



Folleto informativo de sistemas descentralizados

Tratamiento y disposición de residuos sépticos

DESCRIPCIÓN

En 1990, la Oficina del Censo del Departamento de Comercio de los Estados Unidos (*U.S. Department of Commerce, Census Bureau*), estimó que el número de las unidades de vivienda con tanques sépticos o pozos de aguas negras en los Estados Unidos era 24.6 millones y que aproximadamente 5,500 millones de galones de residuos sépticos eran generados cada año. El “residuo séptico” es el líquido y el material sólido que se bombea de un tanque séptico, un pozo de aguas negras, u otra fuente de tratamiento primario. 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 bombeado. Un tanque séptico retiene generalmente del 60% al 70% de los sólidos, aceites, y grasas que pasan a través del sistema.

Los residuos sépticos se clasifican de acuerdo al medio en el cual se generan. Este folleto se centrará solamente en los residuos sépticos de tipo doméstico. Las actividades de tratamiento y disposición de los residuos sépticos domésticos se rigen por el Código de Normas Federales de los Estados Unidos (40 CFR), Parte 503. Además de las regulaciones federales y las del estado, las municipalidades también pueden establecer normas locales para las actividades de manejo, tratamiento, y disposición de los residuos sépticos.

Existen diversas metodologías para el tratamiento y la disposición de los residuos sépticos, la cuales involucran el uso de

instalaciones de propiedad privada o pública. Las municipalidades de mayor tamaño tienen la capacidad para administrar todo el proceso, desde el manejo y el tratamiento hasta la disposición final, mientras que otras municipalidades optan por utilizar instalaciones privadas para así reducir algunas de las demandas involucradas en la operación de una instalación. La aplicación al terreno de los residuos sépticos, después de un tratamiento adecuado, es también una opción muy común.

Características de los residuos sépticos

Los factores que afectan las características físicas de los residuos sépticos son: el clima, los hábitos del usuario, el tamaño del tanque séptico, el diseño, la frecuencia de bombeo, las características del suministro de agua y el material de las tuberías, así como el uso de dispositivos de conservación del agua, trituradores de basura, productos químicos caseros y compuestos reductores de la dureza del agua. La Tabla 1 enumera las características y los límites de los residuos sépticos domésticos.

APLICABILIDAD

Los residuos sépticos son altamente variables y de tipo orgánico, con niveles significativos de grasa, arena, cabello, y detritos. Los líquidos y los sólidos bombeados de un tanque séptico o de un pozo de aguas negras tienen un olor y un aspecto ofensivo, con una tendencia a formar nata cuando se agitan, y resistencia a la sedimentación y la deshidratación. Los residuos sépticos contienen numerosas formas de virus, bacterias y parásitos que causan diversas enfermedades. Por esta razón los residuos sépticos requieren precauciones especiales de manejo y tratamiento. Sin embargo, los polímeros y acondicionadores químicos disponibles hoy en día han reducido considerablemente estos requisitos.

TABLA 1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PARÁMETROS CONVENCIONALES DE LOS RESIDUOS SÉPTICOS

Parámetro	Concentración	
	Mínima	Máxima
Sólidos totales	1,132	130,475
Sólidos volátiles totales	353	71,402
Sólidos suspendidos totales	310	93,378
Sólidos suspendidos volátiles	95	51,500
Demanda bioquímica de oxígeno	440	78,600
Demanda química de oxígeno	1,500	703,000
Nitrógeno total Kjeldahl	66	1,060
Nitrógeno amoniacal	3	116
Fósforo total	20	760
Alcalinidad	522	4,190
Grasas	208	23,368

pH	1.5	12.6
Coliformes totales	$10^7/100$ mL	$10^9/100$ mL
Coliformes fecales	$10^6/100$ mL	$10^8/100$ mL

Nota: Los valores presentados en la Tabla 1 se dan en miligramos por litro a menos que se indique lo contrario.

Fuente: U.S. EPA, 1994.

TABLA 2 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÉPTICOS

Descripción	Remoción o bombeo	Características
Tanque séptico	2-6 años, pero puede variar debido a normas locales.	Valores altos de DBO, sólidos y nutrientes; nivel variable de sustancias tóxicas (como los metales), materia inorgánica (como la arena), olores, agentes patógenos, aceites y grasas
Pozo de aguas negras	2-10 años	Valores altos de DBO, sólidos y nutrientes; nivel variable de sustancias tóxicas y materia inorgánica; algunas veces con alto contenido de partículas de arena y grava, olores, agentes patógenos, aceites y grasas
Inodoros portátiles	1 semana a meses	Niveles variables de DBO, sólidos, materia inorgánica, olores, agentes patógenos, y algunos productos químicos
Tanques aeróbicos	Meses a 1 año	Niveles variables de DBO, materia inorgánica, olores, agentes patógenos, y alta concentración de sólidos
Tanques sépticos de almacenamiento sin campos de percolación,	Días a semanas	Niveles variables de DBO, sólidos, materia inorgánica, olores y agentes patógenos; similar a los sólidos en las aguas residuales no

generalmente un requisito local		tratadas
---------------------------------	--	----------

valores típicos del diseño para el tratamiento y la disposición. La Tabla 2 resume las características de los residuos sépticos según sea su origen.

Descripción	Remoción o bombeo	Características
Pozos secos (asociados con zonas de infiltración séptica)	2-6 años	Niveles variables de DBO, sólidos, materia inorgánica y olores
Misceláneos pueden presentar características de los residuos sépticos		
Plantas privadas para el tratamiento de aguas residuales	Variable	Tanques sépticos
Estación de bombeo de las aguas residuales de barcos	Variable	Inodoros portátiles
Colector de arena.	Variable	Aceites, grasas, sólidos, materia inorgánica, olores, y DBO variable
Colector de grasa	Semanas a meses	Aceites, grasas, DBO, sólidos viscosos y olores

Fuente: *Septage Handling Task Force* (1997), derechos de autor de la Water Environment Federation, utilizados con permiso.

El manejo y la disposición de los residuos sépticos se basan en las características y el volumen de los desechos sépticos. El conocer esta información es también útil para los propósitos del diseño y para determinar los

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas

La ventaja de utilizar plantas de tratamiento es que ellas proporcionan soluciones regionales para el manejo de los residuos sépticos.

Desventajas

- La posible necesidad de una instalación de retención durante períodos en los cuales el terreno este congelado o saturado.
- La necesidad de contar con un área remota relativamente grande para instalar el sistema séptico.
- Los costos de inversión y de operación y mantenimiento tienden a ser altos.
- La posible necesidad de operadores expertos.
- Algunas de las limitaciones a ciertas opciones de manejo de los residuos sépticos sin tratamiento incluyen la carencia de sitios disponibles y problemas potenciales por olores fétidos y agentes patógenos. Estos problemas pueden ser reducidos mediante procesos de pretratamiento y estabilización de los residuos sépticos antes de su aplicación al terreno.

- Los residuos sépticos procesados en instalaciones de tratamiento de aguas residuales tienden a trastornar los procesos de estas si no se controla en forma correcta la adición de los residuos sépticos, y además incrementan los requerimientos de manejo y disposición de residuos.
- Irrigación con surcos. Este método se utiliza en terrenos relativamente planos, con pendientes no mayores del 0.5% al 1.5%. En este método de disposición, los residuos sépticos pretratados se aplican directamente a los surcos o a las hileras de cosechas que no sean para el consumo humano directo.

CRITERIOS DEL DISEÑO

Aplicación superficial

Los residuos sépticos pueden ser aplicados al terreno como fertilizantes y como acondicionadores del suelo. Las tasas de aplicación dependen de la pendiente, el tipo del terreno, la profundidad de aplicación, la clase de drenaje y la carga hidráulica. Los residuos sépticos no deben ser aplicados previamente a eventos de lluvia o durante estos, ni en un terreno congelado. Por esta razón se requiere de instalaciones para el almacenamiento temporal. Algunos estados requieren que los residuos sépticos sean desinfectados antes de su aplicación.

- Irrigación por rocío. Los residuos sépticos pretratados (por ejemplo tamizados) se bombean a una presión de 80 a 100 libras por pulgada cuadrada a través de los inyectores y se aspergean directamente sobre el terreno. El riego por rocío se puede utilizar en terrenos empinados o desiguales, reduciendo al mínimo el daño ocasionado por los camiones. Es importante considerar los patrones de desplazamiento del viento y la ubicación del lugar en donde se va a utilizar el método de riego por rocío debido a los olores ofensivos asociados con los residuos sépticos.

- Esparcimiento por medio del camión transportador. Los residuos sépticos se aplican al terreno directamente desde el camión transportador que tiene una placa de salpicado para mejorar la distribución. El mismo camión que bombea el tanque séptico puede ser utilizado para transportar y disponer de los residuos sépticos.

- Esparcimiento por medio de un tractor y carro agrícola. Los líquidos y sólidos contenidos en los residuos sépticos son transferidos al equipo agrícola para ser esparcidos. Esto permite la aplicación de los líquidos o sólidos de los residuos sépticos. Sin embargo, si los residuos sépticos no han sido estabilizados utilizando cal, los residuos sépticos deben ser incorporados al terreno dentro de un período de 6 horas.

Incorporación subsuperficial

Mediante el método de la incorporación subsuperficial los residuos sépticos no tratados se colocan justo debajo de la superficie del suelo, reduciendo los olores y riesgos a la salud mientras que aquellos fertilizan y acondicionan el terreno. Los residuos sépticos se pueden aplicar solamente en pendientes menores al 8%, y la profundidad del terreno a la capa freática, en su punto estacional más alto, debe ser por lo menos de 20 pulgadas (o según lo dictaminen por las regulaciones locales). Se requiere de una instalación de retención durante los períodos cuando el terreno está húmedo o congelado. Para prevenir la compactación del terreno y permitir infiltración suficiente, no se

deben manejar equipos sobre el sitio antes de 1 ó 2 semanas después de la aplicación.

- Arado y recubrimiento del surco. Generalmente, se utiliza un arado de vertederas con ruedas de surco y cuchillas. La lámina de la cuchilla corta el terreno delante del arado. El líquido de los residuos sépticos se descarga de un tanque en un surco estrecho de aproximadamente 15 a 20 centímetros de profundidad, el cual es recubierto después por un segundo arado.
- Inyección subsuperficial. El líquido de los residuos sépticos se inyecta en una cavidad estrecha creada por una herramienta de arado. La abertura tiene aproximadamente 10 a 15 centímetros de profundidad. Algunos equipos hacen el cierre forzado del corte de inyección.

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 6 pies 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 entrada de 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 (2 pies) 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 2 pies 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.

Los residuos sépticos son resistentes a la deshidratación y por esto se utilizan productos químicos de acondicionamiento. La cantidad de productos químicos utilizados se basa en la carga y sus características. Una combinación de cal y de cloruro férrico se ha utilizado con éxito, junto con determinados polímeros. Las plantas de tratamiento de los residuos sépticos también utilizan otros procesos para deshidratar los residuos sépticos ya acondicionados, tales como las prensas de tornillo, prensas de placa y armazón, prensas de cinturones, filtros rotatorios de vacío, lechos de secado de flujo

por gravedad o asistido mediante succión, y lechos de secado de arena.

Otra opción factible de instalaciones para el tratamiento de los residuos sépticos es el compostaje para producción de abono en localidades en donde los agentes de abultamiento se encuentran disponibles y se requieren productos húmicos como acondicionadores del suelo. Si no se dispone de los agentes de abultamiento necesarios, este método puede ser costoso. Por esta razón, es preferible deshidratar los residuos sépticos antes del compostaje.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las tres alternativas básicas para el tratamiento y disposición de los residuos sépticos son: la aplicación al terreno, el tratamiento en plantas de aguas residuales, y el tratamiento en plantas independientes de tratamiento de residuos sépticos.

Tratamiento independiente en plantas de tratamiento de residuos sépticos

- Laguna de estabilización.
- Oxidación por cloro.
- Digestión aerobia.
- Digestión anaerobia.
- Tratamiento biológico y químico.
- Acondicionamiento y estabilización.
- Compostaje para generar abono.

Tratamiento en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

- Descarga a un pozo del alcantarillado aguas arriba de la planta.
- Descarga a la cabecera de la planta.
- Incorporación al proceso de manejo de lodos.
- Incorporación a los procesos de manejo de la corriente líquida y de los lodos.

Aplicación al terreno

- Aplicación superficial.
- Incorporación subsuperficial.
- Método de entierro

La selección de la opción apropiada para el manejo de los residuos sépticos depende de consideraciones técnicas y de los requisitos regulatorios. Algunos de los factores que influyen en el proceso de selección incluyen: la disponibilidad de terreno y condiciones del sitio, los requisitos de zonas de separación, la distancia de transporte, el costo del combustible, el costo de la mano de obra, el costo de la disposición, y otros requerimientos legales y regulatorios.

Tratamiento independiente en plantas de tratamiento de residuos sépticos

Las plantas de tratamiento de residuos sépticos utilizan diversos procesos tales como la oxidación por cloro, la digestión aerobia, la digestión anaerobia, y el tratamiento biológico y químico. Muchas de las plantas de tratamiento de residuos sépticos también utilizan la cal para el acondicionamiento y la estabilización antes que los residuos sépticos sean deshidratados. El residuo líquido puede ser descargado a una instalación privada de tratamiento o recibir tratamiento adicional para luego ser descargado. Los sólidos de los residuos sépticos se envían luego a un relleno sanitario, se usan en compostaje, se aplican al terreno, o se incineran.

Cuando no se dispone del terreno adecuado y las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales se encuentran demasiado distantes o no tienen la capacidad adecuada, se pueden utilizar las plantas independientes de tratamiento de residuos sépticos. Dichas plantas de tratamiento se han diseñado exclusivamente para el tratamiento de residuos sépticos y tienen muchos procesos unitarios para manejar las porciones líquidas y sólidas contenidas en los residuos sépticos.

La estabilización es un método de tratamiento que disminuye los olores, los niveles de organismos causantes de diversas enfermedades, y la probabilidad de putrefacción de los residuos sépticos. El pretratamiento/estabilización se logra por medio de los procesos físicos, químicos, o biológicos. A continuación se describen algunos de los métodos de estabilización de los residuos sépticos.

Estabilización alcalina (cal)

La cal viva u otro material alcalino es agregado al líquido de los residuos sépticos para incrementar el pH a 12.0 por un período mínimo de 30 minutos. Aunque existe una gran variación en las características de los residuos sépticos y los requerimientos de uso de la cal, la actividad de mezclado no es muy difícil; se utilizan aproximadamente de 20 a 25 libras de cal por cada 1,000 galones de residuos sépticos. Las tres metodologías principales de estabilización previas a la aplicación al terreno son el agregar la mezcla de cal: 1) al camión de bombeo antes de que se bombeen los residuos sépticos; 2) al camión de bombeo mientras se bombean los residuos sépticos, o 3) a un tanque que almacena los residuos sépticos que son descargados de un camión de bombeo. Muchas veces, los residuos sépticos y la cal se pueden mezclar por medio de un sistema difusor o de dispersión de burbuja gruesa ubicado en el tanque o en el camión. En algunos estados se prohíbe la utilización de los camiones transportadores en los procesos de estabilización. Se requiere de un tanque de almacenamiento separado para la mezcla de la cal y los residuos sépticos. Esto es benéfico porque un tanque de retención separado permite que la mezcla sea más uniforme y que las actividades de muestreo, supervisión, y control sean más fáciles de realizar.

Digestión aerobia

Los residuos sépticos son aireados de 15 a 20 días en un tanque abierto para lograr la reducción biológica de los sólidos orgánicos y una reducción significativa de los olores. Los requerimientos del tiempo aumentan con las temperaturas más bajas. Normalmente, esto no es una opción rentable.

Digestión anaerobia

Los residuos sépticos se retienen por 15 a 30 días en un recipiente cerrado para alcanzar la reducción biológica de los sólidos orgánicos. Generalmente, la digestión anaerobia no se utiliza a excepción del co-tratamiento con lodos de aguas residuales. Sin embargo, una ventaja es que la digestión anaerobia genera el gas metano, el cual se puede utilizar para el calentamiento del tanque digestor o para otros propósitos.

Compostaje

Los líquidos de los residuos sépticos o los sólidos líquidos de los residuos sépticos son mezclados con un agente de abultamiento (por ejemplo, las virutas de madera, el aserrín) y son aireados mecánicamente o por volteo. La actividad biológica genera temperaturas que son lo suficientemente altas para destruir los agentes patógenos. El proceso de compostaje convierte los residuos sépticos en un material estable o material húmico que puede ser utilizado como acondicionador del terreno. Este proceso tiende a crear olores que pueden ser un problema si no son manejados correctamente.

Una vez que los residuos sépticos son estabilizados, éstos son enviados a las instalaciones para tratamiento adicional o su disposición, según se describe en las secciones subsiguientes.

Aplicación al terreno

La aplicación al terreno de los residuos sépticos es actualmente el método de disposición más utilizado en los Estados Unidos. Es un método

relativamente simple y económico que utiliza poca energía, y permite el reciclaje del material orgánico y los nutrientes al terreno.

Con un manejo apropiado, los residuos sépticos domésticos representan un recurso que contiene nutrientes capaces de acondicionar el terreno y disminuir la dependencia de fertilizantes químicos que se utilizan en las actividades agrícolas. El manejo de los residuos sépticos maximiza las ventajas de esos residuos y al mismo tiempo que protege la salud pública y el ambiente.

La aplicación al terreno incluye la dispersión de los residuos sépticos en el sitio utilizando los camiones de transporte de residuos sépticos, vehículos especialmente diseñados para la aplicación al terreno y carrotanques, los cuales realizan el riego usando los métodos de rocío, de surco, y de flujo laminar superficial.

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. Los cuatro métodos principales del tratamiento de los residuos sépticos en una planta de tratamiento de aguas residuales son:

Descarga a pozos del alcantarillado

Cuando los residuos sépticos son agregados a un pozo del alcantarillado aguas arriba de la planta de tratamiento se produce una dilución substancial de los residuos sépticos antes de que lleguen a la planta de tratamiento. Este método es factible solamente cuando se trata de alcantarillados y plantas de tratamiento grandes. El método es económico por cuanto el diseño de la estación receptora es muy simple. Sin embargo, existe la probabilidad de que la arena y los escombros se acumulen en el colector del alcantarillado y que se generen olores cerca del pozo de acceso.

Descarga a la cabecera de la planta de tratamiento

Los residuos sépticos pueden ser agregados al agua residual aguas arriba de los procesos de cernimiento y remoción de arena de la planta. Este método, así como el mencionado anteriormente, es económico debido a que el diseño de la estación de recepción es muy simple. Este método permite además que el personal de la planta de tratamiento de aguas residuales tenga control del proceso de descarga de los residuos sépticos.

Adición al proceso de manejo de lodos

Los residuos sépticos también pueden ser manejados como lodos y ser procesados con el lodo de la planta de tratamiento luego de realizado el pretratamiento en la estación de recepción. Este método reduce la carga de los procesos de la corriente líquida, y elimina la posibilidad de que se afecte la calidad del efluente. Sin embargo, podría presentarse un efecto adverso en los procesos de tratamiento del lodo, tales como el de la deshidratación. La incorporación de los residuos sépticos al

proceso de manejo de lodos también puede causar la obstrucción de tuberías e incrementar el deterioro de las bombas si los residuos sépticos no son tamizados ni desarenados en la estación de recepción.

Adición tanto a los procesos de manejo de la corriente líquida como de los lodos

Los residuos sépticos pueden también ser pretratados para separar las fracciones líquida y sólida, las cuales se procesan en forma correspondiente. Esto produce un lodo más concentrado para ser procesado, y reduce la carga orgánica de los procesos de corrientes líquidas y la carga hidráulica de los procesos del lodo. Se requiere el incremento de las operaciones de pretratamiento en la estación de recepción.

COSTO

Las consideraciones de costo no pueden ser generalizadas debido a la amplia gama de opciones disponibles para el manejo de los residuos sépticos. El costo de un sistema de manejo de residuos sépticos depende de los métodos de tratamiento y disposición utilizados, y de los requisitos normativos del área en cuestión.

Las personas o instituciones que administran un programa de manejo de residuos sépticos deben ser conscientes de las opciones de disposición y los costos involucrados. El costo promedio de las actividades de disposición (u honorarios) generalmente fluctúa entre 3 y 6 centavos por galón.

REFERENCIAS

1. Brown, D. V. and R. K. White. December 1977. "Septage Disposal Alternatives in Rural Areas." Ohio Agricultural Research and Development Center. Research Bulletin 1096. Cooperative Extension Service. The Ohio State University Extension Bulletin 624.
2. Septage Handling Task Force. 1997. Septage Handling. Water Environment Federation (WEF) Manual of Practice No. 24. WEF. Alexandria, Virginia. For more information contact: Municipal Technology Branch, U.S. EPA, Mail Code 4204, 401 M St., S.W., Washington, D.C., 20460
3. Ungvarsky, J. and K. Mancl. 1982. "Septage Use and Disposal." Special Circular 317. The Pennsylvania State University. College of Agriculture, Extension Service.
4. U.S. EPA, 1984. *Handbook: Septage Treatment and Disposal*. EPA Municipal Environmental Research Laboratory. Cincinnati, Ohio. EPA-625/6-84-009.
5. U.S. EPA, 1994. *Guide to Septage Treatment and Disposal*. EPA Office of Research and Development. Washington, D.C. EPA/625/R-94/002.

Daniel Balboa
Director at Large
Balboa Septic Design
3470 Jack C. Hays Trail
Buda, TX 78610

La mención de marcas o de productos comerciales no significa que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos apruebe o recomiende su uso.

Para mayor información, contactarse con:
Municipal Technology Branch
U.S. EPA
Mail Code 4204, 401 M St., S.W.
Washington, D.C., 20460

INFORMACIÓN ADICIONAL

Lisa Dvello
Director at Large
Town of Flower Mound
2121 Cross Timbers Road
Lewisville, TX 75028