimo de 6 pulgadas de capa arable cubriendo las orillas del área de absorción y 12 pulgadas cubriendo el centro del montículo. La capa arable debe poder sustentar vegetación. Nivele y ajardine el área cuesta arriba del montículo para desviar la escorrentía pluvial alrededor del montículo y evitar que el agua de lluvia se estanque detrás del montículo.

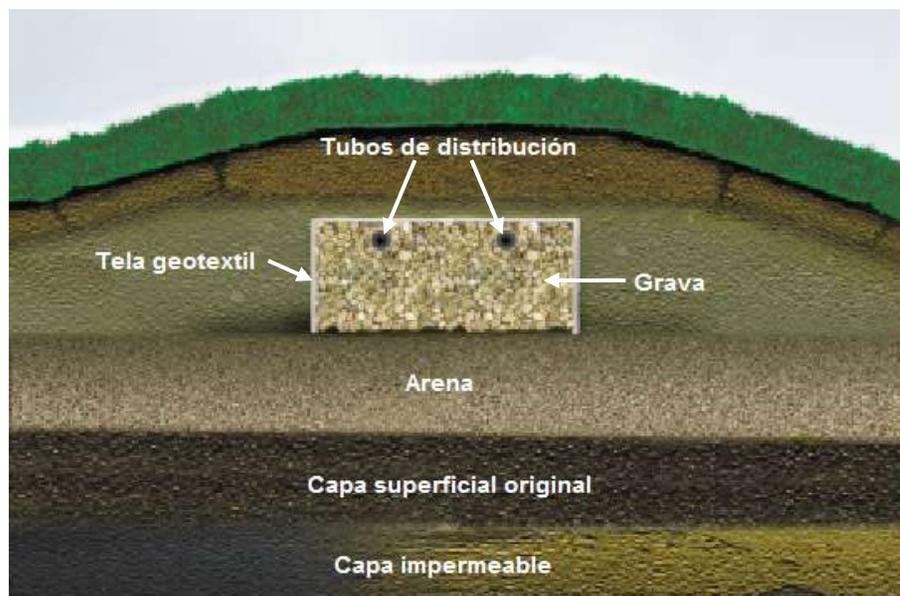
Después de terminar de nivelar por última vez, siembre y ponga un mantillo orgánico en todo el montículo. Para evitar que las raíces se metan al sistema de distribución, no plante vegetación leñosa con raíces profundas sobre el montículo.

**Figura 12.** Esquema de un sistema de montículo.



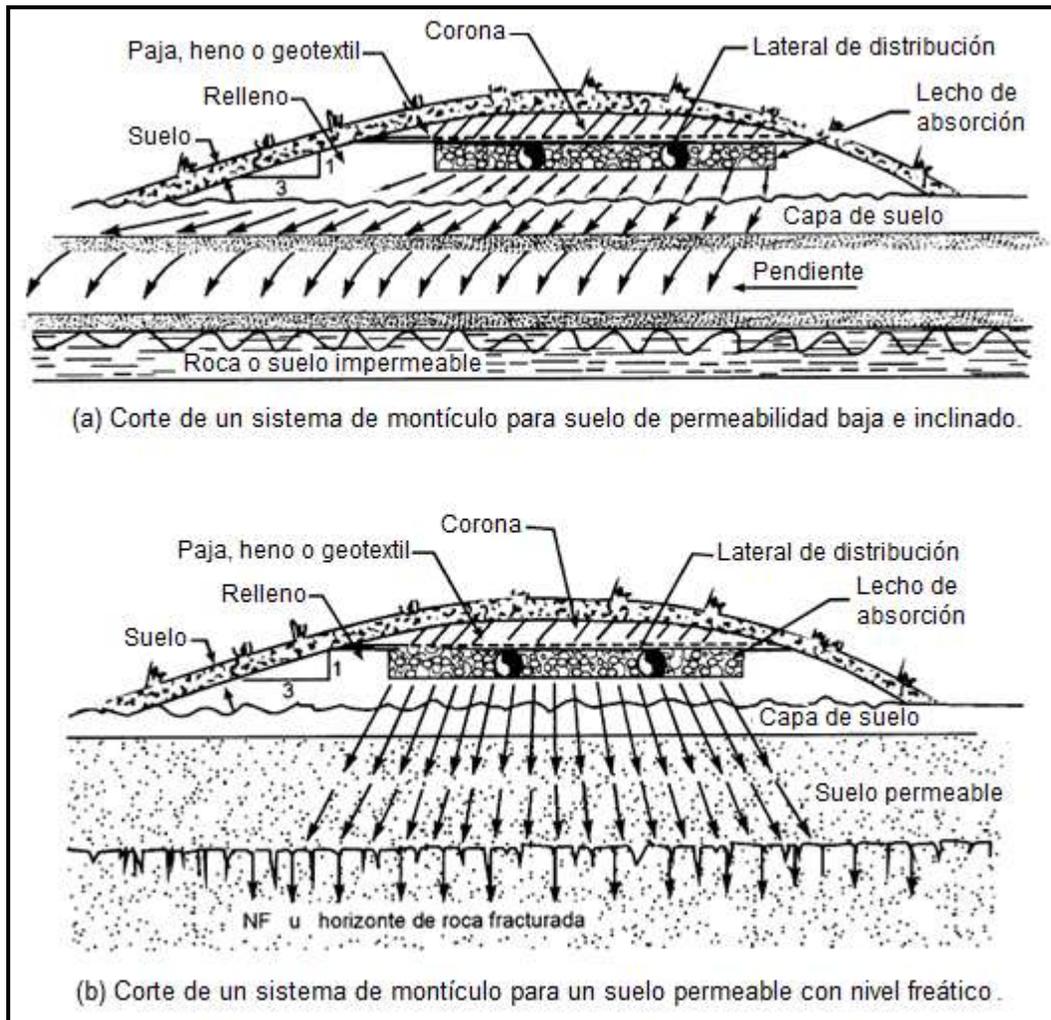
Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición, enero de 2000. p. 749.

**Figura 13.** Un sistema de montículo se construye encima de la superficie natural del suelo.



Fuente: EXTENSIÓN, Cooperativa de Texas: Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras [en línea]. <  
[http://agrillifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf\\_1231.pdf?CFID=1284150&CFTOKEN=404a5ff4545cc737-34B86D40-7E93-35CB-B0A1ED3B6728C0E&jsessionid=8e30e2bace726a6e2b34](http://agrillifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf_1231.pdf?CFID=1284150&CFTOKEN=404a5ff4545cc737-34B86D40-7E93-35CB-B0A1ED3B6728C0E&jsessionid=8e30e2bace726a6e2b34)>  
 [citado el 23 de noviembre de 2007]

**Figura 14. Sistemas típicos de montículo.**



Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición, enero de 2000. p. 748.

**Tabla 16.** Tasas de infiltración para materiales comunes de relleno

Material de relleno	características		tasa de infiltración L/m2d
Arena media	0.25 – 2 mm 0.05 – 25 mm 0.002 – 0.05 mm	>25% < 30 - 35% < 5 – 10%	49
Marga arenosa	Contenido de arcilla	5 – 15%	24
Mezcla de arena y marga arenosa	Arena Material de grano mas fino	88 – 93% 7 – 12%	49

Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición, enero de 2000. p. 748.

### 1.5 POZO DE INFILTRACIÓN.

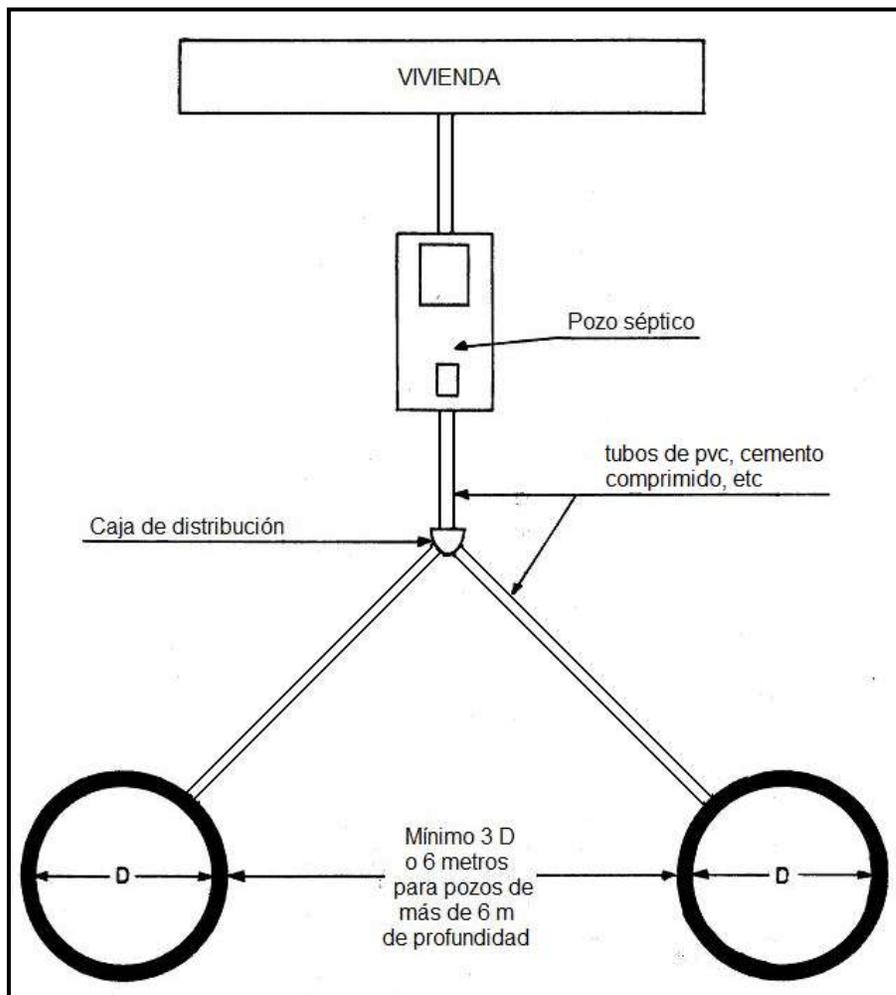
Los pozos de infiltración son excavaciones profundas usadas para disposición subsuperficial de aguas residuales pretratadas. El agua residual entra en el pozo y se infiltra a través de las paredes laterales. Su uso se recomienda como alternativa cuando la disponibilidad de terreno es muy limitada y no existe suficiente área para un campo de infiltración, o donde el suelo permeable es muy profundo.

Para protección del agua subterránea se aconseja dejar una separación entre el fondo del pozo y el nivel freático de 1,2 m como mínimo. Para diseño del pozo de infiltración se utilizan los resultados del ensayo de percolación y los mismos valores de tasa de aplicación que para zanjas de absorción.

Como en los pozos de percolación la superficie de infiltración dominante es la pared lateral, la profundidad y los diámetros del pozo se calculan para el área lateral del pozo y para el caudal de aguas residuales afluente. No se considera el fondo de la excavación porque se colmata rápidamente.

Cuando se usa más de un pozo de percolación, los pozos deben estar separados una distancia entre sí equivalente a tres diámetros del pozo de mayor diámetro, y para pozos de más de 6 m de profundidad, la distancia mínima entre pozos debe ser de 6 m. la figura 15 ilustra el sistema.

**Figura 15.** Esquema de infiltración de aguas residuales a través de dos pozos de infiltración.



Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. p. 369.

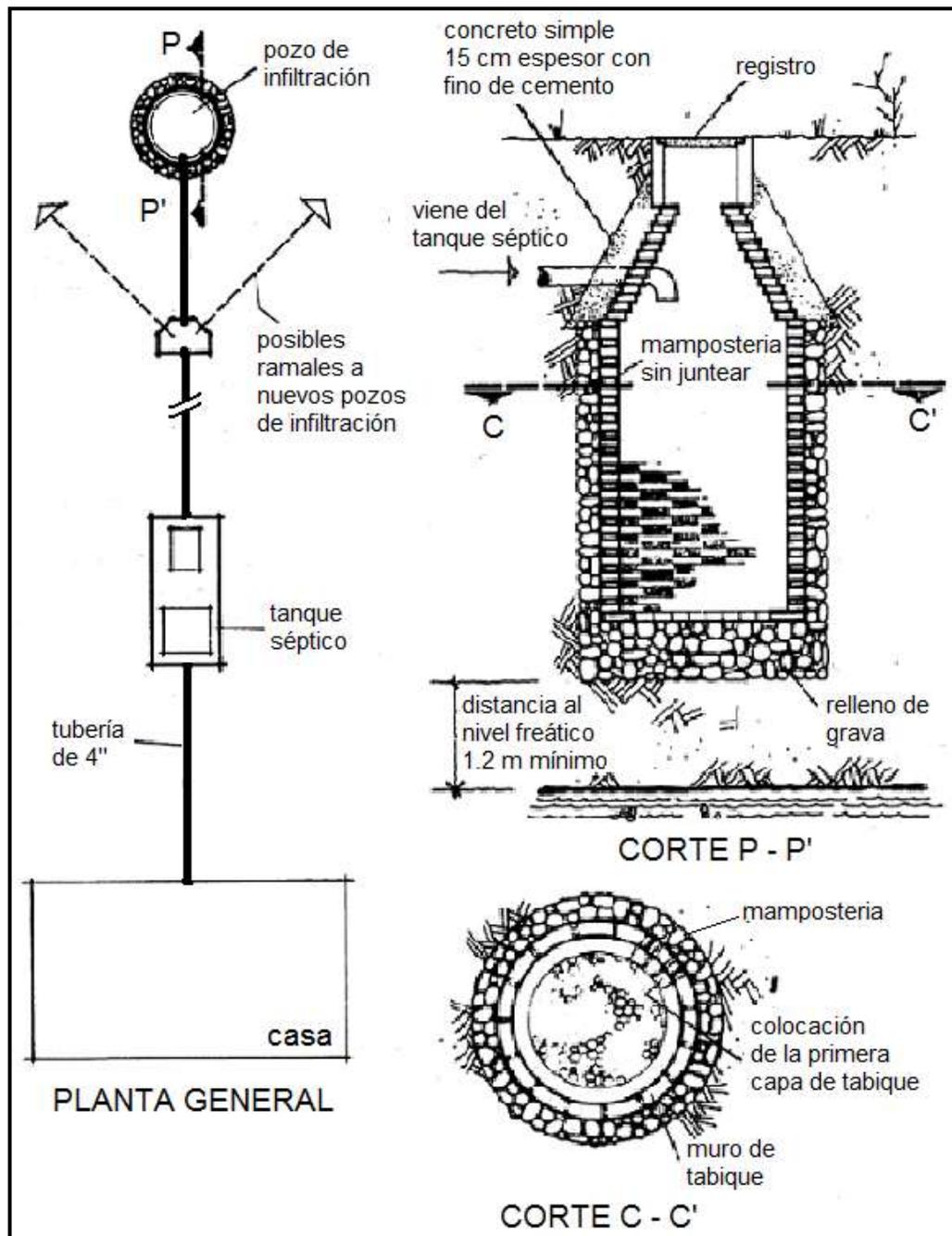
Para determinar la profundidad del pozo debe hacerse el ensayo de infiltración a diferentes profundidades, y generalmente el término medio del coeficiente obtenido sirve para determinar las características absorbentes del terreno. Si parte del terreno es impermeable, debe restarse la superficie correspondiente.

Los pozos de infiltración, en general, son circulares y se pueden construir de dos maneras: con paredes y sin paredes.

#### **1.5.1 Pozo de infiltración con paredes.**

Consiste en un hueco de forma circular, de no mayor de 1.8 m de diámetro interior y con paredes en ladrillos, bloques, anillos o material prefabricado colocado a junta abierta, para permitir que el agua proveniente del tanque séptico se infiltre en la tierra a través de las paredes (figura 16).

**Figura 16.** Pozo de infiltración con paredes de mampostería a junta abierta.



DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaria de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión, 2000. p. F 16.

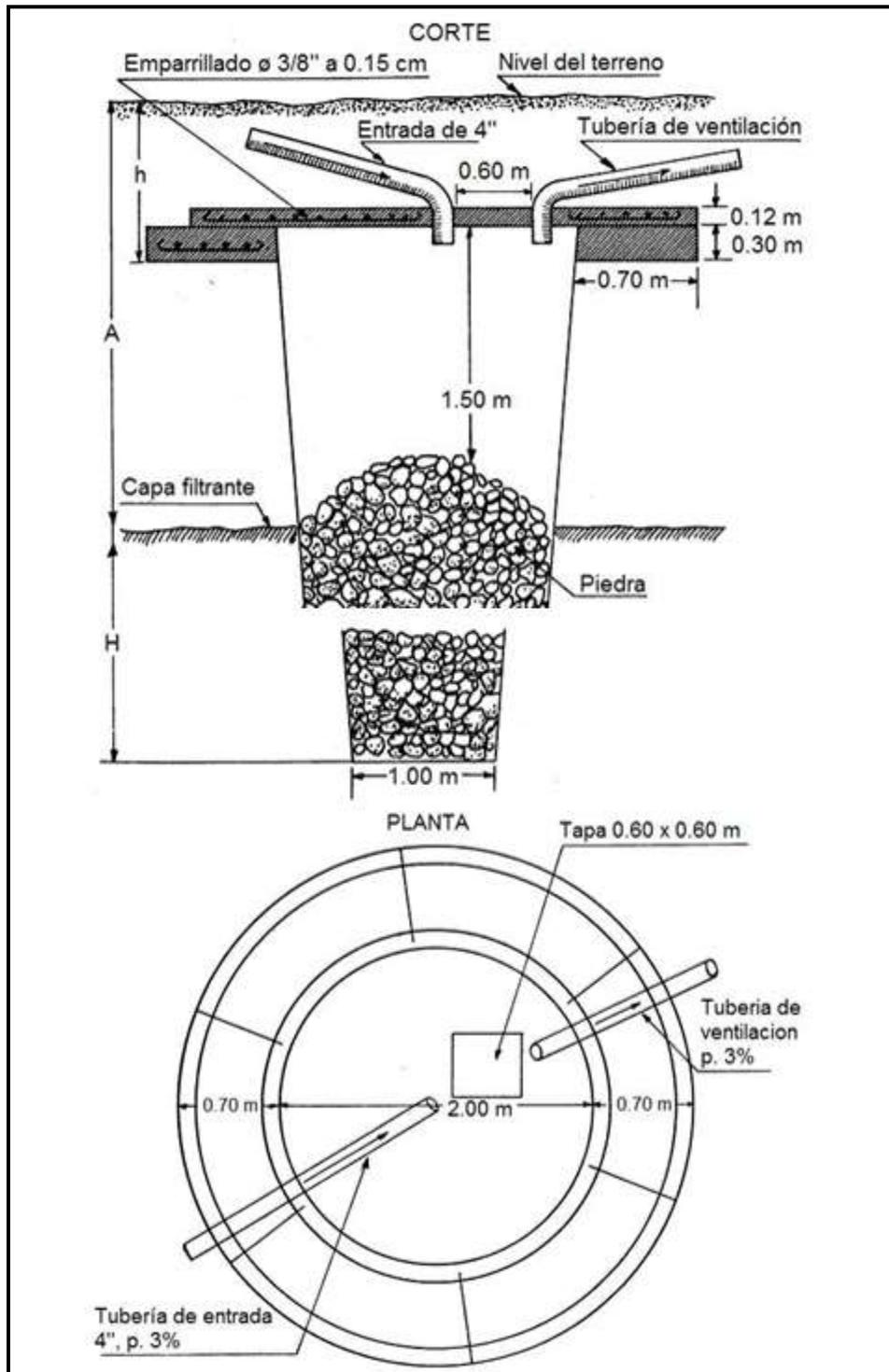
### **1.5.1.1 Requisitos de construcción**

- La excavación debe hacerse con el suelo seco; sobre el fondo se debe colocar un lecho de grava limpia de mínimo 30 cm, para proveer fundación al revestimiento.
- El revestimiento de las paredes laterales del pozo se hace con mampostería seca, colocada con cuidado, sin intentar dejar conscientemente aberturas o boquetes entre las juntas.
- Los materiales preferidos son bloque de ladrillo o de concreto, formando una pared de unos 10 cm de espesor.
- El diámetro exterior de las paredes de recubrimiento debe ser, por lo menos, 15 cm menor que el diámetro mínimo de la excavación y el espacio anular sobrante se debe rellenar con grava o piedra limpia hasta el nivel superior del pozo.
- La tapa o cobertura del pozo puede ser de concreto o de ladrillo, soportada sobre el terreno natural en una longitud que sobrepase, por lo menos, en 15 cm el borde de la excavación.

### **1.5.2 Pozo de infiltración sin paredes**

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2.0 a 2.5 m de diámetro, con una profundidad que normalmente varía de 6 a 12 m, al cual se vacían las aguas residuales sedimentadas provenientes del tanque séptico, las cuales se infiltran en el terreno (figura 17).

Figura 17. Pozo de infiltración sin paredes



Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión.1998. p. 361.

### 1.5.2.1 Requisitos de construcción

- La excavación debe hacerse con el suelo seco.
- El pozo se excava de forma cónica y se rellena hasta  $\frac{3}{4}$  de su alto con piedra bolón (piedra de cerro de regular tamaño), de 0,20 m de diámetro como mínimo que sirve de entibación y para distribuir el líquido en el subsuelo (El tratamiento en la superficie de las piedras es mínimo, debido a la escasa aireación).
- El pozo debe tener una cubierta o loza de hormigón armado descansando sobre un brocal o anillo de hormigón.
- A la cubierta se le deja una tapa de inspección de 0.60 x 0.60 m y se conecta a una cañería de ventilación de 4" para la eliminación de gases que debe sobrepasar el nivel de la techumbre del inmueble y estar protegida con malla de alambre fino que impida el acceso de moscas, cucarachas, mosquitos y otros insectos.

### 1.5.2.2 Cálculo de un pozo de infiltración

Conocida la tasa de percolación (tabla 13), la profundidad del pozo se calcula de la siguiente manera:

$$S = \frac{N * d}{T_a}$$

$$H = \frac{S}{\pi * D}$$

S = Superficie lateral del pozo, m<sup>2</sup>

H = Profundidad efectiva del pozo, m

N = Número de personas servidas

d = cantidad de aguas residuales por contribuyente, L/hab/día

T<sub>a</sub> = Tasa de aplicación, L / m<sup>2</sup> d (tabla 13)

D = Diámetro del pozo, m

Utilizando los siguientes criterios obtenemos también la profundidad del pozo. La tabla 17 reproduce los coeficientes de absorción del terreno para un gasto de 190 L/hab/día.

**Tabla 17 \***. Coeficiente de absorción del terreno  
(Calculo de pozo absorbente para un gasto de 190L/hab/día)

Tiempo en minutos para que el nivel del agua baje 2.5 cm (prueba de infiltración)	Superficie de infiltración requerida por persona y día en m <sup>2</sup> (K <sub>1</sub> )
1	0.88
2	1.08
5	1.44
10	2.25
30	4.50
más de 30	terreno inadecuado

\*Reglamento general de alcantarillados particulares, Chile.

Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. 1998. p. 363.

NOTA: si el consumo de agua es distinto al indicado, las cifras varían proporcionalmente.

$$H = \frac{K_1 * N}{\pi * D} \quad ; \quad H = \frac{N * d}{K_2 * \pi * D}$$

K<sub>1</sub> = Coeficiente de absorción, m<sup>2</sup>/hab/día (tab17)

K<sub>2</sub> = Coeficiente de absorción, L/m<sup>2</sup>/día (figura 5)

### 1.5.3 Mantenimiento

Es importante destacar que la duración de un pozo de infiltración es muy prolongada y puede servir fácilmente durante seis, ocho o diez años en operación continua, siempre que el tanque séptico opere en perfectas condiciones y por consiguiente entraña limpiezas periódicas (máximo cada

dos años) aunque la instalación domiciliaria no acose fallas en su funcionamiento.

Cualquiera que sea la causa por la cual el pozo de infiltración se llene, no hay posibilidad práctica económica de efectuar una limpieza, y por consiguiente, se debe recurrir a la construcción de otra unidad. Sin embargo, es frecuente que se presenten situaciones que requieran una atención de urgencia. Para estos casos se aconsejan dos soluciones, ya sea que se trate de un periodo corto de funcionamiento o para un tiempo mas prolongado.

El vaciamiento de unos 45 a 60 litros de ácido sulfúrico comercial al pozo de infiltración colmatado disuelve las grasas adheridas a las paredes del pozo y permite que siga absorbiendo líquido por un tiempo relativamente corto, que varia desde varias semanas a algunos meses. La segunda solución, y que tal vez puede ser satisfactoria para operar un periodo razonable, consiste en agregar al pozo una serie de drenes radiales que infiltra el exceso de liquido que no evacua esa unidad absorbente, la que prácticamente pasa a ser una segunda cámara de sedimentación.

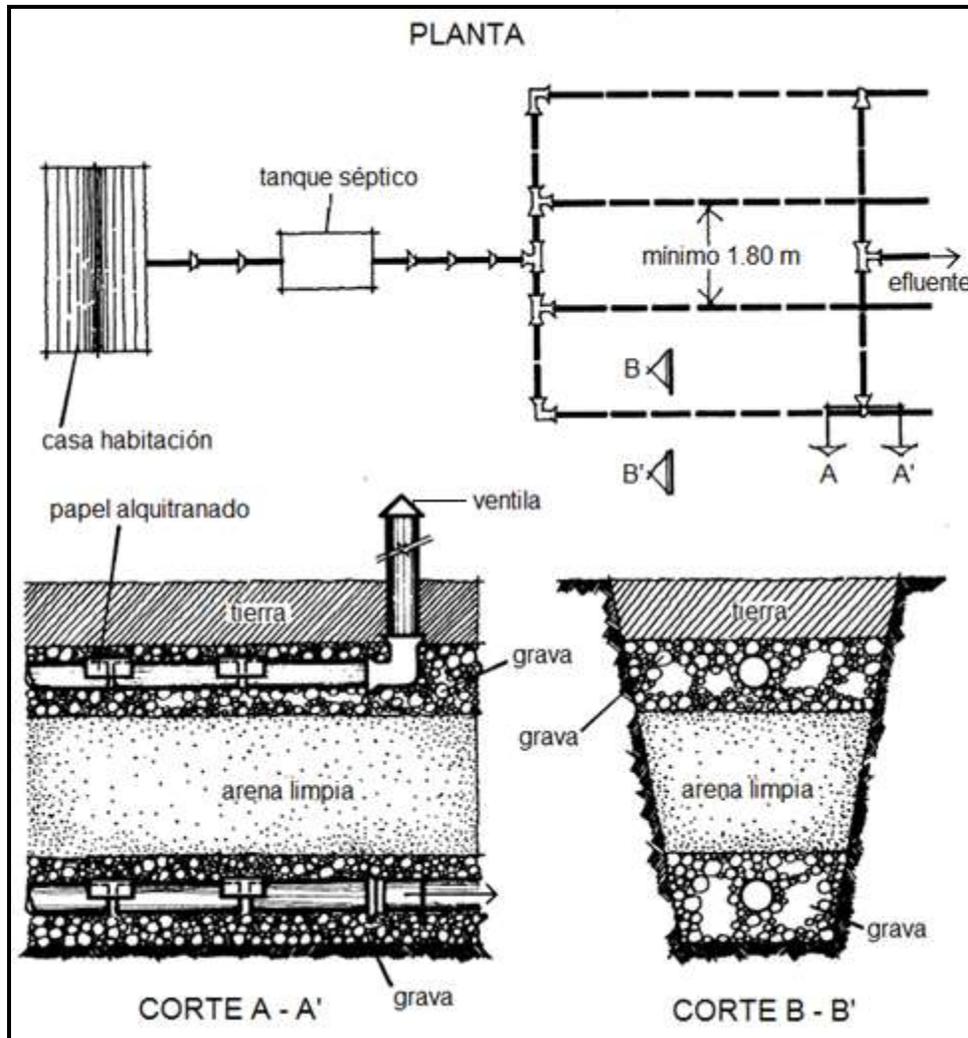
## **1.6 ZANJAS FILTRANTES**

En suelo relativamente impermeable, en el cual no deben construirse sistemas de drenaje o pozos absorbentes para una operación satisfactoria, es posible tratar el efluente del tanque séptico por medio de zanjas filtrantes de arena (figuras 18 y 19).

La zanja filtrante es similar a la zanja de infiltración o absorción, siendo mas profunda y más ancha con una capa intermedia de arena como material filtrante. El líquido filtrado no se absorbe sino en mínima proporción, pero se evacua por un sistema inferior de tubos porosos o perforados. Con este

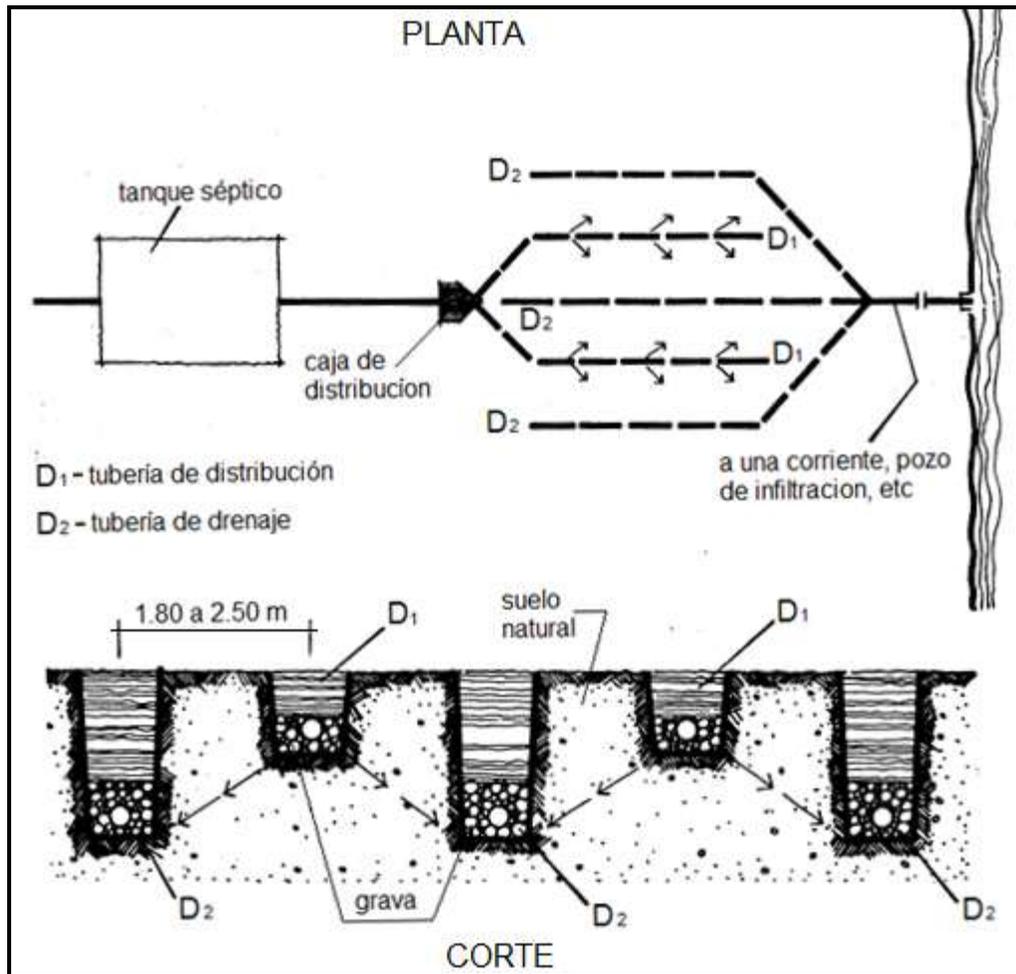
sistema se logra un grado importante de depuración y el efluente se puede descargar sin tratamiento posterior en acequias, arroyos o lechos secos de ríos siempre que el agua del curso no se use posteriormente para bebida.

**Figura 18.** Zanja filtrante.



Fuente: DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaria de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión, 2000. p. F 13 a.

**Figura 19.** Zanja filtrante para terreno más poroso que el anterior.



Fuente: DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaría de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión 2000. p. F 13 b.

### 1.6.1 Requisitos de Construcción

La tubería usada es similar a la del sistema de infiltración, con la misma pendiente para los tubos superiores, y en cambio, puede aumentar hasta 1% para la inferior

La arena de filtración debe ser gruesa y limpia, que pase por un tamiz de 4 mallas por pulgada. De preferencia debe tener un tamaño efectivo de 0.4 a

0.6 mm, con un coeficiente de uniformidad no mayor de 4, aunque se puede aceptar arena más fina, tamaño efectivo de 0.25 mm. El lecho de arena no debe tener menos de 0.60 m, y preferiblemente 0.75m.

Los drenes superiores e inferiores deben encontrarse rodeados por grava o piedra triturada. Este material ha de pasar por un tamiz de 2½" y ser retenida por tamiz de ¾". Se ha usado material más fino: hasta ¼". La velocidad de carga para las zanjas filtrantes de arena se calcula en unos 39 L/día/m<sup>2</sup> de superficie filtrante

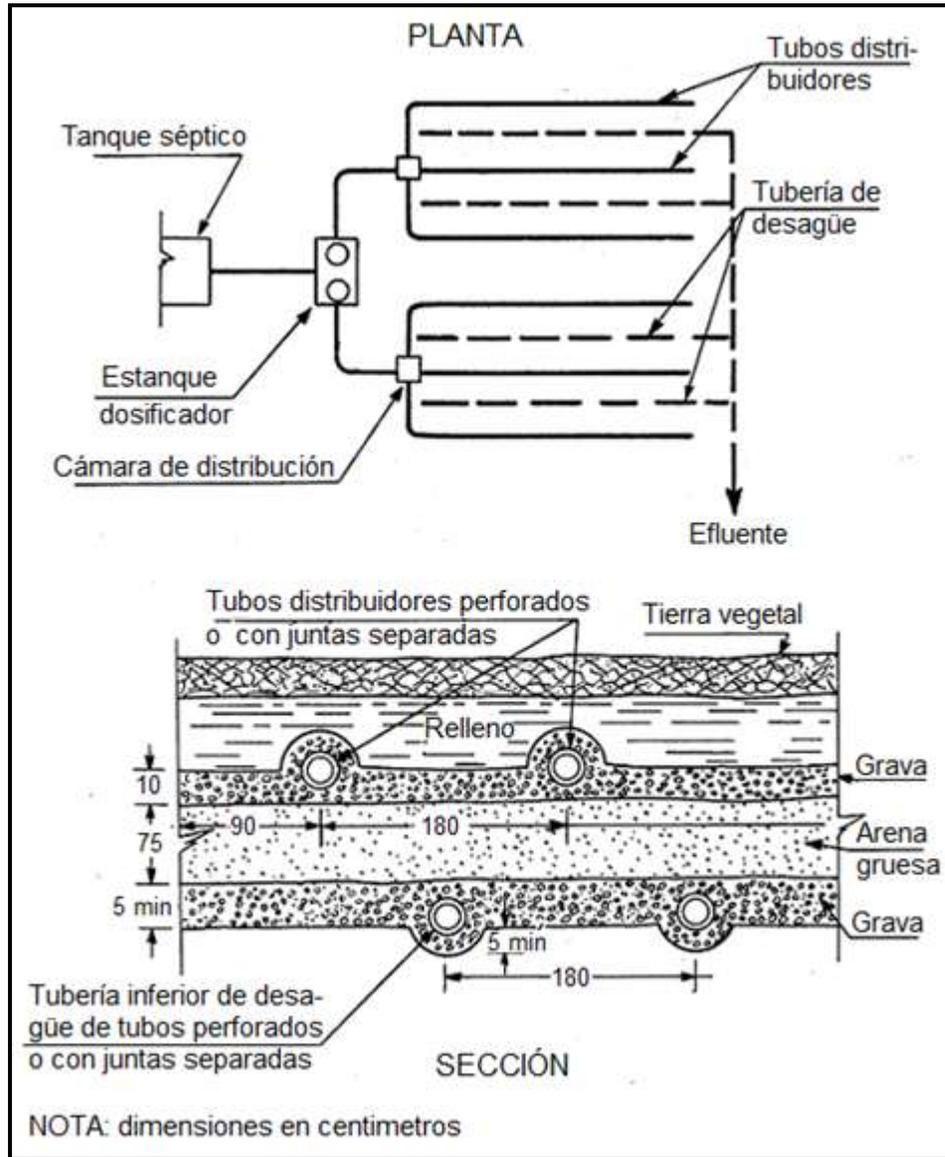
### **1.7 FILTROS DE ARENA ENTERRADOS**

Cuando la naturaleza del terreno (permeabilidad excesiva o impermeabilidad), imposibilita la aplicación de los sistemas naturales de infiltración subsuperficial, puede recurrirse a la sustitución del suelo natural por uno artificial (arena) de permeabilidad controlada.

Estos filtros de arena enterrados son similares en fundamentos y construcción a las zanjas filtrantes de arena, con las diferencias de que éstas son más pequeñas y el material se tiende en la zanja, manteniendo entre ellas un camellón de tierra natural; en cambio, en el sistema de filtros enterrados, toda la zona se rellena artificialmente.

El agua residual pretratada (procedente del tanque séptico), descarga en una caja de distribución, que permite la alimentación de los diferentes drenes de reparto de las aguas a tratar. La figura 20 presenta un filtro de arena enterrado. Tanto la superficie filtrante requerida como el espesor y el tipo de arena son similares a los especificados para las zanjas filtrantes.

**Figura 20.** Filtro de arena enterrado.



Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. 1998. p. 376.

### 1.8 FILTRO INTERMITENTE DE ARENA.

La filtración intermitente sobre arena puede definirse como la aplicación intermitente de aguas residuales a un lecho de material granular, el cual es drenado para recoger y descargar el efluente final. El filtro intermitente de arena constituye uno de los sistemas de tratamiento de aguas residuales

más antiguo, usado muy frecuentemente para producir efluentes de buena calidad en el tratamiento de las aguas residuales de un número pequeño de viviendas.

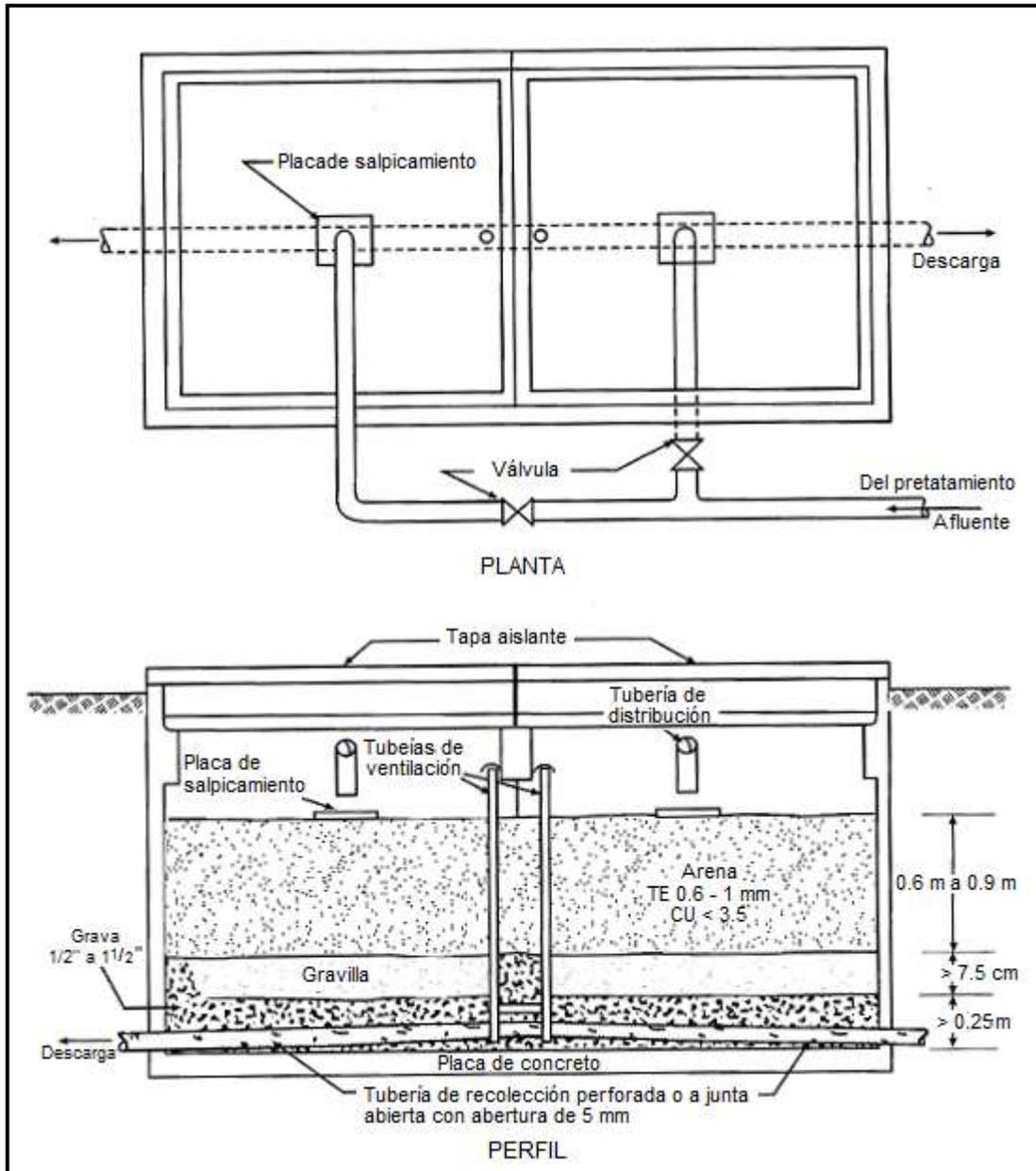
El filtro intermitente de arena típico es una caja forrada de hormigón o de cloruro de polivinilo (PVC) que contienen lechos de material granular, de 60 a 90 cm de profundidad, soportados por un lecho de grava y una tubería de recolección. El agua se aplica sobre el lecho mediante tubos o canaletas y se distribuye uniformemente sobre todo, anegando la superficie del mismo (figura 21). El filtro depura el agua de tres formas.

- ✓ La filtración. En este método, las partículas se separan físicamente de las aguas residuales que entran por medio de la filtración.
- ✓ La absorción química. En la absorción química, los contaminantes se pegan a la superficie de la arena y al crecimiento biológico en la superficie de la arena.
- ✓ La asimilación. En este método, los microbios aeróbicos consumen los nutrientes de las aguas negras. El éxito en el tratamiento de las aguas negras depende de estos microbios. Tiene que haber aire para que estos microbios vivan.

Para evitar taponamiento del filtro, el agua aplicada debe sedimentarse de manera previa, por lo menos en un tanque séptico. El medio filtrante recomendado, generalmente, es arena de un tamaño efectivo de 0.25 a 1.5 mm y un coeficiente de uniformidad menor de 4.0. Un medio granular muy grueso disminuye el tiempo de retención en el filtro y puede hacer inadecuada la descomposición biológica; un medio muy fino limita la carga hidráulica y conduce a un taponamiento eventual prematuro. El medio filtrante más usado es arena, pero también se han utilizado antracita, granate, ilmenita, carbón activado y desechos minerales. En todos los casos

el medio debe ser durable, limpio e insoluble en agua, el contenido orgánico inferior al 1% y la solubilidad en ácido menor del 3%.

**Figura 21.** Filtro intermitente de arena.



Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición, enero de 2000. p. 747.

La carga hidráulica normalmente recomendada es de 0.03 a 0.6 m/d y, por lo general, la literatura no incluye recomendaciones sobre carga orgánica. La profundidad de la arena oscila entre 60 y 100 cm. El uso de una profundidad baja de arena disminuye el costo de construcción, aunque el uso de filtros más profundos permite remover medio filtrante, para limpieza, sin necesidad de reemplazarlo inmediatamente.

La dosificación es un factor muy importante para lograr un buen efluente, debe ser uniforme a través de toda la sección transversal del filtro y proveer un periodo de reposo entre aplicaciones lo suficientemente largo para obtener condiciones aerobias y acción biológica adecuada. En filtros pequeños, el agua residual se aplica en dosis suficientes para inundar por completo la superficie del filtro con mínimo 8 cm de agua. Generalmente se usa una frecuencia de dosificación de una vez al día, pero con medio de tamaño efectivo  $> 0.45$  mm, la eficiencia en remoción de DBO aumenta cuando la frecuencia es  $> 2$  veces /día.

Los filtros intermitentes de arena, para aguas residuales domésticas, proveen efluentes con DBO  $< 10$  mg/L y SS  $< 15$  mg/L, generalmente nitrificados cuando el filtro permanece aerobio. La remoción de fósforo es función de la capacidad de intercambio de la arena, pero generalmente es baja una vez que el filtro ha madurado. En la tabla 18 se incluyen algunos resultados de operación de filtros intermitentes de arena.

**Tabla 18.** Resultados de operación de filtros intermitentes de arena, con efluentes de tanques sépticos.

Características del filtro				Características del efluente			
TE mm	CU	CH m/d	Profundidad cm	DBO mg/L	SS mg/L	NH <sub>3</sub> -N mg/L	NO <sub>3</sub> -N mg/L
0.24	3.9	0.04	75	2.0	4.4	0.3	25
0.30	4.1	0.04	75	4.7	3.9	3.8	23
0.60	2.7	0.04	75	3.8	4.3	3.7	27
1.0	2.1	0.04	75	4.3	4.9	3.7	24
2.5	1.2	0.04	75	8.9	12.9	6.7	18
0.17	11	0.008	100	1.8	11.0	1.0	32
0.23-0.36	2.6-6.1	0.047	60	4	12	0.7	17

TE=tamaño efectivo; CU=coeficiente de uniformidad; CH=carga hidráulica

Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 743.

### 1.8.1 Criterios de diseño

En la tabla 19 se muestran los criterios de diseño para filtros intermitentes de arena, los cuales se construyen sobre el terreno o dentro de él, pueden ser cubiertos para protegerlos de la intemperie, en climas severos, o para prevenir olores e impedir albergue de plantas o animales.

**Tabla 19.** Criterios de diseño para filtros de arena intermitentes

<b>Característica</b>	<b>Criterio</b>
Pretratamiento	Tanque séptico o equivalente
Carga hidráulica	0.08 – 0.20 m/d
Medio	Material granular lavado
Contenido orgánico	< 1%
Tamaño efectivo	0.35 – 1.0 mm
Coefficiente de uniformidad	< 4.0
Profundidad	60 – 90 cm
Drenaje	$\varnothing \geq 4"$
Material	Tubería perforada o a junta abierta
Pendiente	0.5 – 1%
Cama	Piedra triturada de ¼ a 1,5"
Ventilación	Extremo agua arriba
Distribución	Canaletas superficiales, aspersores
Dosificación	Anegamiento hasta 5 cm > 2 veces/d

Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición, enero de 2000. p. 743.

### **1.8.2 Operación y mantenimiento**

Para realizar el mantenimiento es necesario: 1) suspender la operación por un tiempo, 2) realizar el rastrillado de la superficie para remover la costra que se forma y actúa como inhibidora del proceso y 3) reemplazar la capa superior con material limpio. En el momento en que el nivel de encharcamiento por encima de la superficie exceda 30 cm, debe pararse la aplicación de agua residual. Para filtros que reciben efluentes de tanques

sépticos, se recomienda rastrillar o cambiar la capa superior en intervalos de 30 y 150 días, para tamaños efectivos de 0.2 mm y 0.6 mm, respectivamente.

### 1.8.3 Tanque dosificador y sifón

Están diseñados para lograr la distribución más uniforme posible de las aguas residuales sobre la superficie del filtro y lograr que el vertido sea intermitente.

De esta forma se logran alternar ciclos húmedos con ciclos de aeración para la supervivencia del manto biológico que realiza el tratamiento.

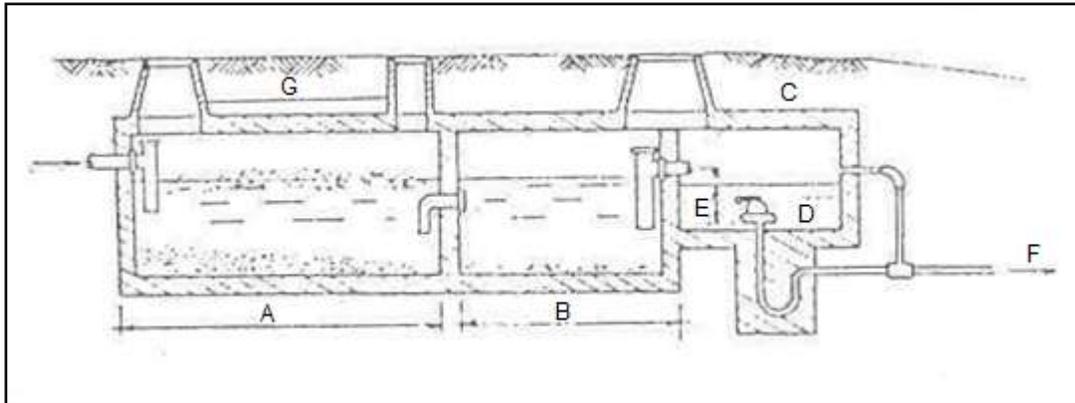
La capacidad del tanque debe ser  $1/2 - 2/3$  del volumen de las tuberías y el periodo de retención de 2 o 3 horas, antes de descargarlo en el terreno de evacuación (figuras 22 y 23). El ancho será el mismo que el del tanque séptico. La selección del sifón dosador será de acuerdo a los siguientes diámetros.

**Tabla 20.** Diámetro del sifón

No. de personas	Diámetro del sifón
5 – 15	3"
16 – 40	4"
41 - 100	5"
101 - 200	6"
201 - 1000	8"

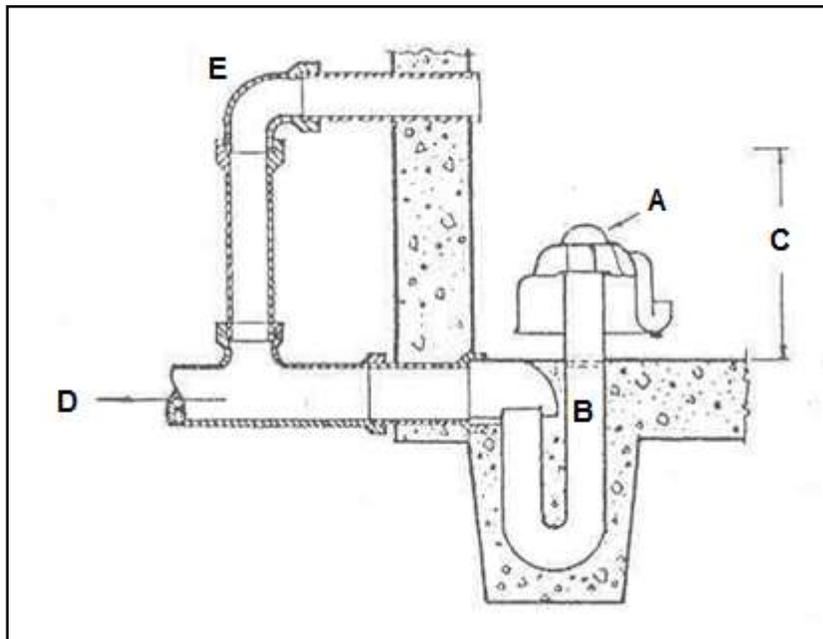
Fuente: NORMA TECNICA I.S.020. TANQUES SÉPTICOS [en línea] < [http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento\\_nacional\\_de\\_edificaciones/IS.020.pdf](http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento_nacional_de_edificaciones/IS.020.pdf) > [citado el 16 de octubre de 2007]

**Figura 22.** Tanque séptico con tanque dosificador.



- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| A – Compartimiento de entrada | E – Altura de lámina de agua                           |
| B – Compartimiento de salida  | F – Tubería de descarga                                |
| C – Cámara de dosificación    | G – Entrada al tanque (levantado al nivel del terreno) |
| D – Sifón de dosificación     |  |

**Figura 23.** Tipo de un sifón dosificador



- ✓ Fuente (fig. 22 y 23): NORMA TECNICA I.S.020. TANQUES SÉPTICOS [en línea] < [http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento\\_nacional\\_de\\_edificaciones/IS.020.pdf](http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento_nacional_de_edificaciones/IS.020.pdf) > [citado el 16 de octubre de 2007]

- A – Sifón
- B – Diámetro del sifón
- C - Altura máxima de agua en la cámara de dosificación
- D – Descarga al filtro intermitente de arena
- E – Tubería de demasías

### **1.9 TANQUE SÉPTICO – FILTRO ANAEROBIO.**

Considerando que el efluente del tanque séptico no posee las calidades fisicoquímicas y organolépticas adecuadas para ser descargado en una fuente superficial, una de las alternativas para dar un tratamiento complementario al efluente es la del filtro anaerobio, que funciona como un digestor - percolador de medio fijo en una cámara anaeróbica.

El filtro anaerobio se coloca después del tanque séptico y consiste en un tanque de concreto o ladrillo, alimentado por el fondo, a través de una cámara difusora. El efluente entra a través de ésta y sube por entre los intersticios dejados por el agregado, formando una película biológicamente activa, la cual degrada anaeróbicamente una parte importante de la materia orgánica. Con este sistema, la eficiencia en remoción de DBO es altamente dependiente de la temperatura, pero en general podría ser del orden de 70%.

### 1.9.1 Filtro de grava

Se recomienda para el dimensionamiento utilizar la siguiente metodología:

#### 1.9.1.1 Volumen útil del medio filtrante

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño que garantice el correcto funcionamiento del sistema teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Atascamiento.
- Área específica.
- Tiempo de contacto.
- Granulometría.

$$V_f = 1.60 \times N \times C \times T$$

$V_f$  = Volumen útil del medio filtrante,  $m^3$

$N$  = Nitrógeno en el efluente,  $mg/l$

$C$  = Contribución de aguas residuales por contribuyente,  $L/día/hab$

$T$  = Temperatura del agua residual,  $°C$

#### 1.9.1.2 Área horizontal

$$A_h = \frac{V_f}{1.80}$$

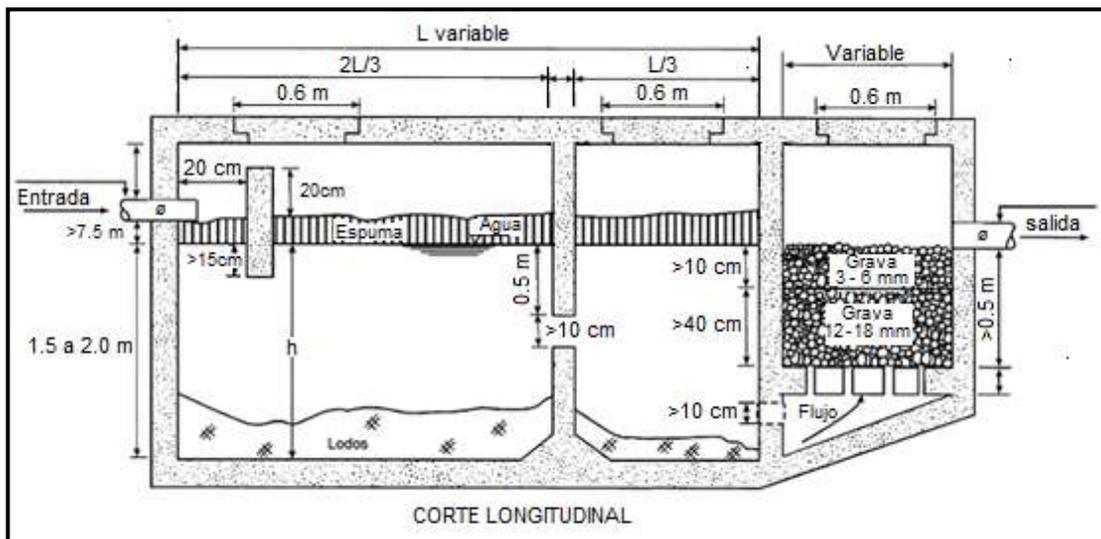
#### 1.9.1.3 detalles constructivos

Se recomiendan los siguientes detalles constructivos: El medio filtrante debe tener una granulometría uniforme; la profundidad (h) útil es 1.80 m para cualquier volumen de dimensionamiento; el diámetro (d) mínimo se

recomienda de 0.95 m; el diámetro máximo y el largo ( $L$ ) no deben exceder tres veces la profundidad útil y el volumen útil mínimo será 1,250 L. (RAS 2000)

Otro criterio de diseño, que se acomoda a tanques sépticos de volúmenes pequeños es el siguiente, para el dimensionamiento del filtro anaerobio se usa generalmente un volumen unitario de  $0.05 \text{ m}^3$  por habitantes servido, un lecho filtrante de 40 cm de gravas pequeñas de 12 a 18 mm en el fondo y una capa superior de 10 cm de espesor, de arena gruesa y gravas finas de 3 a 6 mm (figura 24). Sin embargo, se considera que la altura óptima de medio es de 120 cm. La pérdida de energía hidráulica en el filtro es de 3 a 15 cm, en condiciones normales de operación. En estas condiciones se puede esperar una operación satisfactoria, sin mantenimiento, durante 18 a 24 meses.

**Figura 24.** Tanque séptico - filtro anaerobio.



Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, 1 edición enero de 2000. p. 691.

## 1.10 DESCARGAS A CURSOS DE AGUA

Es posible descargar sanitariamente las aguas residuales sedimentadas de los pozos sépticos en un curso de agua, siempre que se cumplan dos requisitos fundamentales:

1. Que no originen problemas o trastornos desde el punto de vista estético o urbanístico.
2. Que no signifique un peligro en relación con la transmisión de enfermedades entéricas, bacterianas o parasitarias intestinales.

Las aguas receptoras que han sido contaminadas logran mejorar su calidad mediante un proceso de autopurificación natural bastante complejo y en el cual intervienen una serie de factores físicos, químicos y biológicos.

Entre los factores que intervienen en el proceso de autopurificación cabe destacar los siguientes:<sup>2</sup>

- a. *Características propias del curso de agua receptor.* Tienen una incidencia fundamental la pendiente y rugosidad del lecho, velocidad del escurrimiento, calidad del agua receptora (oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno), aeración natural del curso y características y volumen de las aguas residuales vaciadas al curso receptor.
- b. *Tiempo.* Cuanto mayor sea el tiempo de escurrimiento de la mezcla del agua receptora con las aguas residuales, mayor oportunidad habrá para que intervengan los diferentes factores que concurren en el proceso de autopurificación.

---

<sup>2</sup> Bacteriología e inmunidad. Topley, Wilson y Miles. Salvat editores, 1949.

- c. *Nutrición*. Uno de los factores fundamentales para la supervivencia y multiplicación de los gérmenes es la cantidad de alimentos de que ellos dispongan. Cuando la materia orgánica es abundante, también abundan los gérmenes, y cuando es escasa, disminuyen o mueren. Por otra parte, si el medio no es apropiado para determinados gérmenes, como ocurre con los microorganismos patógenos, tienden a desaparecer rápidamente.
- d. *Temperatura*. Una mayor temperatura favorece los procesos biológicos (siempre que no sea suficientemente alta como para destruirlos), y por consiguiente el efecto varía con la cantidad de materia orgánica presente. Un aumento de temperatura en agua con bastante materia orgánica favorece el desarrollo de microorganismos; en cambio, si el contenido alimenticio es escaso, se agota rápidamente y tiende a desaparecer. La temperatura baja favorece la supervivencia de las bacterias, aunque no su multiplicación, independientemente de la materia orgánica. Houston (1913) añadió bacilos tíficos al agua tomada del Támesis y observó las muestras, que oscilaban entre 0 y 37°C.

La cantidad inicial añadida fue de 103328 gérmenes por  $\text{cm}^3$  de agua. La tabla 20 indica el número de bacilos por  $\text{cm}^3$  sobrevivientes en función de la temperatura y del tiempo expresado en semanas. Por su parte, Hamilton, en 1935, haciendo investigación en el río Whangpoo, observó que el corto trayecto desde Shangai hasta Woosung había una disminución de 16% de las bacterias del colon durante los meses de invierno y de 97 a 99% durante los meses estivales.

**Tabla 21.** Influencia de la temperatura sobre la supervivencia de las bacterias (Bacilos tíficos, 1913)

grados	Numero de bacilos por cc sobrevivientes según las semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0°C	46766	980	65	34	3	3	2	1	0
1°C	13894	26	6	3	0.3	0.1	0	--	--
5°C	69	14	3	0.3	0	--	--	--	--
18°C	39	3	0.1	0	--	--	--	--	--
27°C	16	0.1	--	--	--	--	--	--	--
37°C	5	0	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. p. 379.

e. *Luz*. Los rayos ultravioletas tienen poder germicida. Procaccini (1893) expuso a la acción de los rayos solares durante seis horas en el mes de junio, en Italia, agua de alcantarillado de la cual extrajo las partículas más gruesas. Se empleó un tubo de cristal de 50 cm de alto y como testigo usó un tubo similar, pero que protegía de la acción de los rayos solares. Prácticamente el agua que se encontraba expuesta a la acción del sol estaba esterilizada; en cambio, el contenido bacteriano del tubo protegido había aumentado. La tabla 21 muestra los resultados:

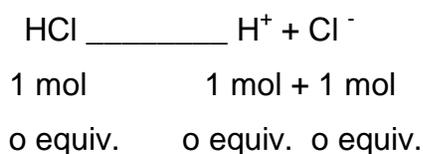
**Tabla 22.** Comparación entre el recuento bacteriano para aguas expuestas a la acción de los rayos solares y debidamente protegidas

	Cilindro que recibía la acción de los rayos solares: bacterias por cc.	Cilindro protegido: Bacterias por cc.
Antes de la exposición:		
Superficie	4900	4900
Medio	4510	4510
Fondo	6781	6781
Después de la exposición:		
Superficie	0	7261
Medio	2	9051
Fondo	8	12591

Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. p. 379.

Esta acción bacteriana de los rayos solares lograda en experiencias de laboratorio no es similar a lo que ocurre en la naturaleza, debido a diferentes factores y entre los cuales merecen mención: 1) la opacidad del agua, que sólo permite su acción a corta distancia; incluso en aguas claras su efecto es limitado, y 2) el movimiento del agua, lo que impide que los microorganismos estén un periodo suficientemente prolongado bajo la acción de los rayos solares como para matarlos.

f. *Acidez.* Una concentración relativamente baja de acidez destruye los microorganismos. Winslow y Lochridge (1906) observaron que los colibacilos contenidos en agua eran destruidos con 0.0123 de ácido clorhídrico normal en cuarentena minutos, lo que corresponde a 12.8 p.p.m. de hidrogeno disociado.



Los ácidos orgánicos son igualmente bactericidas, pero generalmente se requieren concentraciones mayores. Es difícil precisar el efecto de la acidez en la destrucción de las bacterias y la inhibición de su crecimiento, pero no hay duda que una concentración relativamente importante tiene efecto en la autopurificación.

*g) Salinidad.* La acción antiséptica y desinfectante de las sales es efectiva en concentraciones relativamente altas. Es probable que el contenido salino intervenga sobre el número y tipo de gérmenes que se encuentran en el agua de mar.

*h) Oxígeno disuelto.* Tiene relación con la presencia de las bacterias aerobias. El oxígeno disuelto oxida la materia orgánica y su presencia es básica para satisfacer la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el proceso de autopurificación. La oxidación de la materia orgánica reduce el contenido alimenticio y por consiguiente inhibe la multiplicación bacteriana y aun tiende a disminuir.

*i) Contenido de protozoos.* Huntemüller (1905) demostró que los flagelados contribuyen activamente a la exterminación de las bacterias contenidas en el agua. La destrucción bacteriana va precedida de un aumento de protozoos y probablemente esto se deba a una ingestión activa. Es esencial un estado aerobio y una temperatura entre 10° y 30° C.

*j) Lluvia.* La lluvia tiene un efecto variable en la autopurificación. Desde el punto de vista bacteriano, la lluvia inicial puede aumentar su contenido debido al arrastre de las áreas adyacentes drenadas; pero después de un período relativamente corto de lavado, la dilución hace disminuir el recuento bacteriano. En relación con el contenido orgánico se podría hacer una analogía similar; sin embargo, para cursos contaminados el arrastre es

pequeño comparado con la dilución, y por consiguiente la lluvia tiene un efecto favorable en este sentido.

*k) Almacenamiento.* El almacenamiento del agua en su embalse reduce el contenido bacteriano a través de tres mecanismos: 1) Sedimentación. Los gérmenes son arrastrados por las partículas que sedimentan. El desarrollo de algas a través del proceso fotosintético ayuda a la oxidación de la materia orgánica. 2) Igualación. Este factor tiene validez cuando se mezclan dos o más tipos distintos de agua. 3) Desvitalización. Los gérmenes mueren por falta de alimento, por ser ingeridos por protozoos o por encontrarse en un medio inapropiado para su vida, desarrollo o multiplicación.

*l) Filtración.* La filtración del agua ocurre con frecuencia como un fenómeno natural. La eficacia de la filtración en la eliminación de las bacterias y turbiedad depende de la naturaleza del suelo y de la profundidad de la capa de terreno a través de la cual se filtra. En terrenos de densidad moderada, la mayor parte de las bacterias y de los quistes y huevos de parásitos se eliminan por una filtración de 3 a 4.5 m.

El cumplimiento de estos requisitos fundamentales, que permiten vaciar las aguas residuales a cursos naturales, exige que el contenido de oxígeno disuelto no baje en ninguna sección del curso de agua de un valor crítico (5 p.p.m., para mantener la vida de los peces), y que el agua no se use para la bebida o riego de hortalizas. Cuyas verduras son de consumo crudo, a menos que la disolución sea muy alta, o las plantaciones se encuentren bastante distantes del punto de contaminación.

De acuerdo con Allen Hazen (1887), una buena dilución se consigue con un gasto de agua de 140 a 280 litros de agua por segundo por 1000 personas

servidas. En 1902, Goodnough estableció como dilución mínima 170 litros de agua por segundo por 1.000 personas servidas.

Las diluciones indicadas deben tomarse como base para no interferir con los posibles problemas de orden estético, trastornos físicos o urbanísticos, quedando siempre en pie la posibilidad de transmisión de enfermedades parasitarias o intestinales de origen entérico, si no se consideran los planteamientos previamente indicados y en especial el buen criterio del sanitario. Es probable que en ciertas circunstancias se precise cloración como medida preventiva.

## 2. ELEMENTOS PREFABRICADOS E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SÉPTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.

### 2.2 COMPONENTES PREFABRICADOS PARA SISTEMAS SÉPTICOS

Los diferentes componentes de un sistema séptico, se han venido implementando a manera de prefabricados, con el propósito de lograr, definiendo un proceso industrial, la reducción de costos, rapidez en la instalación y aumento de la eficiencia técnica sanitaria, eliminando por medio del control en fábrica, errores del proceso de construcción como fugas, dimensiones, apropiada colocación de los elementos de entrada y salida, entre otros.

Algunas alternativas de soluciones prefabricadas presentes en el mercado son las siguientes:

#### ➤ **Trampas prefabricadas para grasas**

**Figura 25.** Trampas prefabricadas para grasas



Consisten en una solución muy práctica para las labores de inspección y limpieza, dado a que por el peso del material de fabricación (polivinilo de alta densidad), permiten facilidad al retirar la tapa, además son fáciles de mudar en caso de remodelaciones.

Fuente: COMERCIAL ERAS [en línea].

<http://www.comercialheras.com/PHPCatalog/?function=detail&id=239> [citado el 19 de diciembre de 2007]

➤ **Tanques sépticos prefabricados**

**Figura 26.** Tanque séptico prefabricado en fibra de vidrio



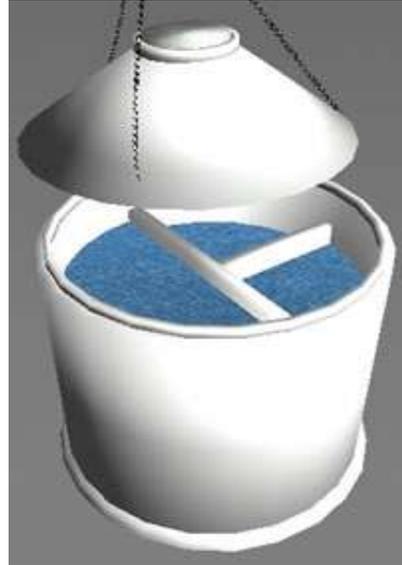
Fuente: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Guía latinoamericana de TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS en agua y saneamiento [en línea]. < <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-print.htm#Tanques%20o%20fosas%20sépticas>> [citado el 19 de diciembre de 2007]

Este tanque es liviano, es una pirámide truncada invertida para facilitar el transporte de varias unidades simultáneamente (una dentro de la otra) e interactuar por la pendiente de su forma, con el ángulo de reposo del suelo, pretendiéndose con esto reducir la necesidad de grandes refuerzos estructurales. Su tapa se fabrica con el mismo material y de ser requerido, para reducir la flexibilidad propia de elementos plásticos, se refuerza con ferrocemento o con estructuras construidas en madera (figura 26)

**Figura 27.** Tanque séptico de hormigón de Construcción anular



**Figura 28.** Tanque séptico de hormigón de construcción monolítica



Fuente: AQUA INFO. Comparación [en línea]. <[http://www.aqua-info.eu/es/pequeñas\\_depuradoras/planificacion/informacion/behaelter/comparacion.html](http://www.aqua-info.eu/es/pequeñas_depuradoras/planificacion/informacion/behaelter/comparacion.html)> [citado el 19 de diciembre de 2007]

Figura 27. Los diferentes anillos de hormigón pueden transportarse (trayectos cortos) y colocarse fácilmente con ayuda de una excavadora. Las ranuras entre los diferentes anillos de hormigón de la fosa séptica representan un posible peligro de fugas.

Figura 28. Elevado nivel de exigencias. El camión/la grúa necesita suficiente espacio y un terreno firme para colocar el tanque séptico. Garantiza la total hermeticidad.

**Figura 29.** Tanques sépticos plásticos

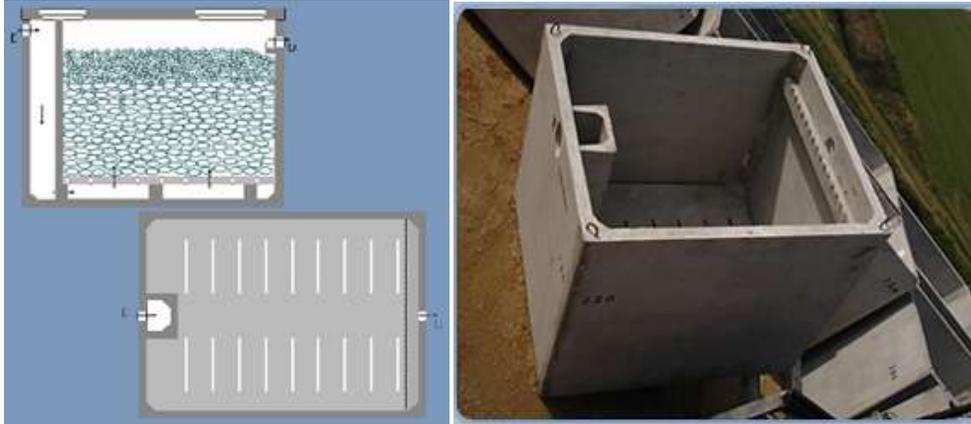


1. Fuente: Fuente: AQUA INFO. Comparación [en línea]. <[http://www.aqua-info.eu/es/pequeñas\\_depuradoras/planificacion/informacion/behaelter/comparacion.htm](http://www.aqua-info.eu/es/pequeñas_depuradoras/planificacion/informacion/behaelter/comparacion.htm)> [citado el 19 de diciembre de 2007]
2. Fuente: MASA. Servicios y ventas [en línea]. <[http://www.gaitans.com/productos\\_01.html](http://www.gaitans.com/productos_01.html)> [citado el 19 de diciembre de 2007]

Gracias a su reducido peso, el tanque de plástico es especialmente apropiado como solución especial para proyectos de obra donde no pueden emplearse maquinas pesadas (p. ej., lugares difícilmente accesibles, detrás de casa, en pendientes,...)

➤ **tanque anaeróbico prefabricado**

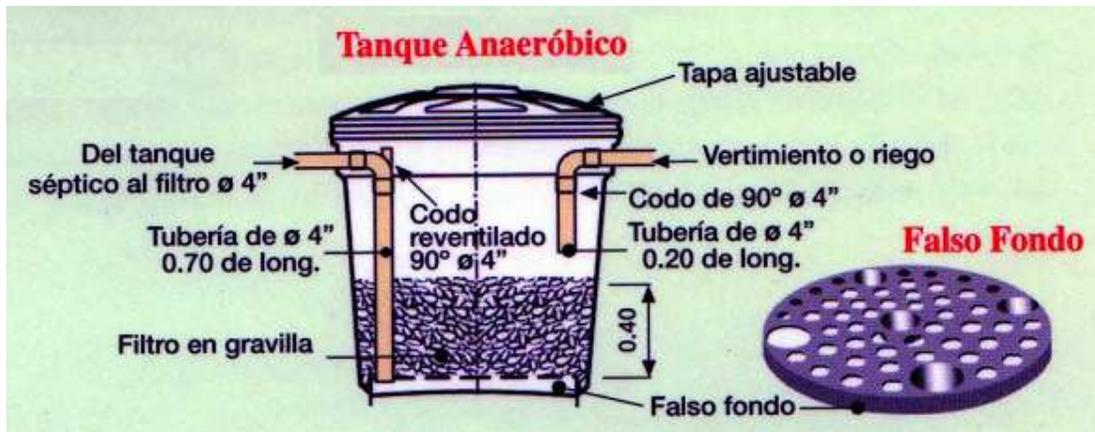
**Figura 30.** Filtro anaeróbico prefabricado de hormigón.



Fuente: SINTINI PREFABBRICATI [en línea].  
<[http://www.sintini.it/filtro\\_anaerobico.htm](http://www.sintini.it/filtro_anaerobico.htm)> [citado el 19 de diciembre de 2007]

Filtro anaeróbico prefabricado de hormigón, de construcción monolítica, que garantiza la impermeabilidad de la unidad.

**Figura 31.** Tanque anaeróbico de plástico.



Fuente: ETERNIT. Sistema séptico con filtro anaeróbico. Impreso por MULTI IMPRESOS.

Este tanque de plástico, garantiza una total impermeabilidad y aplicabilidad en terrenos planos, inclinados o quebrados. Por su poco peso es de fácil

instalación, no se debe cubrir la tapa directamente con tierra, sino una cubierta, ya sea que soporte el terreno natural o no.

**Figura 32.** Instalación del filtro anaeróbico.



**Figura 33.** Tapa típica del sistema.



Fuente: MASA. Servicios y ventas [en línea].  
<[http://www.gaitans.com/productos\\_01.html](http://www.gaitans.com/productos_01.html)> [citado el 19 de diciembre de 2007]

➤ **Caja de distribución prefabricada**

**Figura 34.** Caja de distribución RPA 500.

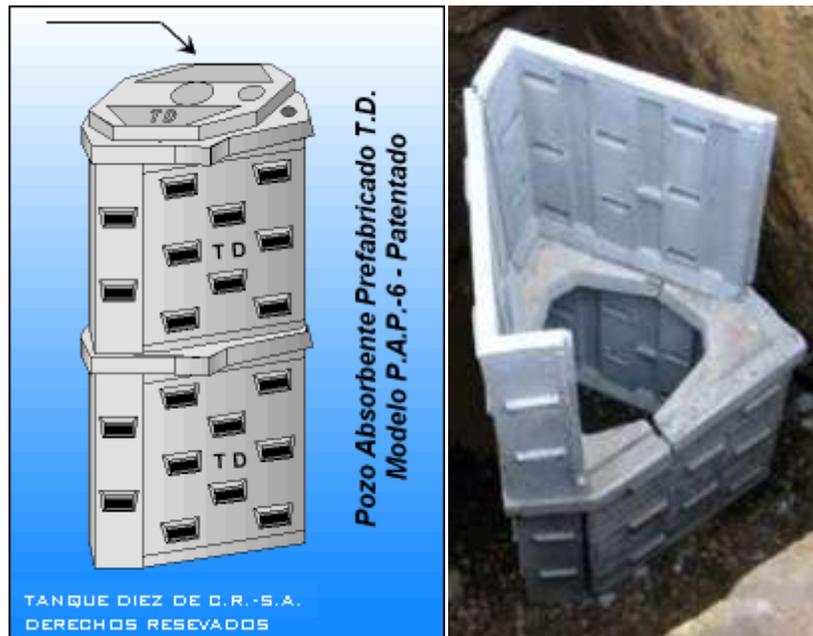


Caja de distribución de polietileno de alta densidad, de rápida y sencilla instalación. Formada por un cuerpo cilíndrico, con zonas planas para poder taladrar de uno a cuatro agujeros (viene ciega de fábrica), y tapa.

Fuente: ROTHAFOS. Complementos [en línea]. < <http://www.roth-spain.com/index2.php?tipo=productos&familia=12&producto=76&subfamilia=0&seccion=39>> [citado el 19 de diciembre de 2007]

➤ **Pozo absorbente prefabricado**

**Figura 35.** Pozo absorbente prefabricado T.D.



Fuente: Empresa TANQUE DIEZ de C.R.- S.A. Información técnica T.D. [en línea] <<http://www.tanquediez.com/tecnica/stfc.html>>[citado el 19 de diciembre de 2007]

**Figura 36.** Instalación del pozo absorbente prefabricado T.D



.Fuente: Empresa TANQUE DIEZ de C.R.- S.A. Información técnica T.D. [en línea] <<http://www.tanquediez.com/tecnica/stfc.html>>[citado el 19 de diciembre de 2007]

Figura 36, los pozos absorbentes prefabricados T.D. estructuralmente son módulos triangulares o cuadrados de uno, dos o tres niveles. Estos módulos están compuestos por paneles especiales con ductos de dispersión, unos elementos de unión superior (tapas cuadradas o triangulares, figura 36) y una tapa octagonal final. Todos los elementos que componen los pozos absorbentes prefabricados están hechos en concreto de alta resistencia y debidamente reforzados.

### **2.3 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SÉPTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE**

En el departamento de sucre son varias las comunidades que viendo la ausencia de un sistema de alcantarillado han optado por la utilización de sistemas sépticos para la disposición de las aguas residuales, tanto por inversión de los propietarios o por el desarrollo de proyectos de esta índole por parte de los entes gubernamentales.

Muchas de estas aplicaciones van en contra de los requisitos en cuanto a las descargas subsuperficiales, debido a que en un mismo recipiente ocurre el proceso de descomposición de la materia orgánica y la infiltración al terreno, lo que no garantiza las condiciones de descarga del efluente, y que pone en riesgo de contaminación a las aguas subterráneas.

A continuación traigo a alusión algunas experiencias aplicadas en localidades del departamento de sucre:

- Proyecto: Construcción de soluciones sanitarias individuales para la localidad de la mejía, municipio de caimito.

**Figura 37.** Pozo séptico de absorción.



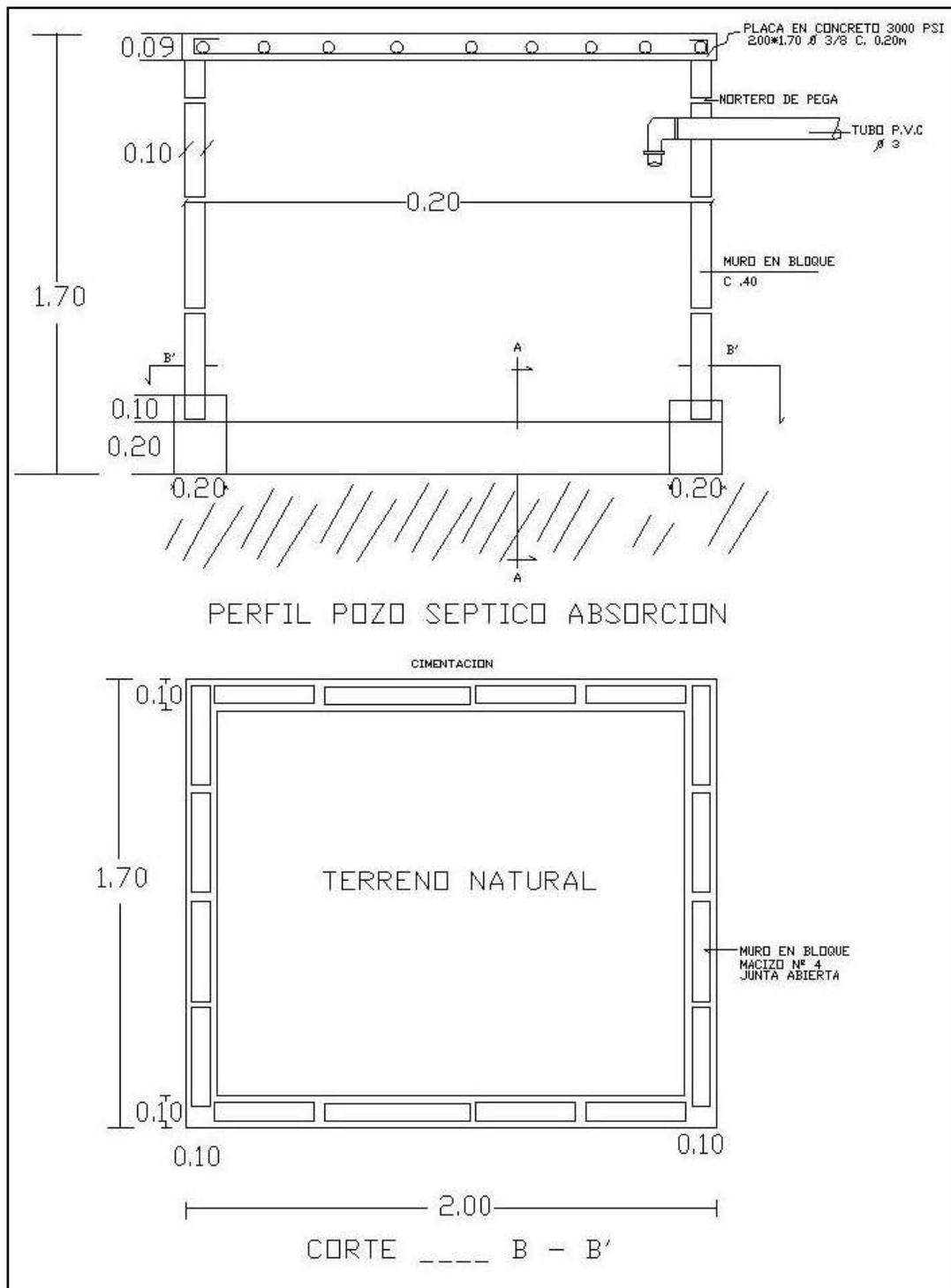
Fuente: Archivo propio. 2007.

El diseño del proyecto contempla la construcción del pozo séptico de absorción debajo de la caseta, con descarga a esté, únicamente de la taza sanitaria.

Como se puede apreciar en la figura 37, el agua de la ducha y lavamanos se descargan superficialmente al terreno. Los detalles constructivos del tanque se contemplan en la figura 38.

Esta solución de mejoramiento de salubridad, representa también un riesgo para las aguas subterráneas.

**Figura 38.** Detalles constructivos del pozo séptico del proyecto. Escala original 1:20



Fuente: GOBERNACIÓN DE SUCRE, secretaria de infraestructura. 2007.

Otros proyectos de esta misma índole se han aplicado en las siguientes localidades del departamento:

Chupa, Viloría, Gloria, Comesillas; municipio de San Marcos

Boca Negra, Conguito, Villa Fátima; municipio de la Unión

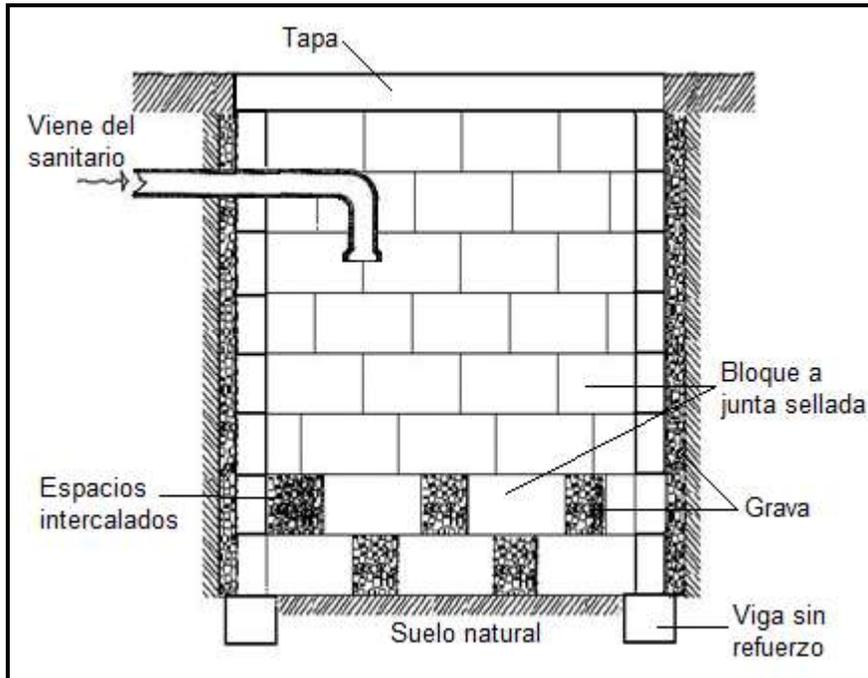
Tofeme, Aguilar; municipio de caimito

- Construcción empírica de pozo séptico de absorción en la localidades de Cedeño, la Mejía; municipio de Caimito.

Por lo general son contruidos de forma circular con un diámetro que varia de 1.0 a 2.0 m, con una profundidad de 1.80 m. La viga de cimentación se hace en concreto sin refuerzo; a las dos primeras hiladas de bloques de las paredes se les dejan espacios intercalados con junta horizontal sellada, el resto de la pared se levanta totalmente a junta sellada y dejando un espacio entre la pared y el terreno natural, el cual se rellena con grava. La hilada de soporte de la tapa se pega con los huecos hacia arriba y se rellenan con mortero.

La tapa del pozo tiene un espesor de 0.10 m reforzada con acero de ½”, y se pega con mortero pobre para mayor facilidad de quitarla en las labores de inspección y limpieza. Al pozo solamente descarga la taza sanitaria. El fondo se deja con el terreno natural por donde infiltrara el agua al igual que por los espacios de las primeras hiladas (figura 39).

**Figura 39.** Construcción empírica del pozo séptico de absorción



Fuente: Archivo propio. 2007.

**Figura 40.** Pozo séptico de absorción, Cedeño



Fuente: Archivo propio. 2007.

**Figura 41.** Pozo séptico de absorción, la Mejía.



Fuente: Archivo propio. 2007.

La figura 40 muestra la instalación de la taza sanitaria al pozo séptico de infiltración por medio de una caja de inspección. Esta alternativa implementada comúnmente en la zona ha dado resultados muy satisfactorios con una vida útil de más de 10 años.

La figura 41 muestra la instalación directa de la taza sanitaria al pozo séptico de infiltración, el cual presenta una tubería de ventilación mal instalada, puesto que esta muy por debajo de la techumbre, lo que representa la dispersión de malos olores en la vivienda.

Estas soluciones que resultan bastante económicas en cuanto a construcción para los propietarios, pueden resultar bastante degradantes para las aguas subterráneas, dado a que se construyen bajo ninguna supervisión, y pueden no estar conservando la mínima distancia al nivel freático.

- Proyecto: Construcción de vivienda nueva en sitio propio denominado los cayitos y otros, incluye sistema de pozo séptico.

**Figura 42.** Vivienda tipo del proyecto, con tanque séptico



Fuente: Archivo propio. 2007.

Este proyecto gestionado en los corregimientos de los callitos, Cedeño, nueva estación, siete palmas, zona rural del municipio de caimito, incluye la construcción del tanque séptico con descarga a un campo de infiltración. A la fecha no se había construido el campo de infiltración (22-Nov-2007), pero ya estaba en funcionamiento el tanque séptico, el cual se iba llenando paulatinamente con descargas de la ducha, inodoro y lavamanos, figura 42.

Los de talles del tanque se muestran a continuación:

Figura 43. Detalles constructivos de la alternativa implementada

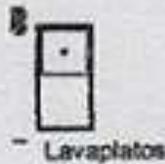
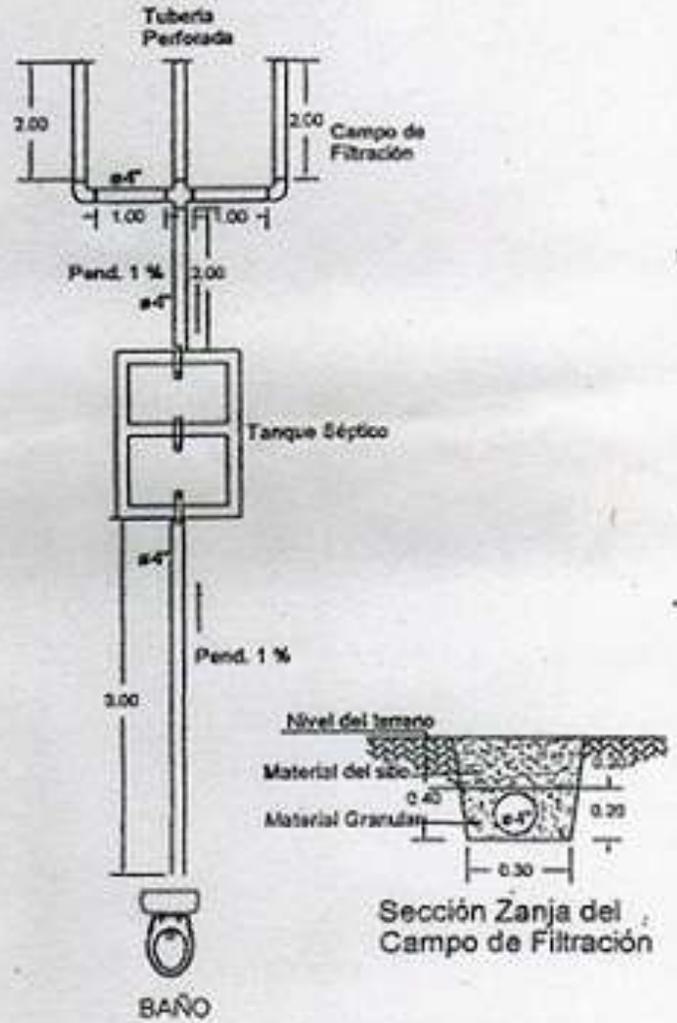
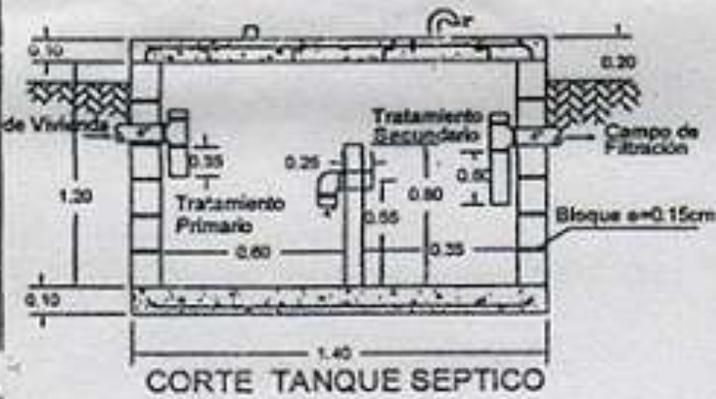
**NEVER JOSE DIAZ CERPA**

ARQUITECTO  
CONSTRUCCION - INTERVENTORIA - CONSULTORIA  
MAT. PROF. 0870084418 ATL

PROGRAMA DE VIVIENDA RURAL  
PLANOS Y PRESUPUESTO DE CADA SOLUCION TIPO

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD (ES)
SUCRE	CAIMITO	LOS CAYITOS Y OTROS

NOMBRE DEL PROYECTO: CONSTRUCCION DE VIVIENDA NUEVA EN SITIO PROPIO DENOMINADO LOS CAYITOS Y OTROS	ESCALA:
CONTIENE: SISTEMA DE POZO SEPTICO	



RESPONSABLE DEL DISEÑO	INGENIERO CIVIL	ARQUITECTO	X	OTRO
NOMBRE	NEVER JOSE DIAZ CERPA	TELÉFONO: 066-2822436	FIRMA:	
DIRECCIÓN:	EDIFICIO ANTONIO NARIÑO OF. 301 - SUCRE E. G.			

- Proyecto: Construcción de soluciones sanitarias individuales para la localidad de Sabanas de Beltrán, municipio de los palmitos.

**Figura 44.** Unidad sanitaria tipo del proyecto



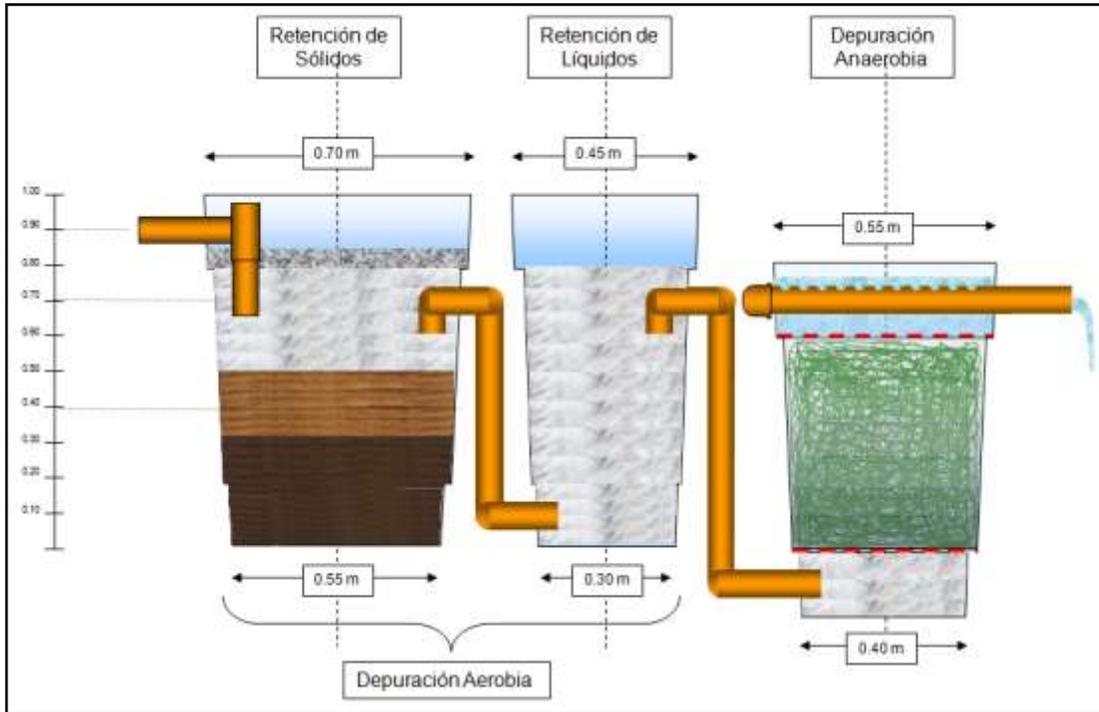
. Fuente: GOBERNACIÓN DE SUCRE, Secretaria de infraestructura. 2007.

Este proyecto consta de la construcción del tanque séptico debajo de la caseta, la cual incluye el baño y lavadero, pero únicamente descarga al tanque la taza sanitaria, el llenado del tanque es paulatino. Como se aprecia en la figura 43 el lavadero descarga superficialmente al terreno al igual que la ducha por la parte de atrás del baño.

Esta alternativa de disposición de excretas con arrastre de agua, representa una solución satisfactoria, limitada por el volumen del tanque, lo cual representaría un inconveniente que suplir adecuadamente a la hora de la limpieza, dado el elevado volumen de desechos sépticos a manejar.

- Proyecto: sistema de tanque séptico con filtro anaerobio implementado en la vereda la Sierpita, municipio de majagual.

**Figura 45.** Esquema del funcionamiento del proceso



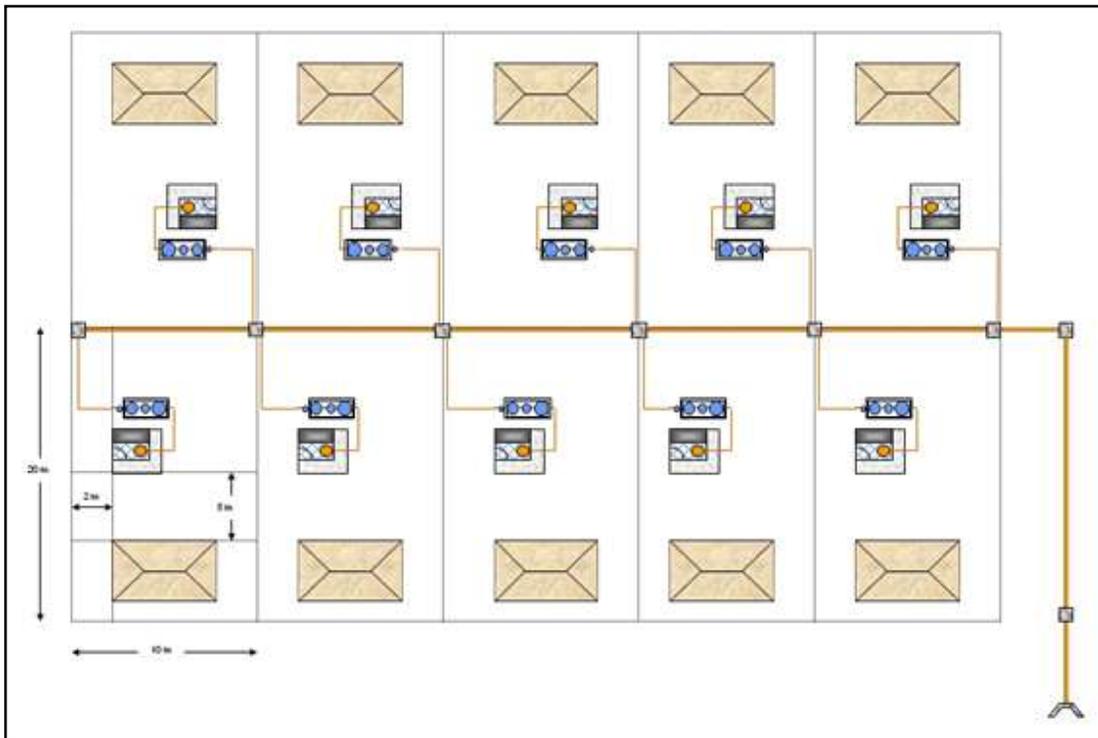
Fuente: GOBERNACIÓN DE SUCRE, Secretaria de infraestructura. 2007.

Este sistema fue implementado con la asesoría de las empresas públicas de Medellín, con un diseño ejemplar como alternativa a seguir en otras comunidades del departamento que no cuentan con un sistema de alcantarillado. El sistema reemplaza el tanque séptico de dos cámaras, por dos tanques individuales, presentándose la retención de sólidos en el primer tanque y los líquidos pasan al segundo tanque, garantizando así un mejor desempeño del sistema antes de pasar el agua por el filtro anaerobio contenido en el tercer tanque (figura 44).

El diseño contemplaba la implementación de un sistema individual para el tratamiento de desechos líquidos como es la unidad tanque séptico con filtro

anaerobio, con un sistema de tuberías pequeñas que recogerían el efluente (figura 45), y que descargaría las aguas tratadas a un caño (caño rabón), pero dada la cercanía del caño las tuberías de descargas se hicieron individuales.

**Figura 46.** Representación de un sistema de alcantarillado de pequeño diámetro.



Fuente: GOBERNACIÓN DE SUCRE, Secretaria de infraestructura. 2007.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ CORBITT, Roberto A. Manual de referencia de la ingeniería ambiental, McGraw-Hill/Interamericana, S.A.U. 2003.
- ✓ DIRECCIÓN DE INGENIERÍA SANITARIA, Secretaria de salubridad y asistencia. Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos, Limusa, S.A. Duodécima reimpresión 2000.
- ✓ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, noviembre de 2000
- ✓ ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, escuela colombiana de ingeniería, primera edición enero de 2000.
- ✓ UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria, aplicada a saneamiento y salud pública. Limusa. S.A. Cuarta reimpresión. 1998.
- ✓ ETERNIT. Sistema séptico con filtro anaeróbico. Impreso por multi impresos.
- ✓ COMERCIAL ERAS [en línea].  
<<http://www.comercialheras.com/PHPCatalog/?function=detail&id=239>>  
[citado el 19 de diciembre de 2007]
- ✓ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Guía latinoamericana de TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS en agua y saneamiento [en línea].  
<<http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia->

- [print.htm#Tanques%20o%20fosas%20sépticas](#)> [citado el 19 de diciembre de 2007]
- ✓ AQUA INFO. Comparación [en línea]. <[http://www.aqua-info.eu/es/pequeñas\\_depuradoras/planificacion/informacion/behaelter/comparacion.html](http://www.aqua-info.eu/es/pequeñas_depuradoras/planificacion/informacion/behaelter/comparacion.html)> [citado el 19 de diciembre de 2007]
  - ✓ Fuente: MASA. Servicios y ventas [en línea]. <[http://www.gaitans.com/productos\\_01.html](http://www.gaitans.com/productos_01.html)> [citado el 19 de diciembre de 2007]
  - ✓ SINTINI PREFABBRICATI [en línea]. <[http://www.sintini.it/filtro\\_anaerobico.htm](http://www.sintini.it/filtro_anaerobico.htm)> [citado el 19 de diciembre de 2007]
  - ✓ ROTHAFOS. Complementos [en línea]. <<http://www.roth-spain.com/index2.php?tipo=productos&familia=12&producto=76&subfamilia=0&seccion=39>> [citado el 19 de diciembre de 2007]
  - ✓ Empresa TANQUE DIEZ de C.R.- S.A. Información técnica T.D. [en línea]<<http://www.tanquediez.com/tecnica/stfc.html>>[citado el 19 de diciembre de 2007]
  - ✓ UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Folleto informativo de sistemas descentralizados: Tratamiento y disposición de residuos sépticos [en línea]. <<http://www.epa.gov/owmitnet/mtb/cs-99-068.pdf>> [citado el 2 de noviembre de 2007]

- ✓ UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Folleto informativo de sistemas descentralizados: Tanque séptico - sistemas de absorción al suelo [en línea]. <[http:// www.epa.gov/owmitnet/mtb/cs-99-075.pdf](http://www.epa.gov/owmitnet/mtb/cs-99-075.pdf)> [citado el 2 de noviembre de 2007]
  
- ✓ EXTENSIÓN, Cooperativa de Texas: Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras [en línea].  
<[http://agrillifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf\\_1231.pdf?CFID=1284150&CFTOKEN=404a5ff4545cc737-34B86D40-7E93-35CB-8B0A1ED3B6728C0E&jsessionid=8e30e2bace726a6e2b34](http://agrillifebookstore.org/tmppdfs/viewpdf_1231.pdf?CFID=1284150&CFTOKEN=404a5ff4545cc737-34B86D40-7E93-35CB-8B0A1ED3B6728C0E&jsessionid=8e30e2bace726a6e2b34)> [citado el 23 de noviembre de 2007]
  
- ✓ NORMA TECNICA I.S.020. TANQUES SÉPTICOS [en línea] <[http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento\\_nacional\\_de\\_edificaciones/IS.020.pdf](http://www.ing.udep.edu.pe/civil/material/vial/Bibliografia/Reglamento_nacional_de_edificaciones/IS.020.pdf)> [citado el 16 de octubre de 2007]